



## RADIOLOGIE

**Koronare  
Herzerkrankung**  
Stellenwert der Computertomografie

**Strahlentherapie**  
Individualisierte Online-Dosisverifikation

**Kinderradiologie**  
Der Diagnostiker als Detektiv

**Ultraschall**  
Im Notfall mit weniger Strahlen untersuchen

**Kennzahlen**  
Entwicklung einer Balanced Scorecard



**KONING**

Bewährt seit  
über 20 Jahren.

Gut vernetzt:  
kurze Wege,  
schnelle Aktionen.

Das Beste für  
unsere Kunden.

Facettenreich  
bunt, erfrischend  
dynamisch.

**Haifu**

**Nemoto**

**PARAMED**  
MEDICAL SYSTEMS

**AMICA**  
Apparatus for MW & RF Ablation

**VISUS**

**WIR SIND MEDICOR  
WIR LEBEN MEDIZINTECHNIK  
WIR GEHEN WEITER, GEHEN SIE MIT UNS**

Sie finden uns auf Stand  
**D20 und D25 in Halle 2.**

97. Deutschen Röntgenkongress  
vom 4. bis 7. Mai 2016  
im Congress Center Leipzig

**Wir freuen uns auf Ihren Besuch!**



**medicor**

**MMS MEDICOR MEDICAL SUPPLIES GMBH**

Heinrich-Hertz-Str. 6 · D-50170 Kerpen

T +49 2273 9808-0

F +49 2273 9808-99

E zentrale@medicor.de

[WWW.MEDICOR.DE](http://WWW.MEDICOR.DE)

**ENTDECKEN SIE DIE NÄCHSTE REVOLUTION  
DER BRUSTBIOPSIIEN IN BAUCHLAGE**

**Affirm**<sup>TM</sup>  
Prone Biopsy System

Das weltweit erste spezielle System, das sowohl  
stereotaktische als auch **tomosynthese-geführte**  
Verfahren durchführen kann.

**HOLOGIC**<sup>®</sup>  
The Science of Sure



**2D UND 3D  
BILDGEBUNG MIT EINEM SYSTEM**

# NEUE WEGE GEHEN

■ Bildgebende Verfahren und interventionelle Therapien sind wesentliche Motoren des medizinischen Fortschritts. Die Radiologie ist mit ihrer Vielfalt, ihrer Innovationsbereitschaft und ihrem Blick für das medizinische Ganze an der Spitze der Entwicklungen, wenn neue Wege in Diagnostik und Behandlung der uns anvertrauten Patienten beschritten werden.

Der Deutsche Röntgenkongress ist Ausdruck der Stärke und Bereitschaft unseres Faches, sich immer wieder auf neue Wege zu begeben. Beim 97. Deutschen Röntgenkongress 2016 in Leipzig wird dies in besonderer Weise in vier Schwerpunktthemen deutlich, die – neben allen anderen Bereichen der Radiologie – besonders hervorgehoben werden.

Fast jeder von uns leidet mindestens ein Mal in seinem Leben unter Rückenschmerzen. Erkrankungen der Wirbelsäule sind eine multidisziplinäre medizinische Herausforderung mit hoher volkswirtschaftlicher, aber auch sozial- und arbeitsmedizinischer Relevanz. Bildgebung und Interventionen tragen wesentlich dazu bei, die vielfältigen somatischen Ursachen von Wirbelsäulenerkrankungen zu erkennen und therapeutisch zu beeinflussen. Dies gilt insbesondere bei Traumafolgen sowie entzündlichen und tumorösen Veränderungen, aber auch bei altersbedingten und degenerativen Pathologien. Gleichzeitig muss sich die Radiologie gerade beim unspezifischen Rückenschmerz auch etwas



Peter Landwehr, Kongresspräsident des 97. Deutschen Röntgenkongresses

zurücknehmen, weil Bildgebung eine Reihe von Ursachen eben nicht abbilden kann. Es ist unsere Aufgabe, unsere Werkzeuge zum richtigen Zeitpunkt einzusetzen, aber auch in bestimmten Situationen bildgebende Diagnostik zu unterlassen. Der radiologische Impact in der Mammadiagnostik ist unbestritten hoch. Diagnostik und Therapie des Mammakarzinoms sind in den letzten zehn Jahren kontinuierlich besser geworden.

Neue Wege werden durch technische Innovationen der Bildgebung und durch individualisierte Tumorthera- pieen beschritten. Noch vor einigen Jahren hätten wir uns kaum vorstel-

len können, dass Röntgen-Schicht- bildverfahren die mammographische Diagnostik weiter nach vorne bringen könnten. Beim Monitoring individualisierter neoadjuvanter Systemtherapien, die bei manchen Patientinnen mit Mammakarzinom geradezu spektakuläre Erfolge zeigen, ist die Mamma- Radiologie inzwischen unverzichtbar. Radiologen sind kompetente Partner in Teams, die das Mammakarzinom als biologische Herausforderung und nicht nur als lokales Problem verstehen. Als Teil des Programms zur Krebsfrüher- kennung bei Frauen steht das Mammo- graphie-Screening inzwischen auf so breiter Basis, dass in 2016 erste mess- bare epidemiologische Effekte erwartet werden. Mit der Wiederentdeckung der Stärken des Ultraschalls in der Radio- logie beschreitet unser Fach sozusagen „neue alte Wege“. Der bildgebende Ultraschall hat seine historischen Wurzeln in unserer Disziplin. In Rück- besinnung auf diese Tradition imple- mentieren wir neue Techniken wie die kontrastmittelverstärkte Sonographie (CEUS) und die Elastographie in unse- re diagnostischen Konzepte. Mit durch Ultraschall gesteuerten Interventionen erweitern wir unser minimal-invasives Spektrum. Die Radiologie deckt damit Bildgebung und Interventionen mit ih- ren morphologischen und funktionel- len Facetten integral ab, weil wir alle bildgebenden Verfahren situationsge- recht, ergebnisorientiert, schonend und wirtschaftlich einsetzen können. Wir dürfen die Sonographie nicht anderen

Disziplinen überlassen, sondern müs- sen auch hier immer kompetenter wer- den und Innovationen vorantreiben.

Der Umgang mit Fehlern und Kom- plikationen ist in der Medizin trans- parenter und ehrlicher geworden. Die Radiologie ist ein technikaffines Fach, das von Menschen betrieben wird. Technik und Menschen sind nie fehlerfrei. Dies offen anzuspre- chen und sich mit seinen Fehlern zu beschäftigen, sind erste und wichtige Schritte, um in Zukunft noch weniger Fehler und damit die Radiologie noch sicherer zu machen. Diese und viele weitere Themen werden kompetente Referenten, aktive Kolleginnen und Kollegen in diversen Workshops so- wie die Teilnehmer des 97. Deutschen Röntgenkongresses vom 4. bis 7. Mai 2016 in Leipzig diskutieren. Neben der inhaltlichen Weiterentwicklung wird auch der Deutsche Röntgenkongress neue Wege gehen: mit Veranstaltungs- formaten, die vermehrt das fallba- sierte und interaktive Lernen in den Vordergrund stellen, mit einer großen Anzahl Hands-On-Workshops, einer weiterentwickelten RöKo-App und mit einer nun zentralen Industrieaus- stellung, die den Austausch zwischen Nutzern und Herstellern befördert. Freuen Sie sich auf einen neuen, mo- dernen Kongressort in einer traditi- onsreichen Messestadt voller Kultur und Geschichte! Leipzig bietet genau die richtige Mischung, um jeden von uns für neue Wege in der Radiologie zu begeistern. ■■

## INHALT

3	Neue Wege gehen	8	Neue Horizonte	16	Entwicklung einer Balan- ced Scorecard als strate- gisches Kennzahlensystem	22	Das Cardio-CT ist ein echter Zugewinn
4	Akute Schlaganfall- behandlung durch Throm- bektomie – Frisst die Revo- lution ihre Kinder?	10	Der Diagnostiker als Detektiv	18	Die Qualität der Befun- dung erhöhen	24	Moderne Ultraschalldiag- nostik in Klinik, Forschung und Praxis
6	Steigerung der Patienten- sicherheit: Patientenindi- vidualisierte Online-Dosis- verifikation in der Strahlentherapie	12	Moderne Bildgebungs- verfahren beim Rektum- karzinom	19	Datenmanagement der neuen Generation – VNA	25	Sodbrennen-Ursachen sichtbar
8	Zielgenaue Protonentherapie	13	Erstes PET/MR in Berlin	19	53. Jahrestagung der Gesellschaft für Pädiatri- sche Radiologie	26	Im Notfall mit weniger Strahlen untersuchen
		14	Corporate Design	20	Koronare Herzerkrankung – Stellenwert der CT	19	Impressum
		15	Ultramarathon – Belastungssituation von Extremsportlern			26	Index

# AKUTE SCHLAGANFALLBEHANDLUNG DURCH THROMBEKTOMIE – FRISST DIE REVOLUTION IHRE KINDER?

Das Jahr 2015 stellte eine Wende in der endovaskulären Therapie des akuten ischämischen Schlaganfalls dar. Nach 35 Jahren gibt es nun eine Evidenz für diese Behandlungsmethode.



Prof. Dr. Ansgar Berlis, Klinik für diagnostische Radiologie und Neuroradiologie, Klinikum Augsburg

Fünf randomisierte Studien (MR CLEAN, ESCAPE, REVASCAT, SWIFT PRIME, EXTEND IA) wurden zwischen Dezember 2010 und Dezember 2014 durchgeführt und haben eine überwältigende Überlegenheit der mechanischen Thrombektomie gegenüber der alleinigen intravenösen Gabe von rtPA beim schweren Schlaganfall in der vorderen Zirkulation mit Verschluss

eines proximalen Hirngefäßes zeigen können. Daraufhin sind weltweit Behandlungsempfehlungen erschienen. In Kooperation zwischen der Deutschen Gesellschaft für Neurologie (DGN), der Deutschen Schlaganfall-Gesellschaft (DSG) und der Deutschen Gesellschaft für Neuroradiologie (DG-NR) wurde das Leitlinien-Update Rekanalisierende Therapie auf S2K-Niveau erarbeitet und am 29. Februar 2016 auf [www.dgn.org](http://www.dgn.org) veröffentlicht.

## Die wichtigsten Neuerungen für die mechanische Thrombektomie

Die mechanische Thrombektomie sollte im vorderen Kreislauf bis zu sechs Stunden (Zeitpunkt der Leistenpunktion) nach Auftreten der Symptome erfolgen und, wenn keine Kontraindikationen bestehen, innerhalb von 4,5 Stunden nach Schlaganfallsbeginn auch systemisch mit rtPA behandelt werden. Bei selektierten Patienten kann die Behandlung auch sechs Stunden nach Symptombeginn noch wirksam sein. Erweiterte Bildgebungsparameter wie Mismatch Bildgebung und Kollateraldarstellung sollten herangezogen werden, um Patienten mit Risikogewebe zu identifizieren. Die intravenöse Thrombolyse darf die mechanische Thrombektomie nicht

verzögern, sondern muss unverzüglich folgen, ohne auf einen möglichen rtPA-Effekt zu warten.

Die mechanische Thrombektomie sollte möglichst rasch nach der Indikationsstellung erfolgen. Die Zeit zwischen Eintreffen in der Klinik und Leistenpunktion (door-to-groin time) sollte maximal 90 Min. und die Zeit zwischen Leistenpunktion und Thrombektomiebeginn maximal 30 Min. betragen.

Bei Diagnose von akuten proximalen intrakraniellen Gefäßverschlüssen in einem Krankenhaus ohne Möglichkeit zur mechanischen Thrombektomie soll ein „Bridging-Konzept“ verwendet werden. Nach Beginn der intravenösen Thrombolyse mit rtPA soll unverzüglich die Verlegung in ein Zentrum mit endovaskulärer Therapiemöglichkeit erfolgen. Für die mechanische Thrombektomie sollten Stent-Retriever verwendet werden. Andere Thrombektomie-Systeme verwendet der Neurointerventionalist nach eigenem Ermessen, wenn eine schnelle, vollständige und sichere Rekanalisation des Gefäßes erreicht werden kann. Hohes Alter alleine ist kein Grund, auf eine mechanische Thrombektomie zu verzichten. Sie ist ein Verfahren, das Zentren mit entsprechender Erfahrung vorbehalten ist. Durchgeführt werden

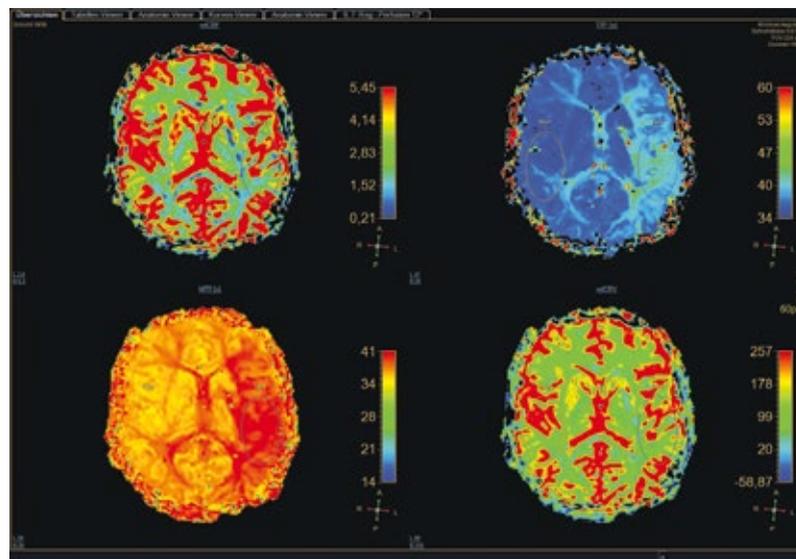
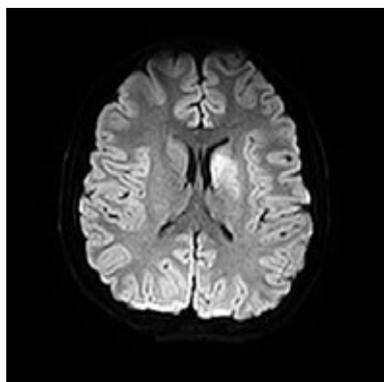
sollte sie nur von darin ausgebildeten Interventionalisten (Zertifizierung Modul E).

## Durchdachtes Ausbildungskonzept

Nicht zu Unrecht wurde auf der Jahrestagung der DGN in Düsseldorf die provokante Frage gestellt „Frisst die Revolution ihre Kinder?“. Die neue Leitlinie unterstützt das gemeinsame Ausbildungskonzept der Deutschen Gesellschaft für Interventionelle Radiologie und minimal-invasiven Therapie (DeGIR) und DGNR. Es wurde nach zweijähriger Vorarbeit im Herbst 2012 gestartet. Bis März 2016 waren 219 Interventionalisten für das Modul E zertifiziert, und über 100 weitere Anträge stehen zur Bearbeitung an. In Deutschland sind mehr als 420 Neurointerventionalisten in der Lage, die mechanische Thrombektomie durchzuführen. Erfreulicherweise sind die für diese Behandlung infrage kommenden 106 überregionalen Stroke Units (SU) mit einer ausreichenden Zahl an Neurointerventionalisten versehen. 85% sind mit neuroradiologischer und 15% mit radiologischer Expertise ausgestattet. Laut einer Umfrage des Berufsverbandes der Deutschen Neuroradiologen (BDNR) bieten insgesamt 123 Kliniken in Deutschland eine Rundum-Versorgung über 24 Stunden und sieben Tage an. Dies übersteigt damit die Anzahl überregionaler SU deutlich.

## Wettbewerb um Budgets gefährdet Konzept

Es ist ein Erfolgskonzept aus einem flächendeckendem Stroke-Unit-System und einem entsprechend ausgebildeten Netzwerk an Neurointerventionalisten, das weltweit seinesgleichen sucht. Das Konzept trägt also Früchte. Wieso stellt sich dann solch eine provokante Frage? Dies ist leider ökonomisch begründet und weniger Resultat der optimalen Patientenversorgung. Die regionalen SU befürchten finanzielle Einbußen, wenn sie zu viele Schlaganfallpatienten in entsprechende Zentren mit Maximalversorgung verlegen, und begründen dies mit nicht zumutbaren zeitlichen Verzögerungen bis zum endovaskulären Behandlungsbeginn. Eine Begründung, die durchaus berechtigt erscheint und die



15jähriger Junge mit akutem Verschluss der mittleren Hirnarterie links und Halbseitensymptomatik rechts. In DWI und Perfusionbildgebung Stammganglieninfarkt links und eindeutiges Mismatch. Behandlung mit Kombination aus lokaler Aspiration mittels Sofia 5F (Firma Microvention) und Stentretreiving preSET 4x20 (Fa. Phenox) mit kompletter Rekanalisation. Die klinische Symptomatik bildete sich komplett zurück.

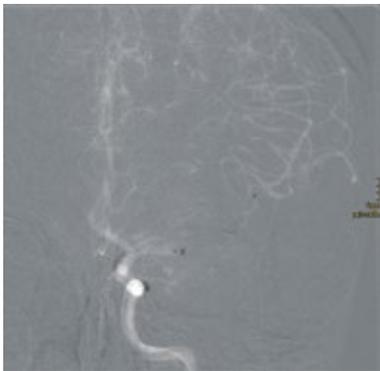
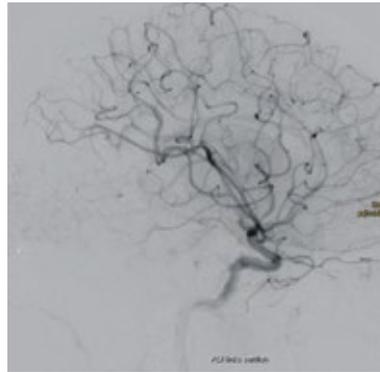
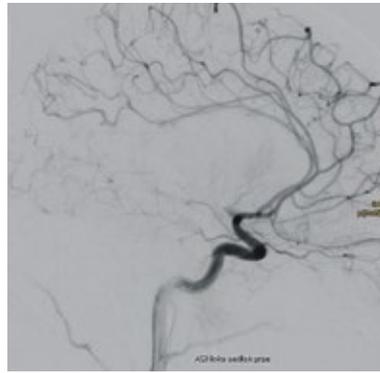
# Aquilion Lightning.

Der neue Low-Dose-Routine-CT.



**78 cm Gantryöffnung** – einzigartig in dieser Klasse – bieten mehr Freiraum für Anwender und Patienten. Der neue Aquilion Lightning ist serienmäßig mit der **SEMAR** Metallartefaktreduktion ausgestattet. Innovative optionale Softwares, wie die Hirn- oder Lungensubtraktion und der variable Helical Pitch, eröffnen Anwendungen aus der High-End-CT-Klasse. Des Weiteren sind die vierte Generation der Adaptiven Iterativen Dosis-Reduktion AIDR 3D Enhanced und der neue **PUREVISION Detektor** Bestandteil des neuen CTs.

**Aquilion Lightning.** Der neue Low-Dose-Routine-CT.



Behandlung mit Kombination aus lokaler Aspiration mittels Sofia 5F (Firma Microvention) und Stentretreiving preSET 4x20 (Fa. Phenox) mit kompletter Rekanalisation.

Die klinische Symptomatik bildete sich komplett zurück.

Obere Reihe: Ausgangsbefund in zwei Ebenen. Mittlere Reihe: Kontrolle nach mechanischer Rekanalisation mittels Aspiration und Stentretreiving. Unteres Bild links: nach Platzieren des Sofia 5F und preSET Stentretreiver.

darüber nachdenken lässt, ob der Personenkreis zur Behandlung auch auf andere Fachbereiche wie Kardiologie, Angiologie oder Gefäßchirurgen erweitert wird. Hierzu muss eine klare Absage erteilt werden. Die europäische Therapieempfehlung (Wahlgren et al. International Journal of Stroke, 2016) gibt eine Level-2b-Grad-B-Evidenz dafür an, dass ein trainierter Neurointerventionalist diese Behandlung durchführen soll. Die Infrastruktur ist an regionalen SU nicht vorhanden, und eine Thrombektomie ist mehr als eine Gefäßrekanalisation. Dezidierte Kenntnisse sind notwendig, um differenziert über Behandlungsindikation und Behandlungsnotwendigkeit zu entscheiden sowie um Komplikationen zu beherrschen.

## Hohe Fallzahlen für qualifizierte Therapie und Ausbildung erforderlichlich

Was bleibt ist, dass wir die Transporte und insbesondere die Transportzeiten in die Zentren verbessern und die Ausbildung forcieren, damit das Netzwerk mit Neurointerventionalisten

in den nächsten Jahren noch dichter wird. Trotz allem soll an die Vernunft aller appelliert werden. Bei geschätzt 260.000 Schlaganfällen pro Jahr in Deutschland sind etwa 13.000 Thrombektomien zu erwarten. Dies bedeutet, dass sich lediglich etwa 5% der Patienten für eine solche Behandlung qualifizieren. Ein hoher Prozentsatz der regionalen SU haben jährlich 200–450 Schlaganfälle, sodass die Anzahl zu behandelnder Patienten kaum die Vorhaltung von Neurointerventionalisten rechtfertigt. Die Diskussionen werden weiter geführt werden. Unser Weg der Ausbildung ist und bleibt der richtige. Und Ausbildung erfolgt an Zentren mit höheren Fallzahlen, die dann zukünftig auch in kleineren Häusern wirken können. Jedes Konzept benötigt Zeit, um zu reifen und es optimal umzusetzen. Im zweiten Jahr der Evidenz sind wir schon weiter, als viele das für möglich gehalten haben. Wir benötigen die Unterstützung aller an der Schlaganfall-Behandlung Beteiligten, damit in der Tat die Revolution nicht ihre Kinder frisst. Literatur erhältlich über [ansgar.berlis@klinikum-augsburg.de](mailto:ansgar.berlis@klinikum-augsburg.de).

| [www.klinikum-augsburg.de](http://www.klinikum-augsburg.de) |



# STEIGERUNG DER PATIENTENSICHERHEIT: PATIENTENINDIVIDUALISIERTE ONLINE-DOSIS-VERIFIKATION IN DER STRAHLENTHERAPIE

Die Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie der Universitätsmedizin Mannheim (UMM) erforscht ein Verfahren, das die Patientensicherheit während der Strahlenbehandlung erhöhen soll.



Johannes Thölking MSc., Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie – Medizinische Physik-, und Priv.-Doz. Dr. Hansjörg Wertz, Universitätsmedizin Mannheim

Während der individuelle Bestrahlungsplan konventionell vor der ersten Bestrahlung nur anhand von Phantommessungen überprüft wird, soll das neue Verfahren eine Überprüfung unmittelbar während der Patientenbestrahlung ermöglichen. Bei dieser Form der Verifikation der Bestrahlungsplanung gehen sowohl die aktuelle Anatomie des Patienten als auch die aktuelle Dosisapplikation ein. Dies erhöht die Patientensicherheit und soll dank einer rückgekoppelten Therapieschleife eine bis ins Detail optimierte Behandlungsform des Patienten ermöglichen.

## Zum Hintergrund des Forschungsprojektes

Die stetige Weiterentwicklung und Einführung neuer Techniken in der Radiotherapie erlaubt es heute, immer komplexere Zielvolumina in kürzester Zeit präzise und konformal, unter bestmöglicher Schonung der umliegenden Organe, zu bestrahlen. Die dabei eingesetzten modernen Bestrahlungstechniken werden als intensitätsmodulierte Strahlentherapie (IMRT) bezeichnet. Dieser immense Fortschritt in der

Strahlentherapie stellt gleichzeitig hohe Anforderungen an die Qualitätssicherung einer exakten Dosisverteilung. Für den Therapieerfolg sind eine korrekte Dosisapplikation und eine exakte Patientenlagerung ganz entscheidend. Unstimmigkeiten in der Behandlungskette können zu einer suboptimalen Strahlenbelastung des Patienten führen und dessen Gesundheit nachhaltig gefährden. Aus diesem Grund unterliegt die hochkomplexe und sehr präzise Technologie bereits heute einer umfassenden Qualitätssicherung. Bei der herkömmlichen IMRT-Bestrahlung wird der patientenindividuelle Bestrahlungsplan vorklinisch, also vor der eigentlichen Patientenbestrahlung, einmalig überprüft. Erst wenn diese Überprüfung, die sogenannte Planverifikation, alle Anforderungen erfüllt, erfolgt die Bestrahlung des Patienten, in der Regel fraktioniert über mehrere Wochen hinweg. Aus der Sicht der Planverifikation handelt es sich somit um eine lineare Behandlungskette ohne Rückkopplung (Abb. 1 a). Das bedeutet, dass eventuelle Setup- oder gerätebedingte Dosisapplikationsfehler, die während der Patientenbestrahlung auftreten, nicht immer detektiert werden können. Auch das Ausmaß und der klinische Einfluss eines solchen Vorfalles lassen sich nur

sehr schwer bis gar nicht nachvollziehen. An dieser Stelle knüpft die Arbeit der Forschungsgruppe um Privatdozent Dr. Hansjörg Wertz und Johannes Thölking an (Abb. 2). Unterstützt werden sie dabei von der Firma IBA Dosimetry im Rahmen eines Kooperationsvertrages.

## Qualitätssicherung in der IMRT heute

In den vergangenen Jahren wurden viele Detektor-Systeme, bestehend aus Ionisationskammern oder Halbleiter-Dektoren, entwickelt und in der klinischen Routine eingeführt. Sie dienen dazu, den individuellen Bestrahlungsplan, der auf Basis eines zuvor aufgenommenen Computertomogramms (CT) des Patienten berechnet wurde, zu überprüfen. Hierfür werden die zweidimensionalen Detektor-Arrays auf dem Bestrahlungstisch oder mit einem speziellen Halter direkt am Bestrahlungsgerät platziert. In Abwesenheit des Patienten wird eine Verifikationsmessung in entsprechenden Phantomen durchgeführt und mit der zuvor geplanten Dosisverteilung des Bestrahlungsprogramms verglichen. Stimmt die berechnete Dosisverteilung mit der gemessenen überein, sind alle Anforderungen an die Planverifikation

erfüllt, und der Plan wird zur Patientenbestrahlung freigegeben. Um bei der Bestrahlung eine möglichst exakte Lagerung des Patienten zu gewährleisten, wird dieser mithilfe spezieller Bildgebungsverfahren, beispielsweise des sog. Cone-beam CTs, in die korrekte Position gebracht.

## Closed-loop-Feedback-Prinzip

Die Mannheimer Forschungsgruppe will ein Verfahren entsprechend des „closed loop feedback“-Prinzips für die Anwendung in der klinischen Routine entwickeln (Abb. 1 b). Mithilfe einer rückgekoppelten Therapieschleife sollen Abweichungen in der Strahlapplikation während der Bestrahlung festgestellt, ihr Ausmaß nachvollzogen und bei Bedarf korrigiert werden können. Zur Realisierung dieser Methodik wird ein Transmissionsdetektor zur dreidimensionalen Online-Verifikation der Bestrahlungspläne genutzt. Der Detektor befindet sich zwischen dem Strahlenausgangsfenster des Bestrahlungsgeräts und dem Patienten (Abb. 2). Jede einzelne Bestrahlungsfraction kann gemessen und zur Berechnung der dreidimensionalen Dosisverteilung im Patienten genutzt werden. Dies ermöglicht eine permanente Überwachung und Verifikation

### a) lineare Behandlungskette



### b) rückgekoppelte Therapieschleife

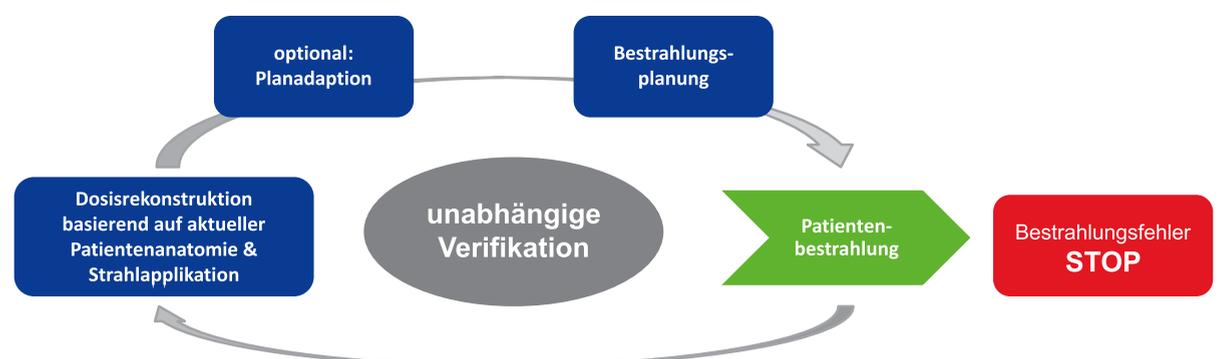


Abb. 1: a) Herkömmliche lineare Behandlungskette aus Sicht der Bestrahlungsplanverifikation. b) Rückgekoppelte Therapieschleife: Der Patient steht in jedem Stadium seiner Therapie unter einer speziellen Strahlenüberwachung.



Abb. 2: Transmissionsdosimetrie-System. Der Transmissionsdetektor wird direkt an das Strahlenausgangsfenster des Linearbeschleunigers angebracht. Somit kann während der Patientenbestrahlung die Strahlapplikation gemessen werden. Die Datenübertragung erfolgt kabellos.

der Strahlapplikation während der täglichen Patientenbestrahlung.

Werden diese Messungen außerdem mit den Datensätzen des Cone-beam-CTs zur Patientenlagerung kombiniert, kann die exakte Dosisverteilung im Patienten nachberechnet werden. Dies geschieht sowohl unter Berücksichtigung der aktuellen Strahlapplikation als auch der „tagesaktuellen Anatomie“ des Patienten. Dosisapplikationsfehler, Fehler bei der Patientenpositionierung sowie mögliche Organverformungen, die zwischen den einzelnen Bestrahlungszyklen stattfinden, können somit erkannt, genau analysiert und ihre Auswirkungen auf die Gesamtbehandlung des Patienten evaluiert werden. Kommt es zu klinisch relevanten Differenzen, könnte eine Planoptimierung durchgeführt werden. Neben einer erhöhten Patientensicherheit durch die ständige Bestrahlungsüberwachung würde der Patient somit auch von einem bis ins Detail optimierten Therapieverlauf profitieren.

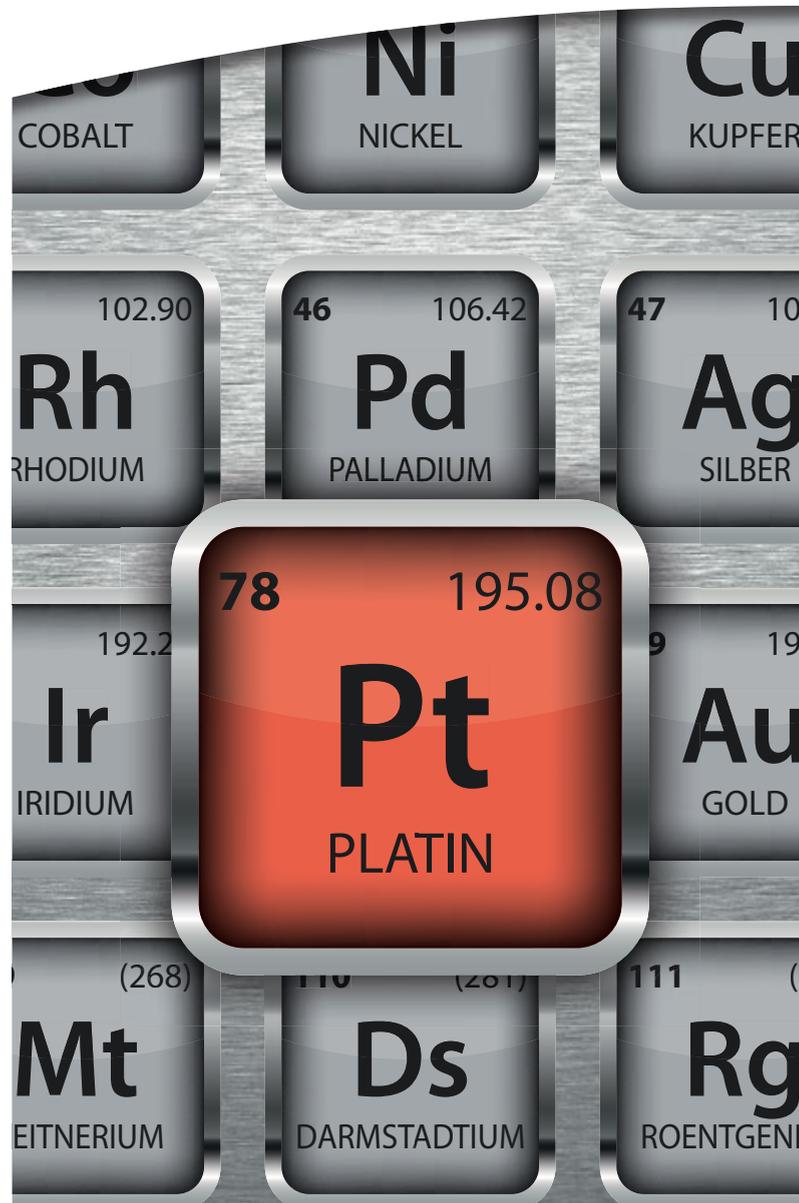
#### Auf dem Weg in die klinische Routine

Das beschriebene Forschungsvorhaben und die Umsetzung der neu entwickelten Methodik in die klinische Routine sollen innerhalb von dreieinhalb Jahren abgeschlossen sein. Nachdem der Prototyp im Jahr 2014 von der Firma IBA Dosimetry zu Verfügung gestellt wurde, könnten somit schon im Verlauf dieses Jahres erste klinische Studien durchgeführt werden.

Neben der Genauigkeit und Reproduzierbarkeit des Gesamtsystems müssen weitere Punkte hinterfragt und ihr

möglicher Einfluss untersucht werden. Hierzu zählt zum Beispiel der Einfluss des Detektors auf die Strahlcharakteristik des Beschleunigers. Da sich der Detektor während der Behandlung zwischen Patient und Strahlenausgangsfenster befindet, kann es zu Wechselwirkungen der hochenergetischen Röntgenstrahlen und dem Detektor kommen. Diese könnten wiederum zu Abweichungen gegenüber der zuvor berechneten Dosisverteilung des Bestrahlungsplanungsprogramms führen. Sollte dies der Fall sein, muss die Differenz genau ermittelt und Lösungsansätze zur Kompensation gefunden werden.

Die zur Umsetzung in die klinische Routine relevanten Fragestellungen wurden bereits im Detail für die am häufigsten eingesetzte Energie von 6 MV bearbeitet. Derzeit wird die Integration des Systems in die klinische Routine getestet. Dazu durchläuft das Gesamtsystem eine Studie, in welcher der Therapieverlauf in Abwesenheit des Patienten simuliert wird. Darüber hinaus wird an einer nutzerfreundlichen Bedienung und Automatisierung gearbeitet. Während aktuell noch eine Vielzahl von unterschiedlichen Programmen genutzt wird, soll in Zukunft eine Software die vollständige Anwendung der neuen Online-Verifikation steuern. Parallel wird die Online-Verifikation für weitere Bestrahlungsenergien untersucht und das Zulassungsverfahren des Detektors als Medizinprodukt bearbeitet. Sind diese Punkte abgeschlossen, steht der Anwendung der neu entwickelten Methodik im klinischen Alltag nichts mehr im Wege. |www.umm.de|



#### Die Evolution des „State of the Art“ – die neue Aplio Platinum Serie

Mehr sehen – mit der neuen Aplio Platinum Serie. Mit **Precision Imaging** für ein brillantes B-Bild, mit **Superb Micro-Vascular Imaging (SMI)** für eine bisher nicht gekannte Darstellung der Hämodynamik oder mit der **Scherwellen-Elastographie**, die mit Smart 3D neue Sichtweisen liefert. Und in der Geburtshilfe bietet das **integrierte Onboard Reporting** mit allen Daten, Bildern und Textbausteinen den Befund auf einen Blick.

Das Ergebnis: mehr diagnostisch relevante Informationen. Sie führen zu einem besseren funktionalen Verständnis von Morphologie und Vaskularisation und so zu mehr Diagnosesicherheit. Und ganz nebenbei auch noch zu mehr Spaß bei der Arbeit.

**Aplio Platinum** – Sie werden es lieben!



# ZIELGENAUE PROTONENTHERAPIE

Zur Therapie bösartiger Tumorerkrankungen wird seit einigen Jahren die Protonentherapie genutzt.



Dr. Jutta Jessen, Weinheim

■ Die Therapie ermöglicht durch zielgenaue Dosisverteilung die Behandlung von Tumoren, die chirurgisch schlecht behandelbar sind bzw. in sensiblen Körperregionen liegen. Nun ist es gelungen, den Protonenstrahl im Patienten detailliert zu verfolgen. Dr. Christian Richter, Leiter der Forschungsgruppe Hochpräzisions-Strahlentherapie am OncoRay Dresden, erläutert die Hintergründe der neuen Technik.

*M & K: Herr Dr. Richter, in den letzten Jahren haben Sie kontinuierlich daran gearbeitet, die Präzision der Protonenbestrahlung zu verbessern. Welche Problemstellung war Ausgangspunkt für Ihre Entwicklungen?*

**Dr. Christian Richter:** Protonen haben einen großen Vorteil: Sie schädigen das Gewebe hinter dem Bestrahlungsgebiet nicht, weil sie praktisch im Tumor stecken bleiben. Momentan kann man diesen Vorteil noch nicht vollständig in der Klinik ausnutzen, weil man die Reichweite der Protonen und damit den Ort ihrer größten Dosisdeposition nicht auf den Millimeter vorhersagen kann. Deswegen wird bisher immer ein gewisser „Sicherheitssaum“ um den Tumor mit hoher Dosis bestrahlt, wodurch mehr gesundes Gewebe bestrahlt



Dr. Christian Richter, Leiter der Forschungsgruppe Hochpräzisions-Strahlentherapie am OncoRay in Dresden

wird, als nötig wäre. In aller Regel ist der Saum 5–10 mm dick, sowohl vor als auch hinter dem Tumor. Liegt z. B. direkt hinter dem Tumor ein Organ, welches nur wenig Dosis abbekommen darf, führt die Reichweiteunsicherheit dazu, dass man den Tumor nicht aus dieser Richtung bestrahlen kann.

*Was war die größte Herausforderung?*

**Richter:** Wenn man messen könnte, wo die Protonen stoppen, könnte man diese Einschränkungen beseitigen. Das ist der „Heilige Gral“ für die Verbesserung der Protonentherapie. Aber die Protonen kommen nicht wieder aus dem Körper heraus. Sie entfalten ihre gesamte Energie an einer fest definierten Stelle und unterscheiden sich daher z. B. von Röntgenstrahlen. In der Konsequenz hieß das für uns, wir konnten kein direktes Messverfahren anwenden.

*Wie konnten Sie die Problematik lösen?*

**Richter:** Durch nukleare Wechselwirkung der Protonen mit dem bestrahlten Gewebe entstehen im Patienten Photonen, welche aus dem Patient nach außen dringen. Diese Gamma-

## Zur Person

**Dr. Christian Richter** ist Leiter der Forschungsgruppe Hochpräzisions-Strahlentherapie am OncoRay in Dresden. Sein Forschungsschwerpunkt liegt in der Verbesserung der Präzision in der Protonentherapie und in der Individualisierung der Strahlentherapie. Nach seiner Promotion verbrachte Dr. Richter einen einjährigen Forschungsaufenthalt am renommierten Massachusetts General Hospital in Boston.

strahlung wird ohne zeitlichen Verzögerung freigesetzt. Dort, wo viel Dosis deponiert wird, wird besonders viel „prompte Gammastrahlung“ freigesetzt. Mittels einer speziellen Kamera kann diese Strahlung detektiert und eine Projektion der Gammaintensität in Protonenstrahlrichtung gemessen werden. Daraus können wir auf die „Eindringtiefe“ der Protonen schließen. Vor der ersten Anwendung am Patienten hat unser interdisziplinäres Team über ca. ein Jahr viel Arbeit in die Optimierung der Kamera, präklinische Tests und Workflow-Entwicklung gesteckt. Das hat sich mehr als gelohnt.

*Welche Chancen bietet das neue Verfahren?*

**Richter:** Wenn man die Reichweite der Protonen während jeder Behandlung messen und korrigieren kann, müssen nicht so große Bereiche des gesunden Gewebes mit hoher Dosis bestrahlt werden. Das bedeutet weniger Nebenwirkungen und mehr Freiheitsgrade bei der Bestrahlung. Damit kann ich den theoretischen Vorteil der Protonendosisverteilung in einen größeren klinischen Vorteil übertragen.

*Wie profitieren die Patienten davon?*

**Richter:** Momentan noch nicht, weil wir die Methode erst noch weiter kli-

nisch untersuchen und verifizieren müssen. In Zukunft könnte dann z. B. die Bestrahlungsdosis und damit die Heilungschancen für einige Tumorarten erhöht werden, bei denen das heute noch nicht möglich ist.

*Sie haben die Technik bisher in einer ersten klinischen Studie angewandt. Wie viele Patienten haben daran teilgenommen und zu welchen Ergebnissen hat dies geführt?*

**Richter:** Die Studie hat erst begonnen und ist noch offen. Momentan haben wir die neue Technik bei einem Patienten angewendet, bei einem weiteren haben wir gerade mit den Messungen begonnen. Die Auswertungen für den ersten Patienten haben gezeigt, dass die Protonenreichweite an den verschiedenen Behandlungstagen nur um  $\pm 2$  mm geschwankt hat, es also keine großen Veränderungen während der Therapie gab. Das konnten wir unabhängig bestätigen. Es ist aber zu früh, um generelle Schlussfolgerungen zu ziehen.

*Wie lange schätzen Sie wird es dauern, bis diese Technik Einzug in die allgemeine Therapie hält?*

**Richter:** Das kann noch drei bis fünf Jahre dauern. Wir sind weltweit die erste Gruppe, die anhand der prompten Gammastrahlung die Protonenreichweite wirklich im Patienten messen konnte – und das 12 Jahre nachdem die Idee erstmals veröffentlicht wurde. Andere Nachweistekniken funktionieren teilweise nur unter idealisierten Bedingungen. Der von uns verwendete Prototyp, der von einem führenden Protonentherapie-Hersteller (iba) entwickelt wurde, ist aber robust genug, um auch bei den hohen klinischen Dosisleistungen eingesetzt zu werden. Jetzt müssen die klinischen Ergebnisse weiter analysiert und das System in die Protonenanlage integriert werden. ■■

## NEUE HORIZONTE

Die 47. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Physik (DGMP), zu der Sie vom 7. bis 10. September ins Congress Centrum Würzburg eingeladen sind, steht unter dem Titel „Neue Horizonte in der Medizinischen Physik“. Dies bezieht sich auf hochaktuelle fachliche Themen, wie beispielsweise MR-LINACs, die in ein paar Jahren vielleicht integraler Bestandteil der Strahlentherapie sein wer-

den, aber auch auf innovative Anwendungen von Physik in der Medizin, die bisher auf den Jahrestagungen in dieser Form noch nicht vertreten waren.

Erstmals wird diese Tagung gemeinsam und parallel von DGMP und Deutscher Sektion der ISMRM durchgeführt. Dies unterstreicht die Interdisziplinarität und ermöglicht einen fachlichen Austausch und Information über die Fächergrenzen hinweg, in bester Tra-

dition des Faches Medizinische Physik! Neue Horizonte aber auch in anderen Bereichen: Erstmals wird im Vorfeld der Tagung gemeinsam mit dem Anatomischen Institut ein Demonstrationskurs an Präparaten angeboten. Und erstmals gibt es die Möglichkeit zu „SoundsAndVision@DGMP“: Reichen Sie Ihre Video- und Audiobeiträge, mit denen Sie Informatives, Skurriles oder Lustiges aus dem Fachgebiet präsentie-

ren, ein. Der Tagungsort Würzburg ist die Stadt der Physik in der Medizin: Namen wie Wilhelm Conrad Röntgen oder auch Adolf Fick sind untrennbar mit der Stadt verbunden. Seit vielen Jahren prägen die Strahlentherapie ebenso wie die medizinische und biologische Bildgebung die Universität und das Klinikum der Stadt.

| [www.dgmp-kongress.de](http://www.dgmp-kongress.de) |



## EIZO RadiForce® – intelligente Lösungen für die medizinische Bildwiedergabe.

Die professionellen Medizinmonitore 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. Denn auf fast alle Modelle der RadiForce-Serie erhalten Sie eine außergewöhnlich lange Garantie von fünf Jahren. Weitere Informationen finden Sie unter [www.eizo.de/medizin-monitor](http://www.eizo.de/medizin-monitor)

Besuchen Sie uns auf dem IndustrieForum zum Deutschen Röntgenkongress in Leipzig, 4.–6.5.2016, Halle 2, Stand E22.

EIZO – The Visual Technology Company



# DER DIAGNOSTIKER ALS DETEKTIV

Körperliche und seelische Misshandlungen von Kindern sind über die letzten Jahrzehnte ein Problem geblieben, das unverändert eine hohe Dunkelziffer aufweist.



Prof. Dr. Franz Wolfgang Hirsch, Abteilung Kinderradiologie, Universitätsmedizin Leipzig

Gewalterfahrungen in der Kindheit werden retrospektiv von 11,8% der Männer und 9,9% der Frauen angegeben. Jede Woche sterben in Deutschland drei Kinder an Misshandlung oder Vernachlässigung. Das Thema ist daher auch für den Diagnostiker relevant geblieben. Neben dem gesellschaftlichen Konsens, dass überhaupt keine Form von Gewalt gegen Kinder akzeptabel ist, ist eine Verminderung der Prävalenz nur durch gute Präventionsprogramme sowie akute Hilfe für misshandelte Kinder und deren oftmals überforderte Eltern zu erwarten.

Auf der medizinischen Ebene kommt es darauf an, die Zeichen einer Misshandlung von Kindern überhaupt erst einmal zu erkennen, um neben therapeutischen Maßnahmen auch präventive Schritte einleiten zu können. Es geht also zunächst um die sichere Diagnostik, die einen Anfangsverdacht auf eine körperliche Misshandlung bekräftigt oder entkräftet, sobald eine traumatische Verletzung vorliegt. Für Kinderradiologen gehört diese detektivische Arbeit zum Berufsalltag. Doch jeder Radiologe, der Bilder von verletzten Kindern beurteilt, ist in der Verantwortung, die Zeichen einer Misshandlung zu erkennen und einen entsprechenden Hinweis zu geben.

## Verletzungen der Kalotte und des intrakraniellen Raumes

Die Prognose einer akuten, stattgehabten Misshandlung hängt unmittelbar an den Verletzungen, die das Kind intrakraniell erleidet. Frakturen der Kalotte sind bei 40% aller nach Misshandlung verstorbener Kinder nachweisbar (Abb. 1). Der Nachweis der Kalottenfraktur ist im Röntgenbild

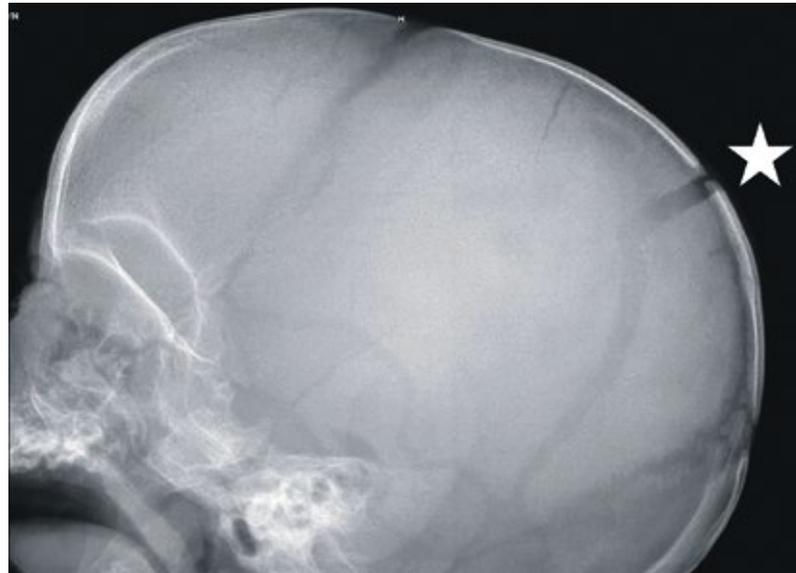


Abb. 1: Klaffende parietale Kalottenfraktur (Stern) bei einem acht Monate altem Säugling

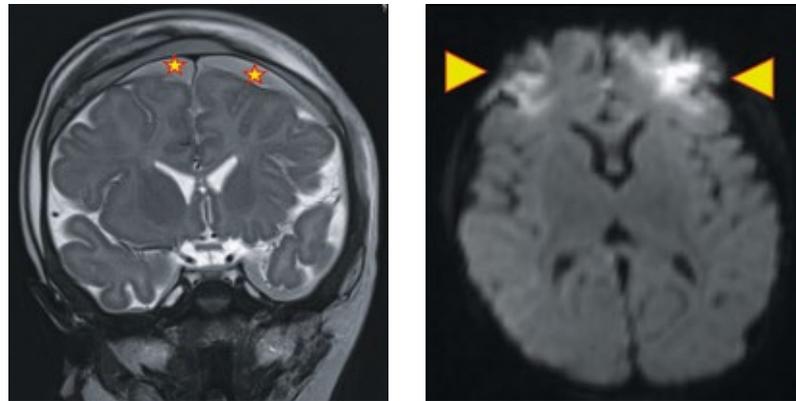


Abb. 2: Zustand nach Schütteltrauma. (l.) Subdurale Hämatome (Sterne). (r.) Frontal zeigen sich beidseits Diffusionsstörungen (Dreiecke).

bekanntermaßen aber nicht verlässlich zu führen. Nähte und Venenimpressionen können zu falsch positiven Befunden führen, zarte Frakturen sind dagegen gelegentlich durch die Überlagerung der Gegenseitenkalotte nicht zu erkennen. Im Säuglings- und Kleinkindesalter sind alle Formen von Impressionsfrakturen sowie insbesondere lange und nahtüberschreitenden Frakturen hoch suspekt. Bei begründetem Verdacht ist MRT dann die Methode der Wahl. Mit hoher Sensitivität können hier Blutungen in die äußeren Liquorräume nachgewiesen werden, die insbesondere nach Schütteltrauma charakteristisch sind. Sie werden durch Abscherung und Zerreißen der Brückenvenen im Subduralraum hervorgerufen (Abb. 2).

Im kranialen MRT stellen sich daneben sämtliche andere Traumafolgen dar. Insbesondere zählen hierzu die lokale Ödeme, die beim Schütteltrauma als Coup-Contrecoup sichtbar werden und die sich zuerst in der Diffusionswichtung darstellen, sowie Mikroblutungen, bei denen sich susceptibilitäts-gewichtete Sequenzen bestens bewährt haben. Mikroblutungen sind neben

lokalen Diffusionsstörungen das zeitlich früheste Korrelat eines „Diffuse Axial Injury“. Ist der klinische Zustand des Kindes instabil, kommt die logistisch einfachere und schnellere Computertomografie zum Einsatz.

## Extrakranielle Verletzungen

Es gibt Extremitäten-Verletzungen, die bei kleinen Kindern hochspezifisch für eine Kindesmisshandlung sind. Um das spezifische Befundmuster der Extremitäten-Verletzungen zu verstehen, muss man sich verdeutlichen, wie die meisten Traumata durch Misshandlung entstehen. Meistens werden Rotationsbewegungen ausgeführt, also gegenläufig drehende Handbewegungen des Misshandlers/der Misshandlerin an der Extremität. Dabei können diaphysäre Spiralbrüche des Femurs auftreten, die im Kleinkindesalter in dieser Lokalisation selten sind. Insbesondere kommt es dabei aber zu den charakteristischen metaphysären Kantenabspaltungen. Letztere entstehen, weil sich das Periost zwar durch Rotation leicht tangential vom Knochen abscheren lässt, es aber in Längsrichtung

keinerlei Elastizität aufweist. Dadurch wird der Zug auf die metaphysären Anheftungsstellen so stark, dass diese Kanten dort – zum Teil zirkulär – abreißen. Es kommt zu den spezifischen Eck- und Korbhakenfrakturen.

Andere Frakturen sind zwar nicht so hochspezifisch, aber kommen extrem häufig nach Kindesmisshandlungen vor. Wenn bei Säuglingen eine Rippenfraktur gefunden wird, dann lag in 56% dieser Fälle eine Misshandlung vor. Auch abdominelle Verletzungen gehören bei Säuglingen zu den häufigen Verletzungen durch körperliche Gewalt, meist durch lokalen Schlag oder Tritt.

In einer Datenbankanalyse aus den USA, die 30.355 körperlich misshandelte Kinder einschloss, identifizierten Lindberg et al. (Pediatrics 2015) drei sog. „sentinel injuries“, die den Anfangsverdacht einer Misshandlung nahelegen. Bei den Kindern wird eine erweiterte Diagnostik durch einen Trauma-Skelettstatus empfohlen, um die Diagnose mit dem Nachweis weiterer Frakturen oder mehrzeitiger Frakturen zu erhärten oder zu entkräften. Diese drei „sentinel injuries“ sind eine Hirnblutung, Rippenfraktur und eine Abdominalverletzung bei Kindern bis zu 24 Monaten.

Das Konzept der „sentinel injuries“ und der daraus abgeleiteten Bildgebung durch einen Skelettstatus hilft, die gefährdeten Familien zu identifizieren, um ihnen danach konkrete Hilfsangebote gezielt anbieten zu können. Die Detektivarbeit des Radiologen und Kinderradiologen führt also zu einem unmittelbaren, praktischen Nutzen. Aus medizinischer Sicht geht es nicht um die Bestrafung der Misshandler, sondern um einen zukünftig besseren Schutz des gefährdeten Kindes.

## Fazit

Beim bildgebenden Nachweis von Rippenfrakturen, einer Hirnblutung oder einer abdominellen Parenchymverletzung ist bei kleinen Patienten bis zum Alter von 24 Monaten differenzialdiagnostisch an eine Misshandlung zu denken. Diese drei genannten Verletzungen können als „sentinel injury“ bezeichnet werden. Ein kompletter Skelettstatus sollte beim Auftreten einer dieser Verletzungen zur Verifizierung einer potentiellen Misshandlung interdisziplinär diskutiert werden.

Metaphysäre Kantenabspaltungen an den langen Röhrenknochen sind in der Altersgruppe <24 Monate pathognomonisch für Misshandlungen.

| <http://kinderradiologie.uniklinikum-leipzig.de> |

**M&K**  
— Management & —  
Krankenhaus  
**AWARD**  
**2017**

**JETZT**  
**EINREICHEN**  
ANMELDESCHLUSS  
**30. JUNI 2016**

- A – Medizin & Technik
- B – IT & Kommunikation
- C – Bauen & Einrichten
- D – Labor & Hygiene

M&K sucht die besten Produkte oder Lösungen aus den Kategorien A–D.

Teilnahmebedingungen und Produkt einreichen per Internet:  
→ [www.PRO-4-PRO.com/mka2017](http://www.PRO-4-PRO.com/mka2017)

# MODERNE BILDGEBUNGSVERFAHREN BEIM REKTUMKARZINOM

Das Rektumkarzinom zählt bei Männern und Frauen zu den am häufigsten auftretenden malignen Erkrankungen.



Prof. Dr. Dietmar Dinter,  
Radiologie Schwetzingen

Während die Inzidenz mit 30–35/100.000 Einwohnern aktuell steigende Tendenzen aufweist, konnte die Mortalität in den letzten Jahren deutlich gesenkt werden. Ursächlich dafür ist insbesondere auch eine umfassende und zielführende Diagnostik, die dann die Optimierung einer adäquaten und im Idealfall individualisierten Therapie nach sich zieht. Außerdem wird den Screeningprogrammen eine besondere Bedeutung beigemessen, vor allem da keine charakteristischen Frühsymptome existieren. Eine verbesserte Diagnostik konnte auch durch die leitlinienbasierte Festlegung der Schnittbilddiagnostik als Standardelement im klinischen Staging erreicht werden. Für Patienten mit lokal fortgeschrittenem Rektumkarzinom hat sich eine neoadjuvante Radiochemotherapie („RChT“) mit anschließender chirurgischer Sanierung und adjuvanter Komplettierung der Chemotherapie als therapeutisches Vorgehen etabliert.

## Multiparametrische MRT

Die multiparametrische Magnetresonanztomografie (MRT) umfasst neben der morphologischen Bildgebung mit T1 und T2 gewichteten Sequenzen im speziellen die diffusionsgewichtete Bildgebung (DWI) als auch die Kontrastmittelperfusion und im Weiteren die MR-Spektroskopie. Sämtliche Verfahren werden auch bei anderen Tumorentitäten, insbesondere dem Prostatakarzinom, bereits seit längerem eingesetzt. Als potentielle Biomarker kann einerseits in der diffusionsgewichteten (DWI) Sequenz der apparente Diffusionskoeffizient (ADC) zur Bestimmung der Diffusionsänderung im Tumorgewebe ( $ADC_{\text{Tumor}}$ ) und in den

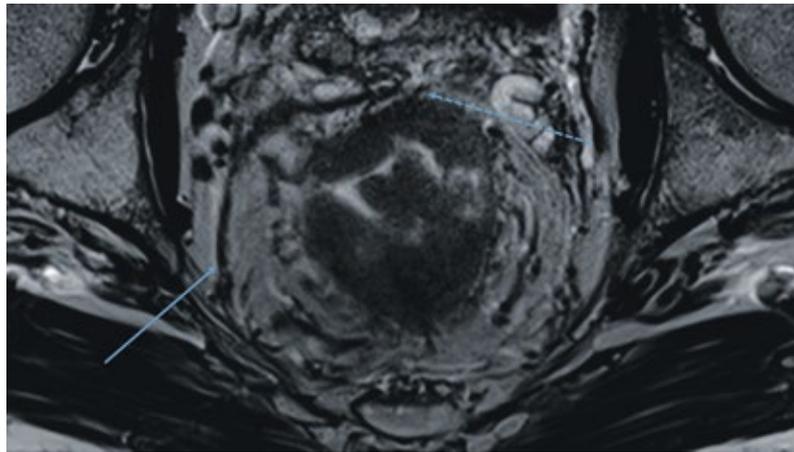


Abb. 1: Rektumkarzinom mit Infiltration der mesorektalen Faszie im MRT. In der T2-gewichteten Aufnahme ist der mesorektale Raum umgeben von der mesorektalen Faszie (→) demonstriert. Das abgebildete Rektumkarzinom im Stadium cT4 infiltriert ventral die Faszie (→).

Lymphknoten ( $ADC_{\text{Lk}}$ ) erhoben werden. Die dynamisch kontrastmittelunterstützte Bildgebung („DCE-Imaging“) liefert als Perfusions-Parameter zum Beispiel den Plasmaflow (PF) und die Mean Transit Time (MTT) als Surrogatparameter für die Neovaskularisation und die Kapillarpermeabilität des Tumors als Parameterkarte, alternativ kann die Kontrastmittelkinetik als „mean curve“ semiquantitativ ausgewertet werden.

## Diffusionsbildgebung

Mit der diffusionsgewichteten MRT wird die Brown'sche Molekularbewegung bildgebend erfasst. Eine helle Darstellung im diffusionsgewichteten MR-Bild entspricht dabei einer Struktur mit eingeschränkter freier Diffusion. Das Rektumkarzinom stellt ein Beispiel für solch ein diffusionsreduziertes Gewebe dar. Der sich aus der DWI ableitende ADC-Wert in  $\text{mm}^2/\text{s}$  erfasst das Ausmaß der Diffusion der Wassermoleküle.

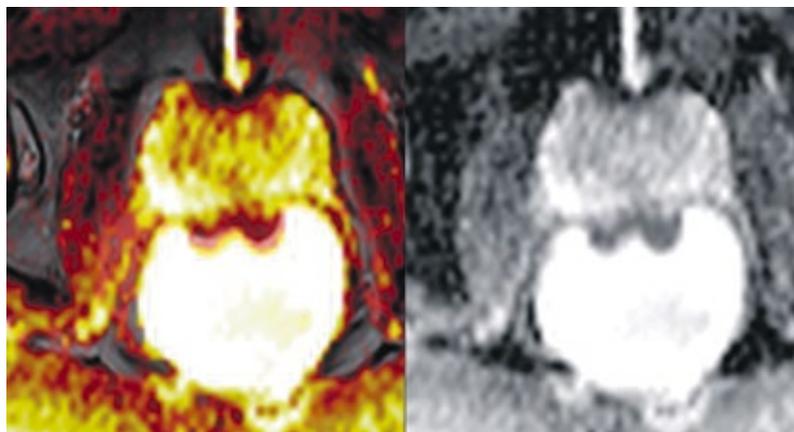


Abb. 2: Fusion DWI- mit T2 gewichteter Sequenz. Zur genaueren Lokalisation des Tumors zur Platzierung der ROI kann eine Fusion der T2-gewichteten Sequenz mit der ADC-Map erfolgen.

## Perfusionsbildgebung

Die in der DCE-Bildgebung abgrenzbare Signalintensität repräsentiert den Grad der Durchblutung einer bestimmten Gewebeeinheit über einen zeitlichen Verlauf von mehreren Minuten mittels repetitiver Sequenzen mit hoher zeitlicher Auflösung von wenigen Sekunden. Die DCE-MRT wird mit gadoliniumhaltigem Kontrastmittel (Injektion eines intravenösen Bolus) durchgeführt, worauf die konsekutive Messung der Kontrastmittelpassage erfolgt. Im Falle des Rektumkarzinoms wird so die Tumordurchblutung pro Gewebeeinheit ermittelt.

## Bildgebung in der Primärdiagnostik

Nach der primären Diagnose eines Rektumkarzinoms ist einerseits die Durchführung einer starren Rektoskopie essenziell, da hierbei der für die Operationsplanung wichtige Abstand des distalen Tumorrandes zur Linea dentata

ermittelt werden kann, und andererseits die Koloskopie mit Biopsien zur histopathologischen Diagnosesicherung und Aufarbeitung von tumorbedingten Risikoprofilen und Ausschluss eines Zweitkarzinoms. Bei der Beurteilung der lokalen Tumorausbreitung weist der endorektale Ultraschall (ERUS) insbes. für T1-Tumore eine hohe Sensitivität und Spezifität auf. In der Beurteilung der Infiltrationstiefe oder einer möglichen Sphinkterinfiltration ist die Endosonografie bei erfahrenen Untersuchern der Multislice-CT oder der hochauflösenden Dünnschicht-MRT überlegen, während der Lymphknotenstatus in der CT häufiger korrekt eingeschätzt wird als in der Endosonografie. Die Vorteile der MRT liegen vor allem in der korrekten Beurteilung der Infiltration benachbarter Organe, der präoperativen Bestimmung des freien zirkumferenziellen Resektionsrandes (CRM), in der besseren Verlaufskontrolle von Residualtumoren und der Früherkennung von Rezidiven. Wie von der „Mercury Study Group“ bereits 2007 gezeigt wurde, können durch die detaillierte Beurteilung der CRM Patienten identifiziert werden, die von einer neoadjuvanten Therapie profitieren. Die CT stellt weiterhin eine Alternative zur Festlegung des T- und N-Stadiums dar, insbesondere falls die Durchführung eines MRT aufgrund von Kontraindikationen wie z.B. Herzschrittmacher nicht möglich ist. 18FDG-Positronenemissionstomografie (PET)-Untersuchungen haben in der primären Diagnostik beim Rektumkarzinom bislang keinen Stellenwert, jedoch sind sie wertvoll sowohl bei der Beurteilung des Ansprechens auf eine neoadjuvante Therapie als auch in der lokoregionären Rezidivdiagnostik und bei der Beurteilung potentiell resektabler Lebermetastasen. Durch den Einsatz der multiparametrischen MRT wird die Genauigkeit in der Detektion von Rektumkarzinomen verbessert (DWI-Bildgebung) bzw. kann zur Detektion eingesetzt werden (DCE-Bildgebung). Bei der Beurteilung der Lymphknotensituation kann sowohl durch die DWI- als auch DCE-Bildgebung eine Verbesserung der Genauigkeit in der Lymphknotendetektion erreicht werden, allerdings mit niedrigen positiven prädiktiven Vorhersagewerten.

## Bildgebung zum Therapiemonitoring

Die Etablierung der neoadjuvanten RChT bei fortgeschrittenen Rektum-

karzinomen hat zu einem erhöhten Interesse an der Bildgebung unter der Therapie geführt. Unter idealen Bedingungen wäre es mithilfe der Diagnostik möglich, eine Risikostratifizierung der Patienten durchzuführen, um „non-responder“ frühzeitig erkennen zu können und für diese Patienten eine individualisierte Therapieanpassung durchführen zu können. Gerade für Patienten mit geringem Ansprechen müssen adäquate Indikatoren für eine rechtzeitige Änderung des Therapiealgorithmus gefunden werden, denn Patienten mit Komplettremissionen zeigen günstigere Verlaufsformen der Erkrankung mit weniger Rezidiven. Zur Entscheidung für oder gegen eine Therapieumstellung werden geeignete Biomarker benötigt, die exakt die Therapieantwort widerspiegeln. Ein solcher Marker hätte große Relevanz in Bezug auf eine Veränderung des therapeutischen Vorgehens. Einige infrage kommende Marker konnten als Prädiktoren für das Therapieansprechen von Rektumkarzinom-Patienten auf eine neoadjuvante RChT identifiziert werden, so z.B. der prätherapeutische CEA-Wert, der Abstand zwischen distalem Tumorrand und Analrand und die EGFR-Expression. Allerdings ist keiner dieser Marker in der klinischen Routine bisher als gesicherter Vorhersageparameter einsetzbar. Aufgrund der geringen Invasivität eignen sich als mögliche Prädiktoren insbesondere moderne Bildgebungsverfahren, u.a. kann hierfür die multiparametrische MRT eingesetzt werden.

### Responsebeurteilung

Zur Beurteilung des Therapieansprechens ist die morphologische MRT nur bedingt geeignet, da posttherapeutische

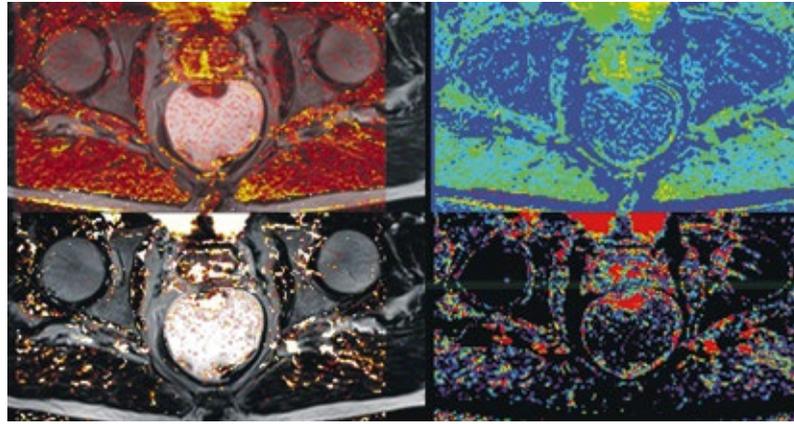


Abb. 3: Parametrische Karten des Plasma Flow und der Mean Transit Time. Dargestellt sind aus der Perfusions-MRT erstellte parametrische Karten der MTT (Bild rechts oben), in Fusion mit der T2-gewichteten Sequenz (Bild links oben) sowie die Karte des PF (Bild rechts unten), ebenfalls in Fusion mit der T2-gewichteten Sequenz (Bild links unten).

Veränderungen wie Fibrosierungen und Ödeme von residuellem Tumorgewebe nur bedingt unterschieden werden können. Beispielsweise konnte bislang mit der morphologischen MRT eine zuverlässige Vorhersage darüber, ob eine komplette Remission des Tumors nach RChT vorliegt, nicht getroffen werden – wobei dies allerdings eine Voraussetzung für einen „watch and wait“-Ansatz zum Organerhalt nach RChT wäre.

Mittels der DWI-Technik erhöht sich die Genauigkeit in der Detektion von Rektumkarzinomen von 40–69% auf 89–93% bei einer hohen Interobserver-Übereinstimmung. In der Beurteilung der Therapieresponse sind die Ergebnisse allerdings uneinheitlich, wobei Tumore mit höheren prätherapeutischen ADC-Werten (als Ausdruck einer Nekrose) ein schlechteres Ansprechverhalten auf die RChT zeigen sollen, da in den nekrotischen Arealen die Therapie nur eingeschränkte Wirksamkeit zeigt. Andere Autoren belegten diesen Zusammenhang nicht

oder berichteten über eine Korrelation niedriger ADC-Werte mit höherer Tumoraggressivität. Möglicherweise lag die Ursache der z.T. konträren Ergebnisse in der Patientenauswahl, der Studiengröße, der Auswahl der ausgewerteten regions of interests und der Interobservervariabilität. Auch in der Beurteilung der ADC-Werte von lokoregionären Lymphknoten konnten bislang zwar Tendenzen festgestellt werden, dass mittels ADC-Wert-Bestimmung maligne von benignen Nodi differenziert werden können, allerdings war der positive prädiktive Wert niedrig, was auf einen hohen Überlappungsbereich benignen vs. malignen Lymphknoten hindeutet. Durch die Perfusionsbildgebung konnte von verschiedenen Autoren übereinstimmend gezeigt werden, dass hohe prätherapeutische Austauschraten des Kontrastmittels zwischen Tumor und normaler Umgebung bzw. ein höherer Abfall der Signalintensität im Tumor prä- zu posttherapeutisch mit einem

besseren Therapieansprechen korrelierte.

Patienten mit einem kompletten Therapieansprechen (pCR) in der histologischen Aufarbeitung einer Verlaufskoloskopie stellen eine wichtige Subgruppe dar. Bei diesen Patienten kann potentiell ein nachfolgend konservativer Therapieansatz angestrebt werden. Mit der multiparametrischen MRT kann im Gegensatz zur isoliert morphologischen MRT diese Patientengruppe detektiert werden – insbesondere durch den Einsatz der DWI. So wurde im Rahmen einer größeren Patientenstudie durch die zusätzliche Anwendung der DWI eine Erhöhung der Genauigkeit in der Beurteilung von noch vitalen Tumoranteilen von 64–76% auf 86–90% erreicht.

### Zusammenfassung

Die multiparametrische MRT bei Rektumkarzinomen stellt eine vielversprechende diagnostische Methode dar, die sowohl in der primären Untersuchung als auch bei der Prädiktion bereits in die klinische Routine Einzug gefunden hat. Durch die Möglichkeit der Darstellung und der Quantifizierung des unmittelbaren Tumormilieus ergeben sich neue und spannende Ansätze für die individualisierte Therapiestratifizierung, insbesondere durch die Möglichkeit der Vorhersage einer kompletten Remission mit einer konsekutiv prinzipiell konservativen Therapiestrategie. Allerdings besteht noch Uneinigkeit in den Untersuchungsprotokollen sowohl in Bezug auf die DWI- als auch die DCE-Bildgebung, sodass durch zukünftige prospektiv multizentrischen Studien die idealen Sequenzprotokolle validiert werden müssen.

| [www.radiologie-schwetzingen.de](http://www.radiologie-schwetzingen.de) |

## ERSTES PET/MR IN BERLIN

Was lange Zeit als Zukunftsvision galt, ist nun für Berliner Krebspatienten Realität geworden: Mit der Einweihung der innovativen PET/MR-Installation am DTZ am Frankfurter Tor werden die Möglichkeiten der modernen Krebs- und Alzheimerdiagnostik maßgeblich erweitert.

Berlins erstes PET/MR-Gerät ist ein großer Schritt für die individualisierte und ganzheitliche Patientenversorgung. Hierfür wird auf einer dreidimensionalen Reise der gesamte Körper mit einer noch nie dagewesenen Detailtiefe schnell und effektiv untersucht. Bisher schwierig darzustellendes Weichteilge-

webe kann mithilfe der im Gerät integrierten Bewegungsunschärfenkorrektur ebenfalls sicher beurteilt werden. Die Untersuchung für den Patienten wird mit dem Einsatz der neuesten Software für Geräuschunterdrückung zusätzlich angenehmer. Dank der strahlungsfreien MRT Technik ist die PET/MR auch für Kinder und Jugendliche geeignet. Das neue PET/MR-Gerät vereint zwei bildgebende Techniken der modernen Diagnostik: Mithilfe der Positronenemissionstomographie (PET) ist es möglich, tumorbedingte und charakteristische Prozessveränderungen darzustellen. Dies betrifft zum einen Krebszellen,

die in einem PET-Bild aufleuchten. Zum anderen können dank dieses Prinzips auch sog. Amyloidplaques im Gehirn dargestellt werden, deren Anreicherung ein Zeichen für Demenzerkrankungen, z.B. Morbus Alzheimer, ist. Die Magnetresonanztomographie (MRT) identifiziert mittels Magnetspulen die exakte Größe und Lage der erkrankten Strukturen. Die Kombination beider Verfahren ermöglicht eine frühzeitige und für die Therapiesteuerung unerlässliche klare und detailgenaue Diagnose in nur einer Untersuchung. Mit der Einweihung dieses wegweisenden Verfahrens komplettiert das Diagnostisch

Therapeutische Zentrum Berlin seine Palette hochmoderner Diagnostik- und Therapiemöglichkeiten. Damit setzt das medizinische Versorgungszentrum erneut auf Innovation und Fortschritt. „Unserem Ziel der bestmöglichen Versorgung unserer Patienten Schritt für Schritt näher zu kommen, haben wir uns einmal mehr angenähert. Interdisziplinäre Zusammenarbeit mit dieser technischen Ausstattung und das im ambulanten Sektor ist in Deutschland einzigartig“, erläutert Prof. Dr. Wolfgang Mohnike, ärztlicher Leiter des DTZ Berlin, seine Vision.

| [www.berlin-dtz.de](http://www.berlin-dtz.de) |

# CORPORATE DESIGN

Seit mehr als 20 Jahren importiert Medior hochwertige, innovative Produkte der Medizintechnik, insbesondere aus Nordamerika, Japan und der Europäischen Union.

Die Firma etabliert diese Systeme inklusive der dazugehörigen Zulassungen und Abrechnungsmodalitäten auf dem deutschen Markt. Nun hat sich die etablierte Firma für die Überarbeitung ihres Corporate Designs entschieden. Einer der Geschäftsführer, Herr Heinz Gerhards, erläutert die Hintergründe.

*M & K: Die Medizintechnik offeriert eine breite Palette von Produkten für die unterschiedlichsten Anwendungsschwerpunkte. Auf welche Produktbereiche bzw. Anwendungsfelder ist Medior spezialisiert?*

**Heinz Gerhards:** Unser Hauptaugenmerk gilt der Frauengesundheit und der interventionellen Radiologie. Hier haben wir mit unseren starken Marken Hologic, Nemoto, Amica und Haifu seit Jahren Marktanteile erobert und setzen sogar mittlerweile die Standards auf diesen Gebieten. Doch auch die intraoperative Bildgebung ist stark im Kommen. Hier werden wir mit den Marken Newton, Paramed, GMM und wiederum Hologic Präsenz zeigen. Abgerundet wird unsere Produktpalette durch unseren IT-Partner Visus.

*Herr Gerhards, für eine Reihe von Firmen bzw. Produkten haben Sie Exklusivvertriebsrechte. Welche sind dies und was ist das Besondere an diesen Produkten?*

**Gerhards:** Im Bereich der Frauengesundheit oder „Women's Healthcare“ setzen wir mit unserem Partner Hologic derzeit die Maßstäbe in der Mammografie und Tomosynthese sowie im interventionellen Sektor und bei der Osteoporosediagnostik (DXA). Im Bereich der Mikrowellen- und RF-Ablation sind wir mit der Marke Amica des italienischen Herstellers HS (Hospital Service) ebenso im oberen Marktsegment unterwegs. In der Schnittbilddiagnostik vertreten wir exklusiv das japanische Label Nemoto bei den Kontrastmittelinjektoren und im Bereich der operativen und MRT-Bildgebung arbeiten wir mit Newton und Paramed zusammen. Ganz neue Wege haben wir in der Hifu-Therapie mit unserer



Heinz Gerhards, seit über 20 Jahren Geschäftsführer von MMS Medior Medical Supplies

chinesischen Partnerfirma Haifu beschritten.

*Was sehen Sie als Meilensteine Ihrer Produktpalette.*

**Gerhards:** Um beim letzten Hersteller zu bleiben, kann man sicherlich die beiden Haifu-Installationen in den Universitätskliniken Bonn und Frankfurt mit Fug und Recht als Meilensteine bezeichnen. Insbesondere Patienten mit Tumoren in der Leber, der Bauchspeicheldrüse und den Knochen haben jetzt eine neue noninvasive Therapieoption. Dasselbe gilt für Frauen mit Gebärmuttermyomen. Sie profitieren von der kraftvollen Hifu-Einheit und dem offenen Design des Systems. Sie können ohne Platzangstgefahr in wesentlich kürzeren Zeiten therapiert werden.

Mit unserem Partner Visus haben wir es geschafft, als erster Hersteller überhaupt bei der Einführung des bundesweiten Screeningprogramms mit beiden konkurrierenden Einladungssystemen kompatibel zu sein.

Für die Marke Hologic liegen die Meilensteine schon weiter zurück, aber inzwischen arbeiten über 50 Universitätskliniken und über 500 Anwender im Städtedreieck Kiel, Genf und Wien zuverlässig mit unseren Mammografie und Tomosyntheseanlagen.

*Nach welchen Kriterien entscheiden Sie, welche Produkte neu aufgenommen werden, und wie lange dauert ein derartiger Prozess üblicherweise?*

**Gerhards:** Zunächst einmal ist entscheidend, ob der Hersteller bereit ist,

eine längerfristige Partnerschaft mit Medior einzugehen. Ausbildung und Marktplatzierung eines Produktes ist langwierig und teuer. Deswegen halten wir ausschließlich nach Langzeitkonzepten Ausschau. Im Laufe der ersten beiden Jahre zeigt sich dann meistens, ob die Chemie, das gegenseitige Vertrauen und die Produktqualität stimmen. Sind diese Hürden genommen und wird der Hersteller nicht von einem der „Großen“ übernommen, kann sich eine längerfristige Erfolgsstory entwickeln wie beispielsweise mit Medior und Hologic.

*Viele Unternehmen sehen sich als Komplettanbieter, inwiefern gilt dies auch für Medior?*

**Gerhards:** Nur Produktplatzierungen und Verkäufe zu forcieren ist nach unserer Meinung nicht nachhaltig. Entscheidend ist an dieser Stelle der Service für die Kundenbeziehung. Beratung und Zuhören, wo und welche Produkte gefragt sind, sind ja unsere Stärke, da wir ja nicht auf eine Marke fixiert sind. Wir haben im Laufe der Zeit schon Vertretungen gezielt für einen Kunden bzw. für eine Marktnische übernommen. So sind im Laufe der Jahre viele Bereiche der diagnostischen und operativen Bildgebung und der IT hinzugekommen.

*Seit einigen Jahren engagiert sich Medior auch in der Deutschen Kamerun Hilfe. Wie sieht dieses Engagement aus und was möchten Sie damit erreichen?*

**Gerhards:** Das Kamerunprojekt ist in diesen Zeiten aktueller denn je. Nach unserem Motto „Hilfe zur Selbsthilfe“ versuchen wir, den Menschen in Kamerun lebenswerte Umstände in ihrem Land zu schaffen, damit sie sich nicht auf den Weg nach Europa machen müssen. Dazu zählt ein Ausbildungszentrum für junge Leute ebenso wie eine Krankenstation und eine Fußballschule.

Insbesondere die Krankenstation kann von den gebrauchten Medizintechniksystemen von Medior profitieren. Auch unsere Kunden sind interessiert am Austausch und am Training für die afrikanischen Kollegen.

*Hier auf dem Röntgenkongress präsentieren Sie sich zum ersten Mal mit einem neuen Corporate Design. Was gab den Ausschlag für diese Entscheidung und was wird geändert?*

**Gerhards:** Nach 22 Jahren haben wir uns entschieden, nicht mit dem beste-

henden Logo in die Rente zu gehen, sondern noch einmal frischen Wind in unser Corporate Design zu bringen. Frische Farben und fortschrittliches Design zählen ebenso zu unseren Tugenden wie unkompliziertes Auftreten in Service und Verkauf. Unser Erfolgs- garant und Maskottchen der letzten Jahre, die Giraffe, sollte ebenso Eingang in unser Logo finden. Nach einer Umfrage unter unseren Mitarbeitern wollten wir noch mehr unseren stark gewachsenen Mittelstandsgedanken und unsere Serviceorientierung zum Ausdruck bringen. Die neue Stadt für unsere Hauptveranstaltung, den Deutschen Röntgenkongress, rundete unsere Entscheidung ab.

*Welche Vorteile erwarten Sie davon?*

**Gerhards:** Natürlich sind unsere Trümpfe unsere loyalen Kunden und Mitarbeiter. Mit dem frischen Rückenwind unseres neuen Corporate Designs wollen wir bestehende und zukünftige Kunden und Mitarbeiter langfristig an uns binden und von unseren Konzepten und Strategien überzeugen. Ich denke, unser Stand auf dem Röntgenkongress wird für alle Besucher ein echter Hingucker sein.

*Und welche technischen Highlights präsentieren Sie auf dem Kongress?*

**Gerhards:** Wir stellen in der Deutschlandpremiere den Hologic Affirm Pro-ne vor, den ersten Liegendbiopsietisch mit Tomosynthesesteuerung. Ein weiteres Highlight wird das offene Upright-MRT von der Firma Paramed sein. Zu den Produkten, die sich schon bewährt haben, aber mit Facelift ausgestattet sind, zählt sowohl unser Haifu-System als auch die neue Generation des Hologic Selena Dimensions, der nun auch mit Kontrastmittelmammografie und Tomosynthese ausgestattet ist. Auch auf dem Gebiet der Durchleuchtung zeigen wir einen neuen Hersteller, nämlich GMM. Abgerundet wird unser Auftritt durch die neueste Generation der KM-Injektoren von Nemoto und das Mikrowellenablationssystem Amica. Auf diese Produktpalette bin ich als Geschäftsführer sehr stolz.

## Termin:

Überzeugen Sie sich selbst!  
Besuchen Sie uns auf dem  
DRK in Leipzig

**Halle 2 · Stand D20 und D25**

# ULTRAMARATHON – BELASTUNGSSITUATION VON EXTREMSPORTLERN

Nicht zuletzt die Teilnehmer des alljährlichen Ulmer Einstein-Marathons dürften aufatmen: Extreme Laufbelastungen führen bei durchtrainierten Sportlerinnen und Sportlern zu keinen dauerhaften Schädigungen am Hirn und den Gelenken.

Jörg Portius, Universitätsklinikum Ulm

Vielmehr zeigte der Knorpel der Fuß- und Sprunggelenke auch während des Laufens ein erstaunliches Regenerationspotential. So lauten die Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitforschung zum Transeuropa-Lauf von 2009, der seinerzeit von einem Mediziner- und Forscherteam um Dr. Uwe Schütz aus der Klinik für Diagnostische und Interventionelle Radiologie am Universitätsklinikum Ulm mit einem mobilen Kernspingerät (MRT) begleitet wurde.

Auf diese Weise konnten einmalige Daten von den teilnehmenden Extremsportlern gewonnen werden, die tiefe Einblicke in die Auswirkungen eines Ultramarathons auf den menschlichen Körper geben. Wohlgermerkt: Der Vergleich zwischen einem Marathonlauf (42,2 Km) und einem Ultramarathon (in diesem Fall 4.487,7 km) hinkt zu gegebenem Maße, doch die Erkenntnis, dass extremes Laufen überhaupt zu signifikanten Veränderungen im Bereich der grauen Hirnsubstanz führen kann, dürfte wohl ganz besonders intensiv trainierenden Sportfreunden zumindest ein kurzes Stirnrunzeln abringen.

„Die Auswertung der MRT-Aufnahmen zeigte, dass das Volumen der grauen Hirnsubstanz am Ende der gut zwei Monate dauernden Extrembelastung im Durchschnitt um 6,1% zurückgegangen war. Dabei waren einige Hirnbereiche mehr und andere weniger betroffen“, erläutert Projektleiter Dr. Uwe Schütz. Doch der Wissenschaftler kann beruhigen: „Nach acht Monaten zeigten erneute MRT-Aufnahmen, dass sich die Hirnsignale der Ultraathleten wieder vollkommen erholt hatten.“

Zum Vergleich: Im Verlauf natürlicher Alterungsprozesse kommt es durchschnittlich zu einem Rückgang der grauen Hirnsubstanz um 0,2%



Dr. Schütz (links) und Dr. Billich im Jahre 2009 vor dem mobilen MRT-Gerät.

Foto: Universitätsklinikum Ulm

pro Jahr. Mediziner sprechen in diesem Fall von einer Atrophie des Gehirns, die unumkehrbar ist. „Und das ist der große Unterschied zu den Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Transeuropa-Laufs“, bilanziert Dr. Schütz. Es konnten bei den durchtrainierten Extremsportlern keine dauerhaften Hirnschädigungen festgestellt werden. Das beobachtete Phänomen der vorübergehenden Hirnvolumenreduktion kann nach Meinung von Hirnforschern vor allem dadurch erklärt werden, dass durch das ultralaufbedingte überdurchschnittlich hohe Energiedefizit, mit weitgehendem Aufbrauch relevanter Fettreserven des Körpers, auch das Gehirn versucht Energie einzusparen, und daher die während eines solchen wochenlangen Transkontinentallaufes weniger benötigten Hirnareale vorübergehend „abschaltet“.

## Lückenlose Dokumentation

Das eigentliche Hauptaugenmerk der Forschung lag auf den Auswirkungen auf die Gelenke der 67 Sportler, von denen 45 die Strecke von der süditalieni-

sehen Hafenstadt Bari bis zum Nordkap schafften. Aus wissenschaftlicher Sicht wertvoll war die besondere Möglichkeit, die gesamten Veränderungsprozesse in den Körpern lückenlos feststellen zu können. Normalerweise beschränken sich sportmedizinische Studien nämlich auf einen Vorher-Nachher-Befund.

## Störungen im Knorpel

Alle drei bis vier Tage untersuchten die Ulmer Wissenschaftler die Teilnehmer aus zwölf Nationen, die täglich zwischen 44 und 95 km laufend zurücklegten. „Die MRT-Aufnahmen, die wir in unserem eigens mitgeführten Lkw anfertigten, zeigten schnell, dass die Gelenke auf die Strapazen signifikant reagierten“, erläutert Projektleiter Schütz. „Es kam auf den ersten 1.500 km in allen Gelenken zu einer Zunahme der T2-gewichteten Signale, darunter ist ein Marker zu verstehen, der eine Störung im Knorpel anzeigt“, so Dr. Schütz weiter. Von dieser Beobachtung nimmt er lediglich die Knie- scheibe aus, da dieses Teilgelenk des

Kniegelenkes beim Laufen auf der Ebene keine relevante Belastung erfährt.

Was bedeutet die T2-Zunahme? Die Forscher gehen davon aus, dass aufgrund der Extrembelastung der Verlauf der oberflächlichen Kollagenfasern gestört wurde und durch teilweise Zerstörung von Knorpelmatrixproteinen der Wassergehalt des Knorpels zugenommen hatte. „Im Bereich des Sprunggelenks konnten wir einen T2-Anstieg um 20,9%, im Knöchel um 25,6% und im Bereich des Mittelfußes um 26,3% feststellen“, sagt Schütz. Spitzenreiter sei ein Bereich des Kniegelenks (Femorotibialgelenk) mit Werten bis zu 44% gewesen.

## Gelenke erholten sich noch während des Extremelaufs

Je mehr Kilometer jedoch im Verlauf des „Transeuropa-Laufs“ zurückgelegt wurden, umso mehr erholte sich der Gelenkknorpel, was eine neue und erstaunliche Beobachtung ist. Lediglich im Kniegelenk blieben die Werte erhöht. „Wir hatten eigentlich erwartet, dass die Fußgelenke auf Dauer anfälliger sind, denn ihre Gelenkfläche ist kleiner, damit ist auch die Belastung pro Flächeneinheit größer“, führt Studienleiter Schütz aus. Darüber hinaus sei interessant, dass sich der Durchmesser der Achillesferse vergrößert habe. Knöcherne Strukturen insgesamt seien durch die enormen Belastungen tendenziell nicht in Mitleidenschaft gezogen worden, auch wenn es bei zwei Läufern zu Ermüdungsbrüchen im späteren Rennverlauf kam. | www.uniklinik-ulm.de |

## Der „Transeuropa-Lauf“

Der „Transeuropa-Lauf“ fand vom 19. April bis 21. Juni 2009 statt und führte über 4.487,7 km von Bari bis zum Nordkap. Das Forschungsprojekt der Ulmer Wissenschaftler wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) mit 200.000 € gefördert. Das mobile MRT-Gerät inklusive eines separaten Stromaggregats wurde auf einem Sattelzug mit einem Gesamtgewicht von 37 t durch ganz Europa transportiert. Die Ulmer Wissenschaftler fertigten nicht nur MRT-Aufnahmen an, sondern nahmen täglich Messungen der Temperatur und Hautfaltendicke vor. Hinzu kam die Entnahme von Urin- und Blutproben.

# ENTWICKLUNG EINER BALANCED SCORECARD ALS STRATEGISCHES KENNZAHLENSYSTEM

Am Universitätsklinikum Jena (UKJ) ist ein Kennzahlensystem zur strategischen Steuerung des Leistungsgeschehens basierend auf dem Balanced-Scorecard-Konzept für die klinische Radiologie entwickelt worden.



Prof. Dr. Ulf Teichgräber, Felix Güttler, Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie, Jena, und Prof. Rainer Sibbel, Institute for International Health Management, Frankfurt School of Finance & Management, Frankfurt am Main

Dieses berücksichtigt die Zuweiser- und Patientenperspektive und legt den Fokus auf die internen Prozesse in der Radiologie. Darauf aufbauend ist ein „Management-Cockpit“ für eine Führungs- und Berichtsscorecard sowie ein internes Prozessmonitoring eingeführt worden.

Die Radiologie des UKJ ist als zentraler Dienstleister innerhalb des Krankenhauses ein Servicecenter (Costcenter) für die Kliniken (Profitcenter). Die Radiologie ist als klinisches Institut mit eigener Budget- bzw. Kostenverantwortung, aber ohne eigene Stationen (Krankenhausbetten) und Ambulanzen etabliert. Die radiologischen Leistungen werden über eine interne Leistungsverrechnung (ILV) angelehnt an den Abrechnungskatalog der Gebührenordnung für Ärzte (GOÄ) vergütet. Das bisherige Berichtswesen für die Radiologie besteht aus einem Kosten- und Erlös-basierten Kennzahlensystem (KZS) im Rahmen einer Ein-Jahresbudgetierung. Die Planung und Steuerung erfolgt somit ausschließlich auf Grundlage von Kosten- und Erlösgrößen, wobei das Ergebnis im Wesentlichen durch den ILV-Katalog bestimmt wird. Das größte Optimierungspotential für die Effizienz der Leistungserbringung liegt jedoch bei den Arbeitsprozessen. In dem traditionellen Berichtswesen in der Radiologie existieren diesbezüglich

keine messbaren Kennzahlen, die beispielsweise den Personaleinsatz, die Patientenwartezeiten oder die Dauer der Befunderstellung beschreiben. Hierzu ist eine Erweiterung des vorhandenen Berichtswesens notwendig, das zusätzlich auf Faktoren wie die Arbeitsprozesse fokussiert und somit sowohl intern wie auch in Beziehung auf die Zuweiser einen Mehrwert ermöglicht.

## Implementierungsschritte

Ein mehrdimensionales Kennzahlensystem wie die Balanced Scorecard (BSC, englisch für ausgewogener Berichtsbogen) erfüllt diese Anforderung. Die BSC ist bereits Anfang der 90er Jahre von Kaplan und Norton als ein KZS zur Messung, Dokumentation und Steuerung der Aktivitäten eines Unternehmens oder einer Organisation im Hinblick auf seine Vision und Strategie entwickelt worden. Bei der BSC werden die traditionellen finanziellen Kennzahlen durch eine Kunden-, eine interne Prozess- und eine Lern- und Entwicklungsperspektive ergänzt. Zielstellung am UKJ war es, ein zielorientiertes Kennzahlensystem für die klinische Radiologie basierend auf dem BSC-Konzept zu entwickeln, welches die Zuweiserperspektive als Ergebnisdimension und die internen Prozesse der Radiologie als Leistungstreiber berücksichtigt. Darüber hinaus sollten „Kennzahlen-Cockpits“

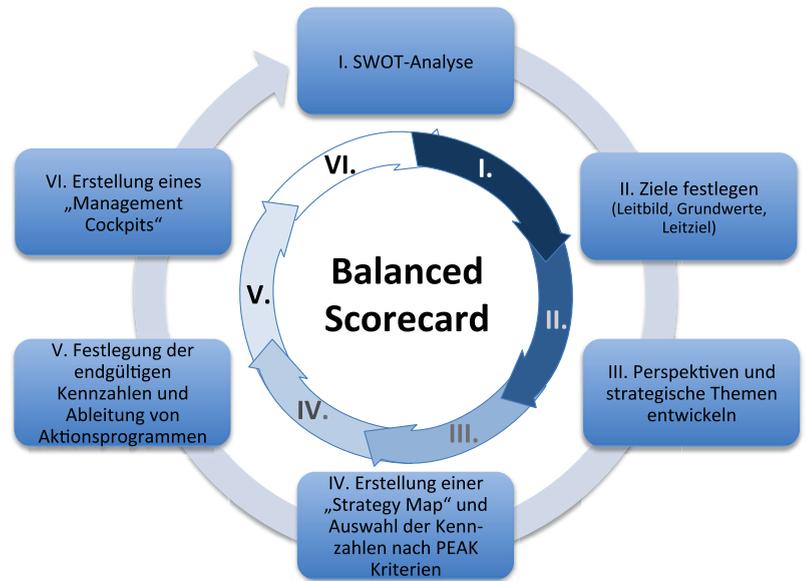


Abb. 1: Systematik zur Erstellung einer Balanced Scorecard für die Radiologie

etabliert werden, welche reduziert auf die wesentlichen Ergebnis- und Leistungskennzahlen als Führungs-, Berichts- und Monitoring-Scorecards dienen und dargestellt werden sollten.

Die Erstellung der BSC für die Radiologie des UKJ erfolgte in sechs Implementierungsschritten beginnend mit einer SWOT-Analyse, über eine Ableitung des Leitziels, der Entwicklung der vier Perspektiven, der Festlegung von strategischen Handlungsfeldern, der Erstellung einer „Strategy Map“, der Auswahl und Festlegung der Kennzahlen unter Verwendung eines Filters und der Ableitung von Akti-

onsprogrammen, um anschließend das Kennzahlen-Cockpit zu erstellen (Abb. 1). Die Übersetzung der Strategie in die gewünschten Erfolgsgrößen wird in der sogenannten Kaplan-Norton-„Pyramide“ zusammengefasst.

Die klassische hierarchische Anordnung der Perspektiven ist für die Anwendung in der Radiologie angepasst worden. Anstelle der Finanzperspektive als oberste Hierarchieebene wurde die Kundenperspektive gewählt. Die Radiologie bedient entgegen vieler anderer klinischer Einrichtungen im Krankenhauswesen zwei Kundengruppen: Patienten und klinische Zuweiser

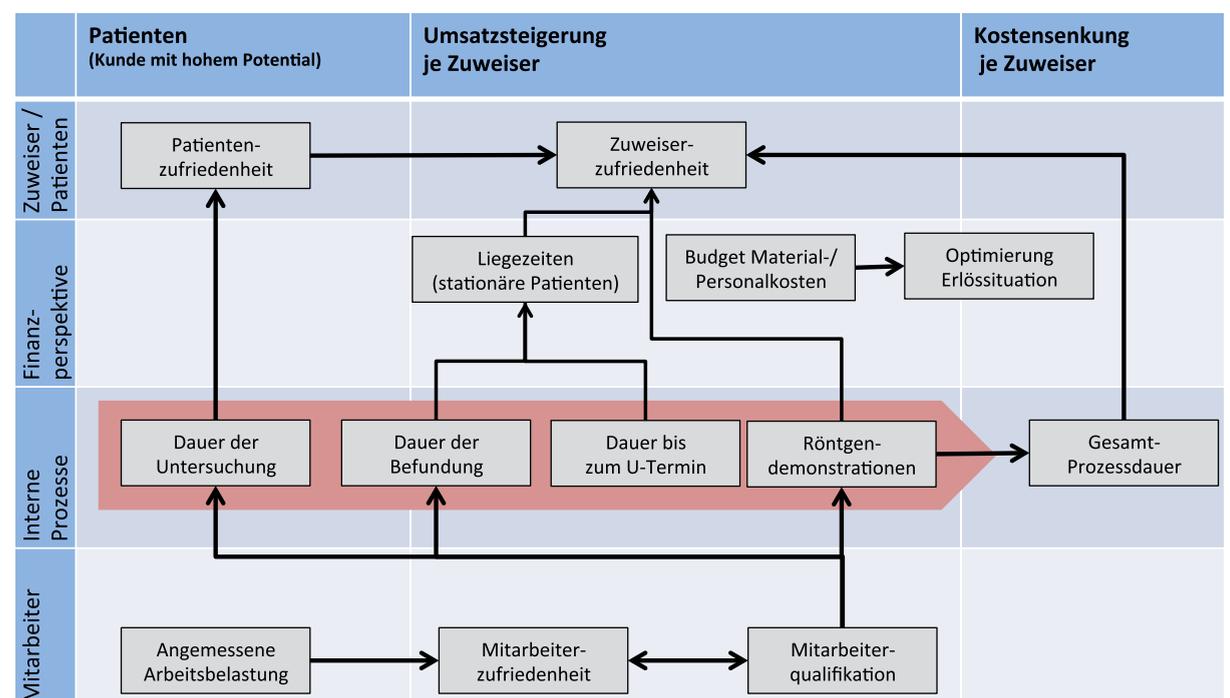


Abb. 2: „Strategy Map“ der Radiologie am UKJ (die rot eingefassten Kennzahlen entsprechen den Themenschwerpunkten für die BSC)

(andere Kliniken innerhalb des Klinikums). Beide Kundensegmente werden zusammen in der Patienten- und Zuweiserperspektive betrachtet. Es folgt in hierarchischer Unterordnung die Finanzperspektive, gefolgt von der internen Prozessperspektive und Mitarbeiterperspektive.

Die strategischen Handlungsfelder orientieren sich an der Wertschöpfungskette des radiologischen Arbeitsprozesses und sind gleichzeitig auch die wichtigsten Leistungstreiber. Der Arbeitsprozess ist in die drei grundlegenden Handlungsfelder Anmeldung von Röntgenleistungen, Röntgenuntersuchung und Befunddemonstrationen (ehem. Röntgendemonstrationen) unterteilt. Aus der „Strategy Map“ und der Literaturanalyse konnten 34 Kennzahlen für die Radiologie extrahiert

und einer Gütebewertung zugeführt werden (Abb. 2). Mit dem Horváth-&Partner-Filter konnte die Anzahl auf 18 Kennzahlen für die monatliche Berichtscorecard reduziert werden. Es sind drei Aktionsprogramme abgeleitet worden:

1. Steigerung der Kompetenz (Facharzt-Standard, MTRA-Schulung),
2. Verbesserung der Zuweiser- und Patientenzufriedenheit,
3. Erhöhung der Produktivität.

Im Rahmen des Management-Cockpits ist zusätzlich ein tägliches Prozessmonitoring mithilfe einer Monitoring Scorecard eingeführt worden. Die Berichtscorecard besteht aus 18 Kennzahlen und wird monatlich automatisch aktualisiert. Die jährliche Führungscorecard umfasst 10 Kennzah-

len mit jeweils einer Kennzahl aus der jährlichen elektronischen Mitarbeiter- und Zuweiserbefragung. Die jeweiligen Scorecards des Management-Cockpits werden voll automatisiert erstellt und sind über ein Web-Portal abrufbar.

#### Fazit

Die BSC ermöglicht es, eine Strategie für die Radiologie als zentraler Dienstleister zu entwickeln, die eng an den Bedürfnissen der zuweisenden Kliniken orientiert ist. Mit der BSC steht für die Radiologie des UKJ ein neues Führungsinstrument mit messbaren Kennzahlen zur Verfügung, nicht nur um die Ressourcen effektiv und effizient zu nutzen, sondern auch um neue Potentiale zu entwickeln. Die angewandte und in vielen Bereichen an-

gepasste Methodologie der Erstellung der BSC für die Radiologie am UKJ ist nicht als Kochbuchrezept für andere klinische Einrichtungen zu verstehen und sollte methodisch immer an das Leitbild („Mission“) und die Leitziele („Vision“) der jeweiligen Einrichtung angepasst werden. Eine strategische Situationsanalyse mit anschließender langfristig orientierter Zielfestlegung sollte immer als erster Schritt vor der Definition von Kennzahlen für eine BSC erfolgen. Die Auswahl der Kennzahlen sollte anhand zuvor festgelegter Handlungsfelder und einer Gütebewertung durchgeführt werden, die den Erhebungsaufwand für die Kennzahlen und somit auch die praktische Umsetzbarkeit berücksichtigt.

| [www.med.uni-jena.de](http://www.med.uni-jena.de) |



Entdecken Sie die Möglichkeiten des INFINITT PACS und besuchen Sie uns auf dem Deutschen Röntgenkongress in Leipzig | Halle 2 | Stand D16

[infinitt.com](http://infinitt.com)



# DIE QUALITÄT DER BEFUNDUNG ERHÖHEN

In der „guten alten Zeit“ war vieles einfacher. Der Radiologe hat das Bild aus dem Ultraschall und dem PET-CT an einem Farbdisplay befundet, die sonstigen an einem Graustufenmonitor.

Jedes Bild hatte seine Gamma-Kurve, entweder 2.2 oder DICOM. Heute setzen Krankenhäuser vermehrt auf Multimodalitätsmonitore, auf denen sowohl Graustufen- als auch Farbinformationen angezeigt werden sollen. Der Anwender muss also zwischen den Presets wechseln. Schwierig wird es, wenn eine Aufnahme Schwarzweiß- und Farbinformationen enthält. Hier ist jedes Preset nur ein Kompromiss. Mit Dynamic Gamma schafft Totoku einen Ausweg aus dem Dilemma, wie Marcel Herrmann, Marketing Manager Medical Displays, im Interview auf dem Europäischen Röntgenkongress (ECR) in Wien erläuterte.

*M & K: Was verbirgt sich hinter Dynamic Gamma, Herr Herrmann?*

**Marcel Herrmann:** Die Technologie ist im Display integriert und sorgt für eine optimale Darstellung unterschiedlich farbiger Informationen in einem Bild. Die Software analysiert jedes einzelne Pixel und erkennt automatisch, welche Bilddaten an welcher Stelle auf dem Schirm dargestellt werden. Zur



Marcel Herrmann, Marketing Manager Medical Displays bei Totoku

Darstellung jedes einzelnen Pixels auf dem Monitor wird dann das jeweils passende Gamma – DICOM Gamma oder ein Gamma 2.2 – ausgewählt. Der Anwender muss nichts konfigurieren oder einstellen. Dynamic Gamma ist ein Ergebnis der engen Zusammenarbeit der Entwicklungsteams von Totoku und Jvckenwood.

*Bei anderen Monitoranbietern können auch farblich unterschiedliche Informationen auf einem Monitor dargestellt werden. Was unterscheidet die Lösung von Totoku von denen anderer Hersteller?*

**Herrmann:** Bei anderen Lösungen kann der Anwender das Display in Quadrate

aufteilen und diesen bestimmte Werte zuweisen. Das funktioniert nur manuell und mit einer externen Software. Dazu ist es recht grob, weil nur größere Einheiten markiert werden können. Besonders problematisch sind Quer- oder Längsverläufe, etwa Venen.

Dynamic Gamma entscheidet automatisch auf Pixelbasis, welche Darstellung vorliegt und welches Gamma verwendet werden soll. Das bietet nur Totoku.

*Welche Vorteile ergeben sich daraus?*

**Herrmann:** Der Anwender spart Zeit durch die Automatisierung und erhält durch die pixelgenaue Darstellung qualitativ bessere Bilder.

Mit Dynamic Gamma kann er – anders als vorher – farbige und Graustufeninformationen in einem Bild optimal darstellen, etwa bei der Elastographie zur Mamma-Tumordiagnostik, wo unterschiedliche Dicken in verschiedenen Bereichen farblich hervorgehoben werden.

*Häufig gibt es heute keinen separaten Monitor für die Befundung mehr, sie erfolgt in einem Fenster im Diagnostikdisplay. Wo liegen da die Nachteile, Herr Herrmann?*

**Herrmann:** Ein Befundungsmonitor ist im Vergleich zu einem Standarddisplay teilweise um den Faktor 3 heller. Das macht das Schreiben sehr anstrengend, da die weiße Fläche des Textfeldes stark blendet.

*Was ist die bisherige Lösung?*

**Herrmann:** Ein auswählbarer Textmodus. Den kann man im Display aktivieren, dann senkt sich die Helligkeit, der Radiologe kann den Befund erstellen, wechselt wieder in den Befundmodus und schaut sich die nächste Röntgenaufnahme an.

*Totoku hat das anders gelöst.*

**Herrmann:** Genau. Das bekannte Vorgehen war uns zu kompliziert, weil der Anwender immer manuell zwischen den Modi wechseln muss. Unser Auto-text-Mode, erkennt automatisch, wenn sich ein Textfenster öffnet, dimmt es automatisch herunter. Der Rest inklusive der Röntgenaufnahme bleibt in der Originalhelligkeit. Das war bisher so an einem Monitor nicht möglich.

*Wie funktioniert das?*

**Herrmann:** Die Software erkennt hier rechteckige Formen, da Textfelder in der Regel rechteckig sind. Dann orientiert sie sich an der Fenstergröße und dimmt die Helligkeit herunter, je größer die weiße Fläche ist. Dies geschieht auch wieder innerhalb des Displays ohne zusätzliche Software auf der Workstation.

*In welchen Modellen sind die neuen Technologien bereits integriert?*

**Herrmann:** Das CCL550i2, also unser aktuelle 5-Megapixel-Display, ist der erste Monitor mit Dynamic Gamma und Auto Text Mode. Ab der nächsten Generation rüsten wir dann weitere Farbgeräte damit auszurüsten. ■■

## WEITERBILDUNG UNERLÄSSLICH

Die 69. Jahrestagung und MTRA-Tagung der bayerischen Röntgengesellschaft findet vom 13. bis 15. Oktober in Kempten statt.

Um sowohl der medizinischen als auch der technischen Entwicklung Rechnung zu tragen, ist Weiterbildung unerlässlich. Die Jahrestagung bietet die Möglichkeit, sich aus einem breiten Querschnitt vieler aktueller Themen fortzubilden. Es erwarten die Teilnehmer Sitzungen aus den Themengebieten Abdomen, Herz, muskuloskeletalem System, Neuroradiologie, Kinderradiologie, Intervention und Hybridbildgebung – und das alles immer in Hinblick auf die praktische Nützlichkeit im radiologischen Alltag in Klinik und Praxis. Dazu wird es



Sommerwolke am Iseler  
Foto: Kilian Lipp

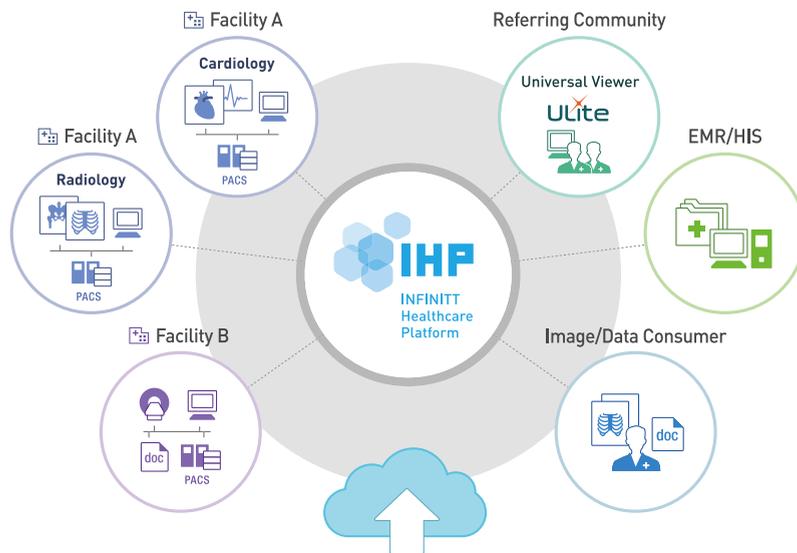
auch in diesem Jahr wieder ein spezielles Programm für MTRAs sowie die bewährten „Fit für den Facharzt“-Kurse geben, Letztere mit dem Schwerpunkt auf Onkologie. Ergänzt wird das breitgefächerte Programm mit Abrechnungseminaren (auch für entsprechend tätige MTRAs und Mitarbeiter aus den Sekretariaten etc., speziell auch zu Intervention) und einem Aktualisierungskurs für die Fachkunde nach Röntgenverordnung sowie durch eine begleitende Industrieausstellung. Die Tagung findet in den modernen Veranstaltungsräumen der BigBox im Zentrum von Kempten statt.

| [www.brg-kongress.de](http://www.brg-kongress.de) |

# DATENMANAGEMENT DER NEUEN GENERATION – VNA

In den letzten Jahren konnte eine deutliche Zunahme von medizinischen Bilddaten in den verschiedenen klinischen Institutionen beobachtet werden. Dabei handelt es sich nicht nur um das gestiegene Volumen an DICOM-Daten aus den klassischen Bereichen der medizinischen Bildgebung, sondern auch um sog. Non-DICOM-Daten aus den anderen medizinischen Bereichen. Diese sind u. a. Audiodaten, Videos, Medizingerätedaten oder Dokumente. Bislang wurden die Daten in entsprechenden spezialisierten Abteilungssystemen gespeichert – der Austausch ist daher oftmals ein komplexer Vorgang und die Kosten zum Betrieb der einzelnen Systeme nicht zu vernachlässigen.

Eine Lösung für dieses Szenario stellt ein herstellerunabhängiges Archiv (Vendor Neutral Archive, VNA) dar. Die Infinit HealthCare Platform



## Vereinfachter Datenaustausch mit der Infinit HealthCare Platform

(IHP) ist mehr als nur ein VNA: Sie bietet neben den Funktionen der multimedialen und regelbasierten Archivierung auch die Informationsverteilung über bestehende Standards wie HL7, IHE und DICOM sowie Integrationsmöglichkeiten über RESTful-Schnittstellen und offene Schnittstellen in andere

PACS und Informationssysteme. Non-DICOM Daten, wie z. B. Dokumente (pdf, Word, Excel etc.) oder Multimedialdaten werden im ursprünglichen Dokumentenformat belassen. Die IHP übernimmt die Rolle des Datenmanagementsystems und erlaubt im Zusammenspiel mit der elektronischen

Patientenakte den einfachen Informationsaustausch über Abteilungs- und Institutionsgrenzen hinweg.

Das intelligente Information-Lifecycle-Management (ILM) unterstützt die Einhaltung der datenschutzrechtlichen Vorgaben und erlaubt die Umsetzung von Informationsmanagementstrategien.

Eine mögliche Benutzerschnittstelle ist der integrierte universelle Viewer Infinit ULite TM. Auf alle Informationen aus dem IHP können unter Berücksichtigung der Zugriffsrechte auf Patienten- oder Fallebene zugegriffen werden.

Zusammenfassend vereinfacht die Infinit HealthCare Platform den Datenaustausch und die Datenverwaltung, vermeidet zukünftige PACS-Migrationen und ermöglicht die volle Datenintegrität. [| www.infinit.com](http://www.infinit.com)

### Termin:

Erfahren Sie mehr und besuchen Sie uns auf dem DRK in Leipzig  
**Halle 2 · Stand D16**

## IMPRESSUM

**Herausgeber:**  
Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, GIT VERLAG  
**Publishing Director:**  
Steffen Ebert

**Regional Commercial Director:**  
Dr. Katja Habermüller

**Chefredakteurin:** Ulrike Hoffrichter M.A.  
Tel.: 06201/606-723, [ulrike.hoffrichter@wiley.com](mailto:ulrike.hoffrichter@wiley.com)

**Verkaufsleiter:** Dipl.-Kfm. Manfred Böhrler  
Tel.: 06201/606-705, [manfred.boehler@wiley.com](mailto:manfred.boehler@wiley.com)

**Redaktion:** Dr. Jutta Jessen,  
Tel.: 06201/606-726, [jutta.jessen@wiley.com](mailto:jutta.jessen@wiley.com)

**Freie Redakteurin:**  
Claudia Schneebauer, Frankfurt

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

**Mediaberatung:** Dipl.-Kfm. Manfred Böhrler  
Tel.: 06201/606-705, [manfred.boehler@wiley.com](mailto:manfred.boehler@wiley.com)  
Osman Bal, Tel.: 06201/606-374, [osman.bal@wiley.com](mailto:osman.bal@wiley.com)

Susanne Ney, Tel.: 06201/606-769,  
[susanne.ney@wiley.com](mailto:susanne.ney@wiley.com)

Miryam Reubold, Tel.: 06201/606-127,  
[miryam.reubold@wiley.com](mailto:miryam.reubold@wiley.com)

**Anzeigenvertretung:** Dr. Michael Leising  
Tel.: 03603/895-112, [leising@leising-marketing.de](mailto:leising@leising-marketing.de)

**Redaktionsassistent:** Christiane Rothermel  
Tel.: 06201/606-746, [christiane.rothermel@wiley.com](mailto:christiane.rothermel@wiley.com)

**Herstellung:** Christiane Pothast (Herstellung);  
Silvia Edam (Anzeigenverwaltung);  
Ruth Herrmann (Satz, Layout);  
Elli Palzer (Litho)

**Sonderdruck:** Christiane Rothermel  
Tel.: 06201/606-746, [christiane.rothermel@wiley.com](mailto:christiane.rothermel@wiley.com)

**Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, GIT VERLAG**  
Boschstraße 12, 69469 Weinheim,  
Tel.: 06201/606-0, Fax: 06201/606-790,  
[mk@gitverlag.com](mailto:mk@gitverlag.com), [www.gitverlag.com](http://www.gitverlag.com)

**Bankkonten**  
Commerzbank AG, Mannheim  
Konto-Nr.: 07 511 188 00, BLZ: 670 800 50  
BIC: DRESDEFF670, IBAN: DE94 6708 0050 0751 1188 00  
Druckauflage: 32.000 (1. Quartal 2016)

M&K kompakt ist ein Supplement 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 unaufgefordert eingesandte 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,  
Flomersheimer Straße 2-4, 67071 Ludwigshafen  
Printed in Germany

ISSN 0176-053 X

**GIT VERLAG**  
A Wiley Brand

## 53. JAHRESTAGUNG DER GESELLSCHAFT FÜR PÄDIATRISCHE RADIOLOGIE

Vom 15. bis 17. September ist die schwäbische Landeshauptstadt Stuttgart Gastgeber der 53. Jahrestagung der Gesellschaft für pädiatrische Radiologie (GPR). Der Veranstaltungsort der Jahrestagung und der Fortbildungen für MTRA und Ärzte, das GENO-Haus Stuttgart, liegt in der Stadtmitte nahe dem Bahnhof, mit Blick auf die neu gebaute Stadtbibliothek. Tagungspräsidentin ist Priv.-Doz. Dr. Thekla von Kalle, Ärztliche Direktorin des Radiologischen Instituts im Olgahospital Klinikum Stuttgart. Zur Jahrestagung werden etwa 300 Teilnehmer aus Deutschland, Österreich und der Schweiz erwartet. Die GPR ist die deutschsprachige medizinisch wissenschaftliche Fachgesellschaft der Kinderdiagnostik. Ziel der Gesellschaft ist

es, eine qualifizierte radiologische Versorgung aller Heranwachsenden, unter Beachtung der Besonderheiten des jeweiligen Lebensalters, zu fördern. Die Jahrestagung dient dem Austausch von Erfahrungen und der Vermittlung neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse an alle interessierten Ärzte und Medizinisch-technischen Assistenten und ist damit auch eine Investition in die Zukunft der erkrankten Kinder.

[| www.gpr-jahrestagung.de](http://www.gpr-jahrestagung.de)



© Elnur - Fotolia.com

## MRT-KOMPATIBLER HERZSCHRITTMACHER

St. Jude Medical hat die CE-Zulassung seines Nanostim Leadless Pacemaker nach der Kategorie „MR Conditional“ für 1,5-T-Scans bekannt gegeben. Dank der Zulassung können sich Patienten mit bereits erfolgter oder zukünftiger Implantation des Nanostim Leadless Pacemaker in ganz Europa sicher einer

MRT-Ganzkörperuntersuchung unterziehen. Die jüngste Zulassung ergänzt das angebotene Portfolio an MRT-kompatiblen Produkten und erweitert für Patienten den Zugang zu den technologischen Vorzügen des Nanostim Leadless Pacemaker. Dabei handelt es sich um den weltweit ersten rückholba-

ren elektrodenlosen Herzschrittmacher, der auf dem Markt erhältlich ist. Er hat weniger als ein Zehntel der Größe eines herkömmlichen Herzschrittmachers und wird direkt im Herzen implantiert, ohne dass dafür eine chirurgische Tasche oder Stimulationselektroden benötigt werden. [| www.sjm.com](http://www.sjm.com)

# KORONARE HERZERKRANKUNG – STELLENWERT DER COMPUTERTOMOGRAFIE

Die Koronare Herzerkrankung (KHK) ist die Einzel-Todesursache Nr. 1 weltweit.



Dr. Ralph Maderthaler, Universitätsklinik für Radiologie, Allgemeine Radiologische Diagnostik, LKH Graz, Österreich

Die höchste Mortalitätsrate findet sich in Osteuropa und in zentralasiatischen Ländern, die niedrigsten in Ländern mit hohem Einkommen. Erklärbar ist das durch die größeren Populationsraten und höheren altersspezifischen Todesraten in Niedrig- und Mittel-Einkommensländern mit dem Zuwachs an Risikofaktoren wie rasante Urbanisation, zunehmend ungesunder Lebensweise und Tabakkonsum. Und obwohl die altersspezifischen Todesraten in den industrialisierten Ländern sinken – aufgrund Risikomodifizierung, schnellerem Einsetzen und Verbesserung der Therapie –, ist auch hier, aufgrund der zunehmend älter werdenden Population, die KHK die Haupttodesursache.

## Kardiale Computertomografie

Die bildgebende Abklärung der KHK spielt in der Diagnose, Therapie und für die Patientenprognose eine wesentliche Rolle. Die kardiale Computertomografie (CT) ist dabei eine nicht-invasive Modalität, die seit vielen Jahren etabliert ist und aufgrund des technischen Fortschrittes immer mehr Einzug in die tägliche Routineabklärung der KHK nimmt.

Die kardiale CTA (CT Angiografie) stellt die Koronarien direkt dar (siehe Abb.1) dar mit der Möglichkeit der Stenosequantifizierung. Gemäß anerkannter Guidelines gelten u. a. folgende Indikationen im Rahmen der KHK Abklärung als sinnvoll:

- Ausschluss einer KHK bei niedriger intermediärer Vortestwahrscheinlichkeit, Patienten mit atypischen Thoraxschmerzen und nichtkonklusiven Belastungstests und niedrigem oder niedrig bis intermediärem Risiko für eine KHK, Prä-operative/Prä-interven-

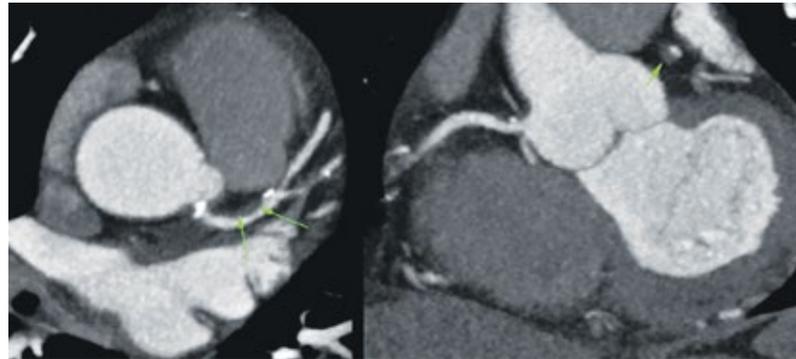


Abb. 1: Beispiel einer instabilen Plaquebildung der proximalen LAD

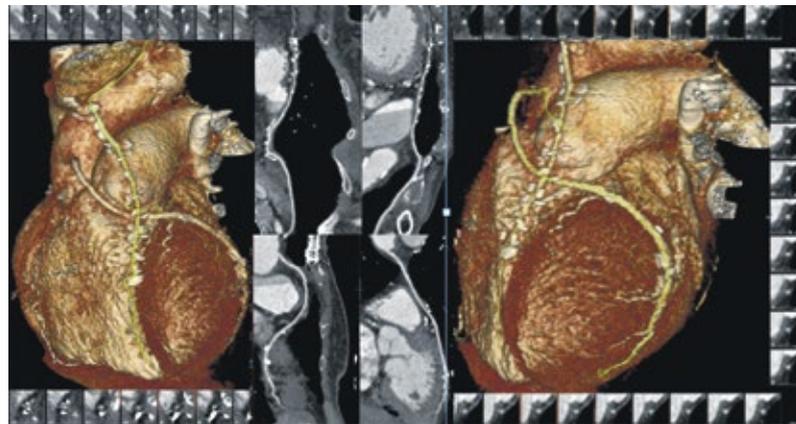


Abb. 2: Beispiel einer Bypass-CTA: offene Bypässe mit CABG zu einem Marginalast und LIMA zur mittleren LAD

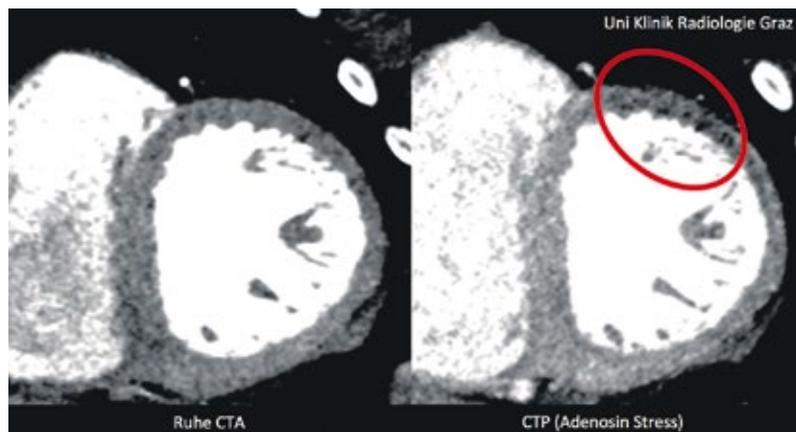


Abb. 3: Myokardiale CT-Perfusion mit reversiblen Myocard-Perfusionsdefekt der basalen Linksventrikel-Vorderwand. Links Abbildung unter Ruhebedingungen vor und rechts unter Stressbedingungen während i.v.-Adenosin-gabe

tionelle Untersuchung vor großen Eingriffen, Patienten mit bekannter KHK zur Therapieplanung.

- Weitere mögliche Anwendungsgebiete in der KHK-Diagnostik sind u. a. Patienten mit Herzinsuffizienz unklarer Ätiologie, Triple Rule Out, Patienten mit bekannter KHK, bei welchen die CTA der Koronarien zusätzliche Informationen zu Therapieplanung und Monitoring bieten kann.

- Präoperativ vor Bypass-OPs, insbesondere vor minimalinvasiven Eingriffen zur Evaluation der LIMA-Lage und des LAD-Verlaufes, Patienten nach

koronarer Bypass-OP, wenn die Hauptfrage die Offenheit und Morphologie des Bypasses und nicht die komplette koronare Situation ist.

- Bei koronarangiografisch dokumentiertem Gefäßverschluss zur Planung der perkutanen Intervention, ggf. komplementär bei speziellen invasiv interventionellen Fragen.

Nicht geeignete Zuweisungen sind u. a. symptomatische Patienten mit hoher Vortestwahrscheinlichkeit für KHK, Patienten mit eindeutig positivem Ischämietest.

Limitationen hat die CTA insbesondere bei hoher Kalkdichte der Plaques, hier kann es aufgrund von Blooming Artefakten zu einer Stenoseüberschätzung bzw. unzureichender Beurteilbarkeit kommen. Auch Coronarstents sind oft nicht diagnostisch zu beurteilen, insbesondere bei peripherer Lokalisation und bei mehrfach eingebrachten Stents.

## Strahlenexposition

Die Strahlenexpositionswerte haben sich die letzten Jahre erfreulicherweise deutlich reduziert, Dosiswerte von nur mehr ca. 1 mSV sind mit High-End-CT-Geräten keine Seltenheit. Verglichen mit dem invasiven Herzkatheter (ca. 8 mSV) und der Myokardszintigrafie liegen bei der CTA deutlich niedrigere Expositionswerte vor.

Das konnte durch den technischen Fortschritt erzielt werden: Einerseits werden immer mehr Zeilen mit dadurch größeren Detektorweiten verwendet, andererseits immer schnellere CT-Geräte mit kürzeren Röhrenrotationszeiten. Das Herz kann damit häufiger in nur einem Herzschlag abgebildet werden: Single heart beat Imaging, somit müssen möglicherweise inkongruente Rohdaten bei Arrhythmien oder bei Extrasystolen aus verschiedenen Herzzyklen nicht fusioniert werden. Auch weitere Adaptationen an Hardware und Software (iterative Rekonstruktions-Algorithmen) haben zur Dosisreduktion geführt.

Soll man Betablocker zur Frequenzsenkung geben oder macht das bei neuen CT-Geräten keinen Sinn mehr? Prinzipiell kann man Patienten mit immer höheren Herzfrequenzen untersuchen, teilweise kann man sogar bei Vorhofflimmern, Arrhythmien und Extrasystolen diagnostische Ergebnisse erzielen. Beste Voraussetzung für eine optimale CT ist aber ein Sinusrhythmus mit einer Herzfrequenz  $\leq 60$ /min. Damit reduziert sich im Gegensatz zu höheren Herzfrequenzen auch die Strahlenexposition, da bei höheren Herzraten oft über mehrere Herzschläge die Daten akquiriert werden müssen. In unserer Abteilung geben wir bei Sinusrhythmus, Herzfrequenz  $> 60$ /min und fehlenden Kontraindikationen oral Betablocker. Damit lässt sich in der Regel eine gute Frequenzanpassung erzielen.

Auch die Nitrolingualgabe vor dem Kontrastmittelscan ist bei fehlendem Vorliegen von Kontraindikationen zu

empfehlen, da damit die Beurteilbarkeit der Koronarien für die Befunderstellung verbessert wird. Vereinzelt kann es zu einer nitrobedingten Cephalaea nach der Untersuchung kommen. In diesen seltenen Fällen erhalten bei uns die Patienten i. d. R. eine Infusion und können nach kurzer Beobachtungszeit wieder entlassen werden.

### Calcium Scoring

Beim Calcium Scoring erfolgt eine CT des Herzens ohne Kontrastmittelgabe zur Beurteilung der Kalklast. Damit kann eine Risikowahrscheinlichkeit des Vorliegens keiner/einer geringen oder einer hochgradigen Koronarstenose angegeben werden. Vorsichtig sollte man bei dieser Einschätzung bei symptomatischen Patienten sein. Hier kann in seltenen Fällen eine signifikante Koronarstenose, z. B. bedingt durch eine nicht verkalkte Plaquebildung, trotz unauffälligem Calcium Scoring vorliegen. Das Calcium Scoring wird gegenwärtig vor allem bei asymptomatischen Patienten mit intermediärem Risikoprofil empfohlen. Die Dosiswerte belaufen sich auf ca. 1–1,5 mSV. Wir führen bei jedem Patienten vor einer kardialen CTA ein Calcium Scoring durch und beurteilen hier auch die Sinnhaftigkeit einer CTA. Abhängig vom Verteilungsmuster und dem Grad der Kalklast macht eine CTA möglicherweise keinen Sinn, hier wird dann gleich ein Herzkatheter empfohlen. Wenn eine CTA durchgeführt wird, eignet sich das Calcium Scoring hervorragend zur Planung der CTA und zur Eingrenzung des Scanbereichs und damit auch zur Dosisreduktion.

Können Herzbybässe gut beurteilt werden? – Ja, sowohl arterielle und venöse Bypässe können sehr gut hinsichtlich Offenheit und Stenosen, einschließlich der proximalen und distalen Anastomose, beurteilt werden. Auch die LIMA/RIMA-Beurteilung mit Scanrange über den gesamten Thorax stellt kein Problem dar, auch in der Herz-CT-Bypass-Diagnostik haben sich die Dosiswerte im Vergleich zu früher deutlich reduziert. Es gibt aber Probleme bei der Beurteilbarkeit der nativen peripheren dünnkalibrigen Koronarieabschnitte, die bei Bypass-Patienten oft hochgradig verkalkt sind (Abb. 2).

Zur Beurteilung der Durchblutung könnte aber ebenso wie bei Patienten mit hoher Kalklast oder mit implantierten Stents eine vielversprechende weitere Untersuchungsmodalität zur richtigen Diagnose beitragen:

### Myokardiale CT-Perfusion

Die myokardiale CT-Perfusion (CTP): Zusätzlich zur CTA erfolgt eine CTP unter Applikation eines Stressmedi-

kamentes (Adenosin). Damit kommt es bei signifikanter Koronarstenose zu einer Minderperfusion des Myokards mit Absenkung der CT-Dichtewerte (Abb. 3). Die Kombination aus CTA und CTP hat eine ähnlich gute Aussagekraft wie die Kombination aus Herzkatheter und SPECT, und die CTA und CTP haben zusammen weniger Dosis als ein Herz-CTA-Spiralscan mit dem weit verbreiteten 64-Zeilen-CT (Core 320 Multicenter Multinational Diag-

nostic Study). Mit CTA/CTP besteht die einzigartige Möglichkeit einer kompletten bildgebenden Abklärung der KHK in einer Untersuchung: Koronariendarstellung, sichere Zuordnung zu einem Myokardterritorium und die Perfusionsbeurteilung.

Weitere Trends in der kardialen CTA gehen in Richtung verbesserten Plaque Assessments (qualitativ und quantitativ) und nicht interventioneller Schätzung der koronaren fraktionellen

Flussreserve (FFR-CT) anhand von Computersimulation des Blutflusses in den Koronarien. Es können die Daten von einer routinemäßigen kardialen CTA verwendet werden. Die FFR ist ein wichtiger Wert hinsichtlich hämodynamischer Relevanz einer Coronarstenose und der Wahrscheinlichkeit, ob der Patient von einer Revaskularisation profitieren wird oder nicht.

Literatur beim Autor erhältlich.

| <http://radiologie.uniklinikumgraz.at> |



Eine Bildqualität, die Sie von einem mobilen C-Bogen nicht erwartet hätten.

## Beste Bildgebung. Für Ihre Anforderungen.

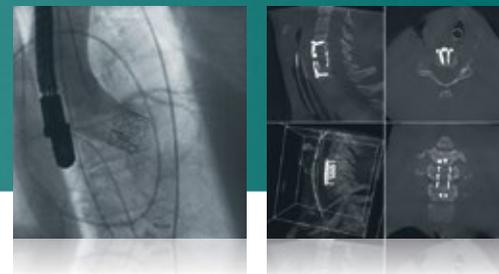
„Kann ich einen mobilen C-Bogen wirklich auch für kardiologische Eingriffe einsetzen?“

Mit unserem speziell entwickelten Herzprogramm, leistungsstarken Generatoren und digitaler Flachdetektor-Technologie bieten unsere C-Bögen beste Ergebnisse bei anspruchsvollsten Operationen.

„Wie erreiche ich mehr intraoperative Sicherheit bei Wirbelsäulen-OPs?“

Ziehm Vision RFD 3D reduziert die Rate der Revisionsoperationen. In nur 3 Minuten wird ein 3D-Datensatz mit einer Kantenlänge von 16 cm generiert, der die Überprüfung der korrekten Implantatpositionen zulässt.

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



ziehm imaging

# DAS CARDIO-CT IST EIN ECHTER ZUGEWINN

Die Radiologie in der Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow und in dem Caritas Diagnostikum Pankow ist weit über die Stadtgrenzen hinaus bekannt. Ein wichtiger Grund ist der neue Aquilion PRIME.

Bis zu 25 CT-Untersuchungen täglich schafft das Team mit dem Neuzugang. Nicht nur beim Cardio-CT mit überzeugender Bildqualität.

Die Maria Heimsuchung Caritas-Klinik Pankow liegt in fußläufiger Nähe zum Rathaus. Und macht nicht nur deshalb seinem Namen als Kiezkrankenhaus alle Ehre. Trotz seiner vergleichsweise kleinen Bettenanzahl von 245 zählt es auch zu den Hauptanlaufstellen des mittlerweile gutbürgerlichen Bezirks im Norden von Berlin. Jährlich werden hier 11.000 Patienten stationär versorgt, in der Rettungsstelle finden ambulant 27.000 Patienten Hilfe. Doch nicht nur Pankower kommen in das 2001 komplett modernisierte katholische Krankenhaus. Patienten reisen mittlerweile aus ganz Berlin und Brandenburg an.

Ein entscheidender Grund ist sicher das Caritas Diagnostikum Pankow. Als MVZ angegliedert, bietet es ambulante Dienste von der Radiologie, Inneren Medizin über die hausärztliche Versorgung bis hin zur Laboratoriumsmedizin. Vor allem die Radiologie hat mit ihrer innovativen Technologie weit über die Grenzen Berlins von sich reden gemacht. „Vor sieben Jahren war hier alles noch auf den klinischen Betrieb ausgerichtet, heute kommen

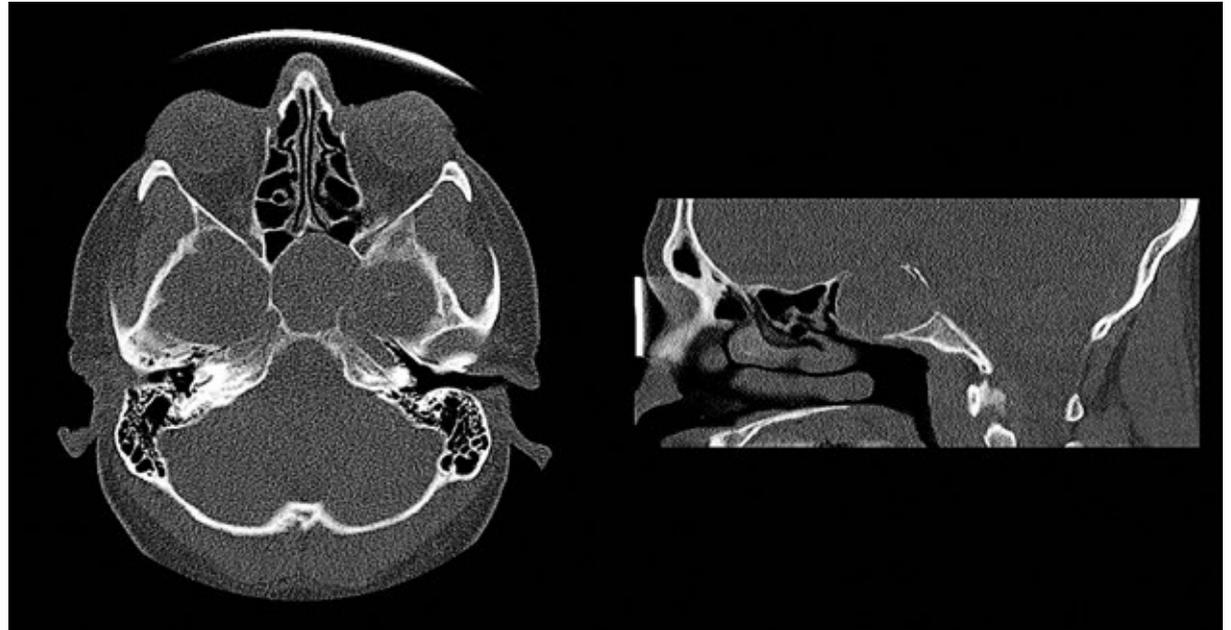


Abb. 1: (l.) CT-Rekonstruktionen mit Zufallsbefund eines Makroadenoms der Hypophyse im Low-Dose-NNH-CT. 30-jähriger Mann vom HNO-Arzt überwiesen zu uns zur Abklärung einer chronischen Sinusitis, ggf. OP-Vorbereitung; Untersuchung in Low-Dose-Technik, Zufallsbefund einer Ballonierung der Fossa hypophysialis als Hinweis auf eine Raumforderung. (r.) MRT einige Tage später: Makroadenom der Hypophyse

mehr als die Hälfte unserer Patienten ambulant“, erklärt Chefarzt der radiologischen Klinik und des MVZ Dr. Christian Nitzsche. Sein Team aus insgesamt fünf Radiologen, 13 MTAs und fünf Arzthelferinnen hält täglich zwei Zeitblöcke für ambulante Patienten frei.

Um den steigenden Patientenzahlen und gleichzeitig hohen Ansprüchen an die radiologische Diagnostik gerecht zu werden, hat der Chefarzt im November letzten Jahres aufgerüstet: Mit dem Aquilion PRIME aus dem Hause Toshiba ergänzt nun ein CT-Gerät der neuesten Gerätegeneration die Ausstattung aus konventioneller Röntgendiagnostik, CT, MRT bis hin zur interventionellen Schmerztherapie (PRT) und Tumorthherapie. „Bisher hat das Gerät

unsere Erwartungen voll und ganz erfüllt“, bilanziert Dr. Christian Nitzsche.

Die Auflösung ist deutlich besser, die Untersuchungszeiten haben sich merklich verkürzt. Vor Einführung des Aquilion PRIME lag ein Patient gut zehn Minuten im CT, heute sind es geschätzt höchstens fünf Minuten. „Früher hat es länger gedauert, die Bildserie zu berechnen als den Patienten zu lagern, jetzt ist es andersherum“, verdeutlicht Nitzsche den beschleunigten Workflow. Täglich führt das Team nun 22 bis 25 Untersuchungen durch.

Den Ausschlag für das neue High-End-Gerät gab dem Radiologen zufolge aber vor allem die erheblich geringere Strahlendosis gegenüber bisherigen Untersuchungen. „Der Aquilion PRIME hat mit seiner iterativen Dosisredukti-

on AIDR 3D auf jeden Fall das Potential, die Strahlenexposition um 75 % in der Routine zu reduzieren“, sagt Nitzsche. Zudem erfolgen die Rekonstruktionen und Videosequenzstellungen über eine hochmoderne und schnelle serverbasierte Workstation. Der dadurch verbesserte Workflow erhöht die Anzahl an Routine-Untersuchungen. Dazu zählen die Bildgebung von Thorax, Abdomen, Wirbelsäule, Gelenken, Schädel, Nasennebenhöhlen sowie die CT-Angiografien (z. B. Aorta, Carotis, virtuelle Angiografie), CT-Colonografien (virtuelle Dickdarmspiegelung, Fly Through) oder CT-Myelografien.

Positive Erfahrungen hat das Team außerdem schon mit den Low-Dose-CT-Untersuchungen beispielsweise zur Tumordiagnostik gesammelt. „Seit wir

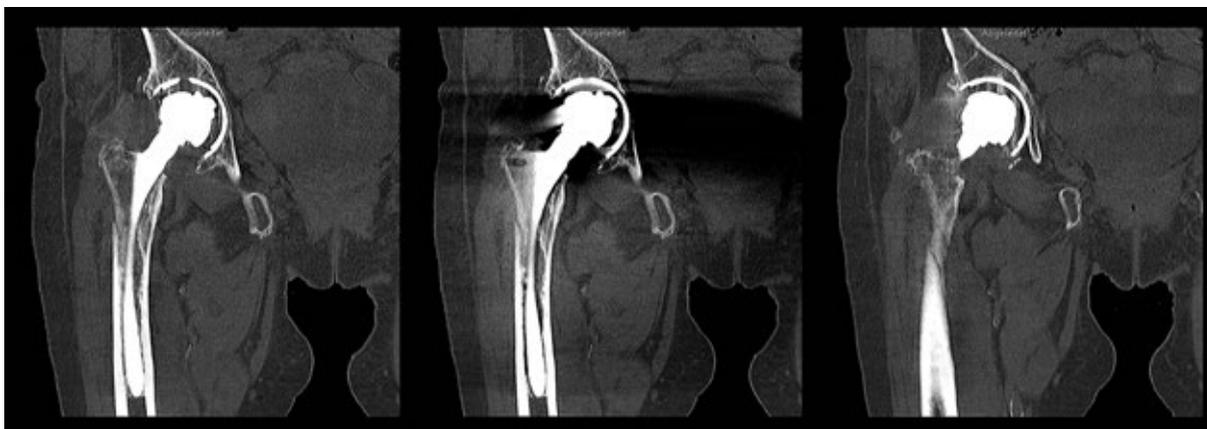


Abb. 2: Darstellung der Qualitätsverbesserung und Reduzierung der Artefakte durch SEMAR bei einer Patientin mit beidseitiger Hüft-TEP und periprothetischer Fraktur rechts, koronare Reformatierung mit und ohne SEMAR-Funktionalität und Darstellung der Frakturlinie. Aktuell Verdacht auf eine periprothetische Fraktur rechtsseitig nach erneutem Sturz: konventionelles Röntgen ohne diesbezügliche sichere Aussage; kein Frakturachweis, CT mit SEMAR-Technik: Darstellung einer Schrägfraktur periprothetisch am proximalen Femur rechts, deutliche Artefaktreduktion gegenüber der Scanteknik ohne SEMAR beim bisherigen Gerät, zumal wie in diesem Fall auch noch kontralateral eine artefakt hervorrufoende Prothese vorliegt. Links unten: ohne SEMAR, Mitte: mit SEMAR



Chefarzt der radiologischen Klinik und des MVZ Dr. Christian Nitzsche

die Low-Dose-Technik anbieten, steigt die Nachfrage merklich.“ Nitzsche zufolge aus berechtigtem Grund. „Bei einem Low-Dose-Lungen-CT zum Ausschluss von Metastasen ist etwa nur ein Drittel der bisherigen Strahlendosis nötig.“

„Ein echter Zugewinn ist zudem das Cardio-CT im Low-Dose-Bereich, das wir nun als völlig neue Leistung anbieten können“, freut sich Nitzsche. „Viele Zuweiser, auch aus dem Umland, schicken ihre Patienten speziell für diese Herzuntersuchung.“ Das Gerät kontrolliert die Herzfrequenz während der gesamten Untersuchung mithilfe eines EKGs, die Strahlung wird entsprechend den Herzphasen automatisch optimiert. „Das Cardio-CT überzeugt durch eine exzellente Bildqualität.“

Die innovative Low-Dose-Technik hat in den ersten Monaten auch schon zu Zufallsbefunden geführt. So zeigte beispielsweise eine Untersuchung eine Ballonierung der Fossa hypophysialis als Hinweis auf eine Raumforderung. Der 30-jährige Patient war vom HNO-Arzt zur Abklärung einer chronischen Sinusitis und einer eventuellen Operationsvorbereitung überwiesen worden. Das MRT bestätigte wenige Tage später den CT-Befund in axialer und sagittaler Ebene: Makroadenom der Hypophyse (siehe Abb. 1).

Auch die sog. SEMAR-Technologie (Single Energy Metall Artefact Reduction) bringt den Berliner Radiologen bei so mancher Fragestellung einen echten Zusatznutzen. SEMAR reduziert Metallartefakte, die durch Implantate wie z. B. in Knien und Hüfte etc. verursacht werden können. Die deutlich bessere Bildqualität erleichtert die Bildbeurteilung, insbesondere des umliegenden Gewebes. Nitzsches Beispiel verdeutlicht die Vorteile von SEMAR: Bei einer 75-jährigen Patientin mit beidseitigen Hüft-Total-Endoprothesen (HüftTEPs) bestand nach erneutem Sturz-Verdacht auf eine periprothetische Fraktur rechtsseitig.

Das konventionelle Röntgen erlaubt diesbezüglich keine sichere Aussage; eine Fraktur war nicht nachweisbar. Das CT mit SEMAR-Technik brachte dann Klarheit: Die Darstellung zeigte eine periprothetische Schrägfraktur am proximalen Femur rechts. „Wir konnten eine deutliche Artefaktreduktion gegenüber der Scantechnik ohne SEMAR beim bisherigen Gerät feststellen“, resümiert Nitzsche, „zumal wie in diesem Fall auch noch kontralateral eine artefakt hervorrufofende Prothese vorlag“ (siehe Abb. 2 Hüftcor1: koronare Reformatierung mit Darstellung der Prothese, Hüftcor2: koronare Reformatierung mit Darstellung der Frakturlinie).

Doch nicht nur die fortschrittliche Technologie spricht aus Sicht des

Berliner Radiologen für den Aquilion PRIME. Vorteile bringen zudem die große Gantryöffnung von 78 cm und die Feed-first-Lagerung. Im Gegensatz zu anderen Anbietern habe Toshiba mit der großzügigen Gantryöffnung rechtzeitig auf die steigende Anzahl an Adipösen eingestellt, findet der Radiologe. „95 Prozent unserer Patienten fahren wir heute zudem mit den Füßen zuerst in das Gerät.“ Für sehr viele Patienten sei das weniger belastend. Bei beispielsweise Intensivpatienten mit

Drainagen und Schläuchen erleichtern die Funktionen zudem die Lagerung für die MTAs. Bei allen technischen Neuerungen aber darf der Patient nicht vergessen werden, das betont Nitzsche. Er legt großen Wert darauf, dass seine Patienten sich wohlfühlen. Tageslicht in allen Räumen sowie sanfte Pastelltöne an den Wänden schaffen eine angenehme Untersuchungsatmosphäre. Unterstützt wird sie durch farbige LED-Leuchten, die zeitgleich mit dem CT-Wechsel an der Decke des Unter-

suchungsraumes installiert wurden. Durch audiovisuelle Anweisungen auf einem Bildschirm am Aquilion PRIME werden die Patienten sanft durch die Untersuchung geführt. „So wissen sie jederzeit, was passiert und wie lange sie noch den Atem anhalten müssen, bis die Untersuchung zu Ende ist“, schließt Nitzsche.

| www.toshiba-medical.de |  
| www.caritas-klinik-pankow.de |

Seien Sie dabei in der:

**M&K kompakt**  
**MEDIZIN & GESUNDHEIT**  
M&K kompakt: 32.000 Exemplare als Supplement / Vollbeilage

in M&K 06/2016 zum **HAUPTSTADTKONGRESS**  
**MEDIZIN & GESUNDHEIT, BERLIN, 08.-10.06.2016**

**Ihre Mediaberatung**  
Manfred Böhler 06201/606-705, manfred.boehler@wiley.com  
Miryam Reubold 06201/606-127, miryam.reubold@wiley.com  
Osman Bal 06201/606-374, osman.bal@wiley.com  
Susanne Ney 06201/606-769, susanne.ney@wiley.com  
Dr. Michael Leising 03603/893112, leising@leising-marketing.de

**Termin**  
■ Erscheinungstag: 02.06.2016  
■ Anzeigenschluss: 27.04.2016

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

# MODERNE ULTRASCHALLDIAGNOSTIK IN KLINIK, FORSCHUNG UND PRAXIS

Aktuelle Entwicklungen der modernen Ultraschall-diagnostik beziehen sich auf den Einsatz immer besserer detailauflösender Multifrequenzsonden.



Prof. Dr. Ernst-Michael Jung, Dr. Isabel Wiesinger und Prof. Dr. Christian Stroszczyński, Institut für Röntgendiagnostik, Universitätsklinikum Regensburg, Interdisziplinäres Ultraschallzentrum

Zum Einsatz bei der dynamischen digitalen vaskulären Bildgebung, der Beurteilung von Gewebemorphologie mithilfe der Ultraschall-Elastografie, der Kontrastmittelsonografie mit Perfusionsanalyse. Auch immer schnellere Techniken der Bildfusion von Ultraschall mit der Computertomografie (CT) oder Magnetresonanztomografie (MRT) mit Navigationstechniken für Biopsien und Interventionen sind möglich.

## Aktuelle Entwicklungen Ultraschalldiagnostik B-Mode

Eine deutlich verbesserte Rechnerleistung, Prozessoroptimierung, die zunehmend vollständig digitale Bildgebung und besonders der Einsatz hochauflösender Multifrequenz-Ultraschallsonden ermöglichen im B-Bild sowohl in der Tiefe als auch besonders an der Oberfläche eine bis dato nicht gekannte Detailgenauigkeit. Ursprünglich an Hochleistungsgeräten entwickelte Bildoptimierungen wie das Tissue Harmonic Imaging (THI), das hochfrequente Wellen zur Detailauflösung nutzt, die Option des Ultraschall-CT oder Cross Beam, dem Einschallen aus verschiedenen Winkeln gleichzeitig, vergleichbar der CT, oder auch das Speckle Reduction Imaging zur Reduktion von Kantenartefakten und Homogenisierung sind zunehmend allseits als Option für die tägliche Praxis verfügbar. Auch der Einsatz einer Bildcolorierung mit der Option des Photopic und eine Panoramabild-

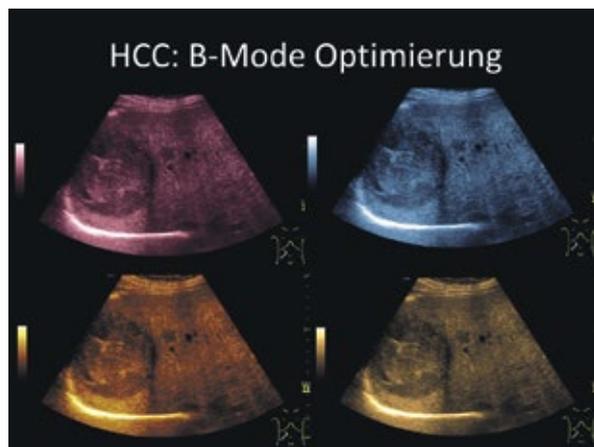


Abb. 1: Verwendung einer Multifrequenzsonde (1–6 MHz) mit Tissue Harmonic Imaging und verschiedenen Farbgebungen im B-Mode mit Cross Beam und SRI zur Erfassung eines echoinhomogenen Tumors des rechten Leberlappens (hepatocelluläres Cracinom (HCC))

darstellung sind mittlerweile in der Routine wählbare Optionen.

Den eigenen Erfahrungen nach können diese Bildoptimierungs-Funktionen mit dem Einsatz von Multifrequenzsonden für das Abdomen (1–6 MHz), für die vaskuläre Bildgebung (6–9, 5–10 MHz) und für die Weichteilsono-graphie (6–15, 9–18 MHz) die Abgrenzung von Parenchymveränderungen, die Beurteilung von komplizierten Zysten und soliden Anteilen sowie das Erkennen von Gefäßwandveränderungen und Thrombosen deutlich erleichtern.

Damit lassen sich gezielte ultraschallgesteuerte Interventionen, wie Feinnadelaspirationen bei Schilddrüsenbefunden, Punktionen wie bei Organtumorherden oder auch Drainagen bei entzündlichen Verhalten oder Abszessen leichter durchführen. Die digitale Bildspeicherung und Anbindung an das PACS ist ebenso hilfreich für eine

verbesserte interdisziplinäre Therapieentscheidung und Dokumentation.

## Vaskuläre, digitale Bildgebung

Seit Langem haben sich die Farbkodierte Duplexsonografie (FKDS) und Power Doppler (PD) ein breites diagnostisches Spektrum in der vaskulären Bildgebung über viele Fachdisziplinen erobert. Dennoch bleiben technische Limitationen. Neue digitale Fluss-Darstellungen wie der B-Flow, Dynamic Flow oder S-Flow versuchen, diese zu schließen. Sie sind weniger winkelabhängig und können gleichzeitig hohen und niedrigen Fluss sehr detailgenau an der Grenze zur Gefäßwand abbilden. Frühe Gefäßwand-Veränderungen, initiale Plaques, aber auch die Beurteilung von Dissektionen, hochgradigen Stenosen und von Fisteln lassen sich mit diesen Verfahren oftmals erleich-

tern. Es können aber auch die gezielte Beurteilung von Fluss-Veränderungen bei Dialyseshunt und Interventionsplanung und die Behandlung von Aneurysmen und Pseudoaneurysmen besser geplant werden. Auch hierbei erweist sich die digitale Bildspeicherung und PACS-Anbindung für interdisziplinäre Entscheidungen als sehr hilfreich.

## Kontrastmittelsonografie (CEUS)

Ursprünglich wurden Ultraschallkontrastmittel der ersten Generation als Echosignalverstärker zur besseren Beurteilung von hochgradigen Stenosen und zur Erfassung der intratumoralen Gefäße vom nicht-zystischen Leberläsionen genutzt. Neue Techniken des Contrast Harmonic Imaging mit niedrigem Mechanischen Index ( $MI < 0.29$ ) und die Verwendung von Sulphur

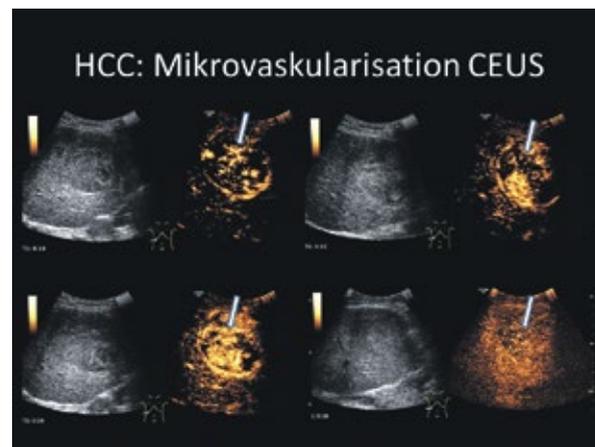


Abb. 2: Nach Injektion von 1.5 ml SonoVue i. v. irreguläre Mikrovaskularisation eines HCC in arterieller Phase (15–50 sec) und Wash out in der Spätphase (nach 3–5 Min) als Malignitätskriterium

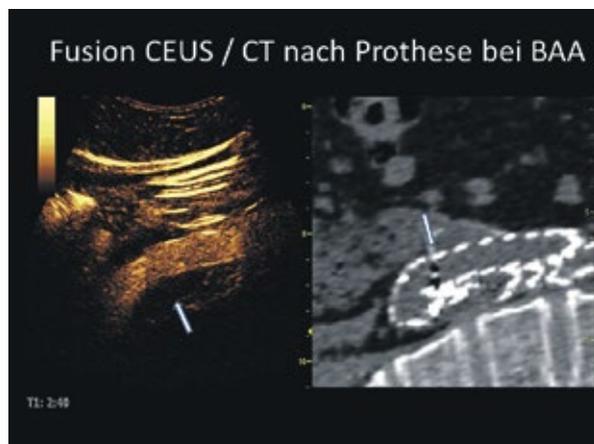


Abb. 3: Fusion CEUS/CT zur Kontrolle der Durchblutung nach perkutaner Behandlung eines abdominalen Aneurysmas (BAA). Bei Niereninsuffizienz Injektion von 2 ml SonoVue i. v. für CEUS, CT ohne Kontrastmittel

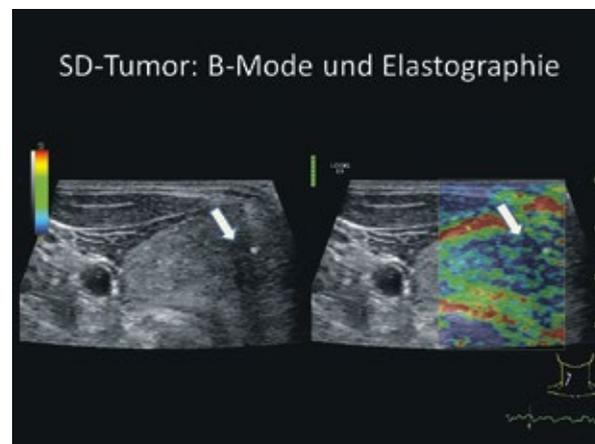


Abb. 4: Echoinhomogener Tumor linker Schilddrüsenlappen mit deutlichen Verhärtungen (blau) in der Elastografie, szintigrafisch kalter Knoten links

Hexafluoride Microbubbles (SonoVue/RACCO) eröffnen eine Vielzahl von Anwendungen zur Erfassung der dynamischen Mikrovaskularisation. In einer Multizenterstudie der DEGUM konnte der hohe diagnostische Stellenwert von CEUS bei der Detektion und Charakterisierung von Lebertumoren im Vergleich zur CT und teilweise auch der MRT aufgezeigt werden. Eigene Untersuchungen unterstreichen die große Bedeutung und weisen auf die Bedeutung von CEUS zur Detektion und Charakterisierung von Lebertumoren, auch intraoperativ, hin.

Weitere aktuelle Studien zeigen die Bedeutung von CEUS zur Charakterisierung von komplizierten Nierenzysten und -tumoren, zur Beurteilung abdominalen Aneurysmen und deren postinterventionellen Kontrolle, von Organ-Minderdurchblutungen, entzündlichen Darmveränderungen, Kontrolle nach Transplantation und vielen weiteren klinischen Anwendungen zur Erfassung der Mikrovaskularisation. Dabei liegt der entscheidende Vorteil bei der Bildgebung mit SonoVue darin, dass auch eine eingeschränkte Nierenfunktion keine Kontraindikation darstellt wie bei Röntgenkontrastmitteln.

### Ultraschallelastografie

Zu Beginn standen Techniken nach dem Scherwellenprinzip, die nach manueller Kompression in verschiedenen Graustufen oder farblich kodiert Gewebeschichten abbilden konnten. Dann gelang es über unterschiedliche Geschwindigkeiten, verschiedene Grade der Leberparenchymverdichtung bis zur Zirrhose oberflächennah zu

definieren. Aktuelle Entwicklungen ermöglichen dies auch in tieferen Gewebeschichten. Auch die Charakterisierung von Tumoren aufgrund unterschiedlicher Verdichtung ist möglich. Erfolgversprechend erscheint die Beurteilung von Schilddrüsen-, -tumoren und Tumorlymphknoten.

### Perfusionsanalyse CEUS

Zunehmend werden qualitative Auswertungen der dynamischen Mikrovaskularisation anhand von in US-Geräten integrierten Perfusionsprogrammen ermöglicht. So kann über die Bestimmung von Time to Peak (TTP) und Area under the curve (AUC) ein Eindruck über Organ-Minderdurchblutungen, das Ausmaß von Shunts und Fisteln, aber auch der veränderten Darmdurchblutung bei M. Crohn gewonnen werden. Deutlich mehr Möglichkeiten einer Perfusionsanalyse und der Berechnung einer Vielzahl von Vaskularisations-Parametern bietet ein neu entwickeltes externes Perfusionsstool mit Bewegungskorrektur (VueBox/BRACCO). Damit lassen sich bereits frühzeitig Therapieeffekte, z. B. von Chemotherapie und Chemoembolisation anhand der veränderten Mikrovaskularisation von Organtumoren, besonders malignen Leber-Tumoren, erfassen und mit CEUS abschätzen.

### Bildfusion und Volumennavigation

Digitale Daten von CT- oder MRT-Untersuchungen lassen sich mit den Realtime-Bildern der US-Untersuchungen auf dem geteilten Monitor von Hoch-

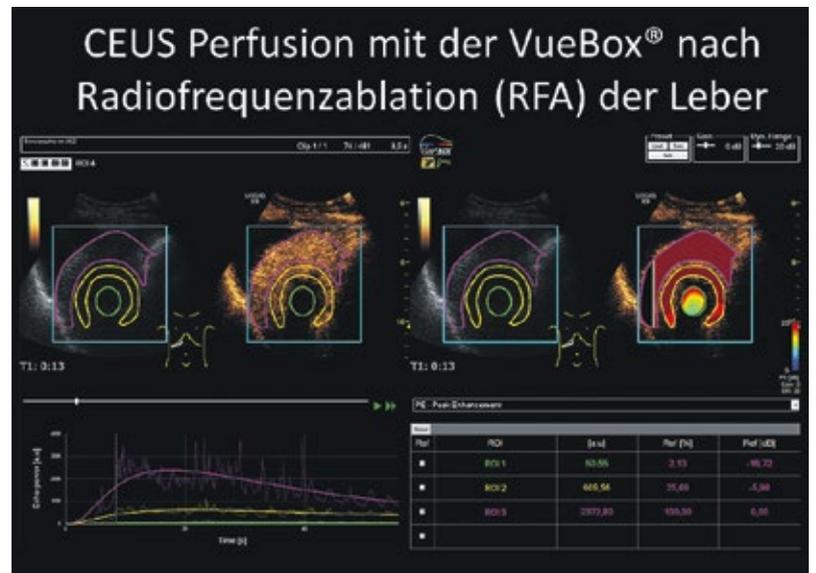


Abb. 5: Kontrolle nach RFA eines malignen Lebertumors mit Perfusionsanalyse mit der VueBox nach Bolusinjektion von 1,5 ml SonoVue für CEUS. Kurvenanalyse mit fehlender KM Aufnahme (grün) einer erfolgreichen Tumorbehandlung

leistungsultraschallgeräten fusionieren. Damit werden unterschiedliche Bildeindrücke zur optimalen Erfassung der Organmorphologie, der Organdurchblutung mit der FKDS, dem PD und der dynamischen Mikrovaskularisation bei Fusion mit CEUS genutzt. Es ergeben sich Vorteile bei der Detektion und Charakterisierung von Lebertumoren, z. B. des hepatocellulären Carcinoms (HCC), von Nierentumoren und zur Planung und Durchführung von Tumorinterventionen wie Biopsien, Ablationen oder Embolisierungen sowie für die perkutane Behandlung von abdominalen Aneurysmen. Es können Volumendatensätze der Bildfusion von US/CEUS mit der CT oder MRT mit GPS gesteuerten Markern versehen werden. Die Tumorherde werden

markiert. Über spezielle Punktions-einrichtungen ist eine Navigation auch außerhalb der Punktionebene anhand virtueller Linien bis zum Zielpunkt möglich. Damit lassen sich schwierige Interventionen besser planen, sicherer durchführen und auch eine Ausbildung am Phantom einfacher realisieren.

Aktuelle Entwicklungen ermöglichen über Trackersysteme eine deutlich schnellere Registrierung der Voruntersuchungen anhand von perkutan platzierten Markern, die automatisch von den Navigationssonden erkannt werden. Damit eröffnet sich ein deutlich verbessertes Zeitmanagement für diese innovativen Entwicklungen.

| www.uniklinikum-regensburg.de |

## SODBRENNEN-URSACHEN SICHTBAR

Den Vorgang des Schluckens mit bildgebenden Verfahren darzustellen, das war bisher nicht möglich. Göttinger Ärzten und Forschern ist dies nun gelungen. Sie haben einen Weg für eine filmische Darstellung des Schluckens gefunden. Die neue Methode hat eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe von Ärzten der Universitätsmedizin Göttingen (UMG) und Forschern des Max-Planck-Instituts (MPI) für biophysikalische Chemie, Göttingen, erarbeitet. Das Forscherteam nutzt dafür das Verfahren der Magnetresonanztomografie (MRT) in Echtzeit. Mithilfe der Echtzeit-MRT kann der Schluckakt mit 25 Bildern pro Sekunde dokumentiert und untersucht werden. Ursachen von Sodbrennen oder Schluckstörungen lassen sich genauer erkennen und un-

tersuchen. Für eine individuelle und gezielte Behandlung der Volkskrankheit Sodbrennen eröffnen sich damit neue Wege. Leiter des interdisziplinären Teams sind Prof. Dr. Jens Frahm, Biomedizinische NMR-Forschung im MPI für biophysikalische Chemie Göttingen, und Priv.-Doz. Dr. Alexander Beham, Klinik für Allgemein-, Viszeral- und Kinderchirurgie der UMG. „Bilder vom Schluckakt in Echtzeit liefern uns völlig neue Grundlagen für detaillierte Analysen von krankhaften Zuständen. Wir können Ursachen von Sodbrennen oder verschiedene Formen von Schluckstörungen genauer erkennen und die Behandlung gezielt darauf ausrichten“, sagt Priv.-Doz. Dr. Alexander Beham, Experte für die Behandlung von Sodbrennen in der

Klinik für Allgemein-, Viszeral- und Kinderchirurgie der UMG.

Die Echtzeit-MRT liefert Bilder, mit denen der Schluckvorgang vom Mundraum durch die Speiseröhre bis zum Mageneingang verfolgt werden kann. Auch der Reflux, der entscheidende Akt für Sodbrennen, lässt sich unmittelbar beobachten: Um den Eintritt von Magensäure in die Speiseröhre auszulösen, reicht eine einfache Pressung auf den Bauch des Patienten. „Auf diese Weise lässt sich Sodbrennen diagnostizieren. Gleichzeitig können wir auch die anatomische oder funktionelle Veränderung entdecken, die dem Sodbrennen zugrunde liegt. Wir können jetzt ganz genau sehen, was die Ursache ist: Das kann eine verzögerte Peristaltik der Speiseröhre sein oder eine Störung

des Übergangs von der Speiseröhre in den Magen oder eine Entleerungsstörung des Magens in den Darm“, so Priv.-Doz. Dr. Beham. Zurzeit untersuchen die Göttinger Forscher gemeinsam mit Kollegen aus dem Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie der UMG und aus der Klinik für Gastroenterologie und gastrointestinale Onkologie der UMG eine größere Patientengruppe mit 100 Patienten. Ziel ist es herauszufinden, inwieweit die bisher verwendeten, invasiveren Techniken zur Abklärung von Refluxerkrankungen und Schluckstörungen durch die Echtzeit-MRT ersetzt werden können.

| www.med.uni-goettingen.de |

# IM NOTFALL MIT WENIGER STRAHLEN UNTERSUCHEN

Akute Bauchschmerzen werden häufig mit CT und Röntgen untersucht. Um die strahlenfreie Ultraschall-diagnostik in deutschen Krankenhäusern besser auszunutzen, wurde ein neuer Untersuchungsstandard für die fokussierte Abdomensonografie entwickelt.



Dr. Matthias Wüstner, Zentrum für Radiologie, Neuroradiologie, Sonografie und Nuklearmedizin, Brüderkrankenhaus Trier

Für die Erstdiagnostik von Patienten mit akuten Bauchschmerzen stehen heute neben der Labordiagnostik die bildgebenden Verfahren Röntgen, Ultraschall-Sonografie und Computertomografie (CT) zur Verfügung. Die Schnittbildmethoden Sono und CT können prinzipiell wesentlich mehr Details im Abdomen des Patienten darstellen, als es die Röntgenüber-



Umsetzung des FAS-Konzepts

sichtsaufnahme des Bauchraumes bietet. Von den aussagekräftigeren Schnittbildmethoden mutet die CT dem Patienten allerdings eine höhere Strahlenexposition zu als die einfache Röntgen-Übersichtsaufnahme.

Die Ultraschalluntersuchung, die ohne Strahlenbelastung auskommt, hat den Nachteil, dass ihre Aussagekraft stark vom individuellen Ausbildungsstand des jeweiligen Arztes abhängt, der die Untersuchung durchführt. Die theoretisch mögliche Aussagekraft der Sonografie kann deshalb meist nicht annähernd ausgeschöpft werden. In der Praxis wird deshalb in Deutschland heute vielerorts versucht, mit einer Kombination von Röntgenaufnahme und Sonografie die Zahl der Fälle ein wenig zu begrenzen, in denen zusätzlich auch noch die hohe Strahlendosis der CT angewendet werden muss, um die Erkrankung des Patienten zu klären.

## Unzureichende Notfallultraschall-Ausbildung

Wie kann die Verlässlichkeit der strahlenfreien Ultraschall-Schnittbild-diagnostik für die Fragestellungen beim akuten Abdomen so verbessert werden, dass der Röntgenstrahleneinsatz bei solchen Patienten deutlich verringert werden kann? Die Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM) sieht einen Ansatz in der Verbesserung der Ultraschallausbildung insbesondere junger Ärzte, die in deutschen Krankenhäusern Nacht- und Notfalldienste machen. So gab es bisher keinen einheitlichen Untersu-

chungsstandard für das akute Abdomen wie es ihn z.B. für den Spezialfall des Unfallpatienten mit der „FAST“-Untersuchung (Fokussierte Abdomensonografie beim Trauma) schon seit rund 20 Jahren gibt.

Um dies zu ändern, haben die Sektion Chirurgie und der Arbeitskreis Notfallsonografie der DEGUM gemeinsam das neue Konzept der „fokussierten Abdomensonografie“ (FAS) erarbeitet. Das FAS-Konzept besteht aus einem standardisierten Ultraschall-Untersuchungsablauf des Abdomens als eine Art „kleines Einmaleins“ der Abdomensonografie. Zentrale Punkte bei der FAS sind die Erkennung „freier Luft“ (bei Magen- oder Darmperforation) und von pathologisch erweiterten Darmschlingen (bei Darmverschluss). Diese beiden Punkte sind die wichtigsten Fragestellungen, wegen derer „akute Bäuche“ heute noch immer geröntgt werden. Die einfache Erkennung dieser beiden Phänomene im Röntgenbild mag ein Grund dafür sein, warum ihrer sonografischen Darstellung in den rund 40 zurückliegenden Entwicklungsjahren der Methode „Realtime-Sonografie“ wenig Bedeutung beigemessen wurde – obwohl seit den 1980er Jahren bekannt ist, dass sich beides auch sonografisch gut und sicher erkennen lässt.

Das FAS-Konzept bezieht diese beiden somit alten Hüte der Ultraschall-diagnostik ein. Daneben greift das Konzept aus der Vielfalt abdomineller Ultraschallbefunde solche heraus, die sonografisch einfach zu erkennen und für wichtige Ursachen akuter Bauchschmerzen richtungweisend sind. Im Wesentlichen fokussiert sich die FAS

dabei auf das Auftreten oder die pathologische Vermehrung von Flüssigkeiten, die im Ultraschallbild schwarz (echofrei), also mit einem größtmöglichen Bildkontrast im Graustufenbild erscheinen. Neben Abszessen, (Pseudo-)Zysten und freier Flüssigkeit in der Bauchhöhle umfasst dies v.a. auch die Erweiterung flüssigkeitsgefüllter Hohlgänge wie z.B. des Galltraktes bei Gallensteinkoliken oder des Harntraktes bei Nierensteinkoliken. Um den FAS-Ultraschall in die Breite der deutschen Krankenhäuser zu bringen, hat die DEGUM 2015 begonnen, das Konzept in bestehenden Kursen der Abdomensonografie und der Notfallsonografie zu lehren.

## Mögliche Auswirkungen von FAS

Da die Kenntnis dieses Ultraschall-Befund-Kanons den Ärzten erlaubt, die beiden Fragestellungen nach „freier Luft“ und „Dünndarmspiegeln“ zu klären, die herkömmlich mit einer Röntgen-Leeraufnahme des Abdomens überprüft werden, sollte sich die Zahl solcher Röntgenaufnahmen in dem Maße letztlich drastisch reduzieren, wie die Ärzte die FAS-Untersuchung zunehmend beherrschen. Die Zahl der notfallmäßigen Abdomen-CT dürfte sich aufgrund der begrenzten FAS-Elementarmethodik eher nur in geringerem Umfang reduzieren lassen.

Allerdings belegen gesicherte Studiendaten eine zuverlässig mögliche Ultraschall-diagnostik auch für die akute Appendizitis, die Divertikulitis, M. Crohn, Darminvagination und viele weitere Krankheitsbilder. Solche Sonodiagnosen stellen höhere Anforderungen an den Ultraschalluntersucher und liegen außerhalb des FAS-Konzeptes. Aber auch für dieses höhere Qualifikationsniveau hat die DEGUM in den vergangenen Jahren neue, zeitgemäße Ausbildungskonzepte entwickelt und ganztägige „Qualifikationsmodule“ für unterschiedliche Themenbereiche eingeführt. 2016 beginnt man so u.a. auch mit der Lehre in speziellen DEGUM-Fortbildungsmodulen zur erweiterten Ultraschall-diagnostik beim akuten Abdomen. Durch so qualifizierte Ultraschall-Ärzte, die u.a. die genannten Diagnosen sonografisch erkennen und ausschließen können, dürfte sich mittelfristig auch die Zahl der notfallmäßigen Abdomen-Computertomografien deutlich verringern – und damit auch die Strahlenbelastung der Bevölkerung reduzieren lassen. | [www.bk-trier.de](http://www.bk-trier.de) |

## INDEX

Agfa Healthcare	4, US
Bayerische Röntgengesellschaft	18
Brüderkrankenhaus Trier	26
Caritas Diagnostikum Pankow	22
Caritas-Klinik Pankow	22
Deutsche Gesellschaft für Medizinische Physik	8
Deutsche Röntgengesellschaft	3
Deutsche Sektion der ISMRM	8
Diagnostisch Therapeutisches Zentrum Berlin	13
EIZO Europe	9
Gesellschaft für pädiatrische Radiologie	19
Infinit	19
Institute for International Health Management	16
Klinikum Augsburg	4
LKH Graz	20
Max-Planck-Institut (MPI) für biophysikalische Chemie	25
MMS Medcor Medical Supplies	14, 2, US
OncoRay Dresden	8
Radiologie Schwetzingen, Praxisgemeinschaft am Krankenhaus	12
St. Jude Medical	19
Technische Universität Dresden	8
Toshiba Medical Systems	5, 7, 22
Totoku	18
Universitätsklinikum Carl Gustav Carus Dresden	8
Universitätsklinikum Jena	16
Universitätsklinikum Leipzig	10
Universitätsklinikum Regensburg	24
Universitätsklinikum Ulm	15
Universitätsmedizin Göttingen	25
Universitätsmedizin Mannheim	6
Ziehm Imaging	21

**GIT VERLAG**

A Wiley Brand

IHRE MEDIEN FÜR DAS

**GESUNDHEITSWESEN.**



### **Management & Krankenhaus**

Die Fachzeitung für Entscheider und Anwender in Klinik, Reha und MVZ

### **M&K kompakt**

Das Supplement für Spezialthemen

### **medAmbiente care**

Das Fachmagazin für Entscheider in Pflege- und Senioreneinrichtungen

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

#### Ihre Ansprechpartner:

##### **Mediaberatung**

##### **Dipl.-Kfm. Manfred Böhler**

Anzeigenleitung  
Tel.: +49 (0) 6201 606 705  
manfred.boehler@wiley.com

##### **Miryam Reubold**

Account Manager  
Tel.: +49 (0) 6201 606 127  
miryam.reubold@wiley.com

##### **Redaktion**

##### **Ulrike Hoffrichter M.A.**

Chefredaktion  
Tel.: +49 (0) 6201 606 723  
ulrike.hoffrichter@wiley.com

##### **Carmen Teutsch**

Redaktion  
Tel.: +49 (0) 6201 606 238  
cteutsch@wiley.com

##### **Susanne Ney M.A.**

Account Manager  
Tel.: +49 (0) 6201 606 769  
susanne.ney@wiley.com

##### **Osman Bal**

Mediaberater  
Tel. +49 (0) 6201 606 374  
osbal@wiley.com

##### **Dr. Jutta Jessen**

Redaktion  
Tel.: +49 (0) 6201 606 726  
jutta.jessen@wiley.com

##### **Christiane Rothermel**

Assistenz  
Tel.: +49 (0) 6201 606 746  
christiane.rothermel@wiley.com

**Verlagsbüro: Dr. Michael Leising** | Tel.: +49 (0) 3603 8931 12 | leising@leising-marketing.de

MUSICA

## Ist immer alles reine Ansichtssache?

### Nicht, wenn man mit uns genauer hinsieht.

Agfa HealthCare präsentiert mit der dritten Generation der MUSICA Bildprozessierungssoftware einen weiteren Meilenstein in der digitalen Bildverarbeitung. Die mit der fraktionierten Multiskalen-Verarbeitung einen nächsten Schritt in die Zukunft realisiert. Die ein Maximum an Informationen aus jedem klinischen Röntgenbild extrahiert. Die durch den größeren Dynamikbereich eine bessere Visualisierung jedes Bilddetails bietet. Mit dem Ergebnis einer gleichmäßigeren, exzellenten Darstellung insbesondere bei Regionen mit großen Kontrastunterschieden. Und einer äußerst detaillierten Darstellung selbst feinsten Strukturen.

[agfahealthcare.de](http://agfahealthcare.de)

Besuchen Sie uns:  
97. Deutscher  
Röntgenkongress  
04.–07. Mai 2016  
Messe Leipzig  
Halle 2, Stand A26

Auf Gesundheit fokussiert agieren

**AGFA**   
HealthCare