

# CT GARMISCH 2020

In Kooperation mit **EUROPEAN HOSPITAL**

## Der Mensch im Isozentrum

Diagnostik besteht heute nicht mehr allein aus Radiologie, Labormedizin oder Pathologie, sondern findet als enge interdisziplinäre Zusammenarbeit statt, für die sich der Begriff „Integrierte Diagnostik“ herausgeschält hat. Für den Patienten, um den es ja letztendlich geht, ist es bedeutungslos, zu welchen Fächern jene Methoden gehören, mit denen seine Erkrankung untersucht und beurteilt wird. Dem entspricht auch das Motto des 11. CT-Symposiums Garmisch: „CT Innovationen – der Mensch im Isozentrum“.



Prof. Dr. Jens Ricke, Direktor der Klinik und Poliklinik für Radiologie am Klinikum der Universität München

**P**rof. Dr. Jens Ricke, Direktor der Klinik und Poliklinik für Radiologie am Klinikum der Universität München, hat gemeinsam mit Prof. Dr. Andrea G. Rockall (Department of Radiology, Imperial College London), Prof. Dr. Dr. h.c. Maximilian F. Reiser (Klinik und Poliklinik für Radiologie Klinikum der Universität München) und Prof. Dr. Valérie Vilgrain (Department of Radiology, University Beaujon Hospital, Clichy) die wissenschaftliche Leitung des Symposiums inne. Im Folgenden erläutert er das Konzept der integrierten Diagnostik und macht sich persönliche Gedanken über die Zukunft der Radiologie: Wie wird sich das Fach angesichts der Konkurrenz durch funktionelle Bildgebung, Biomarker und Liquid Biopsy sowie mit Blick auf den Einzug der Künstlichen Intelligenz positionieren (müssen)?

„Beispiele für außergewöhnliche medizinische Fortschritte der letzten Jahre sind hämatologische Erkrankungen oder auch die personalisierte Therapie des Bronchialkarzinoms. Der Fortschritt in der Hämatologie mit fantastischen Ansprech- und Heilungsraten ist in weiten Teilen dadurch erklärlich, dass es leicht ist, Blut abzunehmen, um auf

diese Weise an die ursprünglichen Tumorzellen zu kommen und tiefgehende Analysen zur Pathogenese durchzuführen: das Wort der Stunde sind Hochdurchsatz-DNA-Sequenzierungen. Etwas später, aber in gleicher Weise sind die enormen Erfolge durch personalisierte Medizin beim Bronchialkarzinom entstanden, weil die beteiligten Ärztinnen und Ärzte sehr früh begonnen haben, mittels Bronchoskopien Gewebe zu gewinnen und insbesondere Mutationsanalysen auf der Suche nach geeigneten Biomarkern durchzuführen. Dies geht weit über das klassische histologische Bild hinaus – und gleichfalls weit über die klassische Ausbreitungsdiagnostik, wie wir sie in der Radiologie kennen und beherrschen.

### Hochkomplexe Puzzle-teile erfordern mehr Zusammenarbeit

Integrierte Diagnostik („Integrated diagnostics“) lautet der Schlüsselbegriff. Darunter ist im Grunde ein Bündel an diagnostischen Schritten zu verstehen, die schließlich zu einer interdisziplinären Diskussion über das bestmögliche therapeutische Vorgehen führen. Noch handelt es sich eher um einzelne, dafür hochkomplexe Puzzlestücke, die erst zusammengeführt werden müssen. Die Grundvoraussetzungen dafür liegen auf der Ebene des Managements: eine intelligente Verwaltung, eine passende IT-Infrastruktur und der richtige Umgang der Ärzte untereinander bilden die Basis. Entscheidend ist die Integration der unterschiedlichen diagnostischen Methoden. Ich spreche lieber von Methoden als von Fächern, weil die integrierte Diagnostik die Fächergrenzen zwar nicht aufheben, aber deutlich fließender machen wird – ein wichtiger Teilaspekt, der vielleicht unterschätzt wird.

In der Krebsmedizin mit ihren Tumorkonferenzen funktioniert diese Integration am offensichtlichsten – die Onkologie ist gewissermaßen Vorreiter der interdisziplinären Disziplin. Alles beginnt mit dem klinischen Befinden des Patienten, seinen Komorbiditäten, seinem Alter, seinem Gesamtzustand und den psychosozialen Faktoren. Dazu kommen dann die Ausbreitungsdiagnostik, das Genexpressionsmuster und multiple Biomarker. Aus all diesen Aspekten zusammen



„Die Integrierte Diagnostik wird die Fächergrenzen zwar nicht aufheben, aber deutlich fließender machen.“

resultiert eine Empfehlung, die schließlich in der Tumorkonferenz interdisziplinär aufgearbeitet wird.

### Multiple Mutationen kommen in den Fokus

Die Ausbreitungsdiagnostik ist momentan noch eine Domäne der CT und PET/CT. Gerade für Verlaufskontrollen wird in Zukunft Liquid Biopsy, also die Gewinnung von Tumor-DNA aus dem Blut und deren genetische Untersuchung, eine größere Rolle spielen. Aktuelle Diskussionen zu Studienkonzepten in der EORTC konzentrieren sich bei Liquid Biopsy schon nicht mehr auf die Prognose als Studienendpunkt, also beispielsweise die Bedeutung zunehmender Tumor-DNA für das Überleben, sondern gleich auf Prädiktion: wie hoch ist die Ansprechwahrscheinlichkeit einer bestimmten Therapie basierend auf Liquid Biopsy-Informationen? Die Erkenntnis, dass Tumoren im Laufe ihrer Entwicklung eine Reihe genetischer Mutationen durchmachen, hat die wiederholte Erhebung des Mutationsstatus in Diskussion gebracht. Übrigens beantwortet die Liquid Biopsy nur die Frage nach dem

dominanten Klon. Die Abklärung, ob mehrere Metastasen dem gleichen dominanten Klon entsprechen, ist Sache der Biopsie und zukünftig von Radiomics, also der Analyse von quantitativen Merkmalen aus der morphologischen Bildgebung.

Die personalisierte Therapie ist wie jede systemische Chemotherapie auf die dominante Mutation des Tumors zugeschnitten. Diese Hauptmutation wird durch eine systemische Behandlung kleingehalten, bis eine oder mehrere neue Hauptmutationen auftreten – klonaler Selektionsdruck. Dank dieses multiplen Mutationsgebarens von Tumoren nehmen die Behandlungsmöglichkeiten eine ungeahnte Komplexität an. Während sich die medikamentöse Therapie auf die Hauptmutation konzentriert, werden jene Teile des Tumors, in denen eine andere Mutation vorherrscht, lokal ablativ, chirurgisch oder radiotherapeutisch behandelt. Das ist keine Zukunftsmusik, sondern bereits Realität, zumindest in aktuellen Studienformaten. Der nächste Schritt führt eindeutig in Richtung Konzentration auf klonale Heterogenität. Der Stellenwert der bildgeführten Biopsie und der Liquid Biopsy wird in

Die Integrierte Diagnostik ist im Begriff, Informationen aus Radiologie, Pathologie und weiteren Quellen zu verbinden und so den Patienten als Ganzes zu betrachten.

der Onkologie zweifellos dramatisch wachsen. Ich glaube nicht, dass aufgrund dieser Entwicklung die Bedeutung der klassischen diagnostischen Radiologie zurückgeht. Im Gegenteil werden neue Instrumente wie Radiomics der radiologischen Bildgebung auch künftig außerordentliches Gewicht verleihen – ganz abgesehen davon, dass die klassische Ausbreitungsdiagnostik unverzichtbar bleiben wird. Ich mache mir um das Fach überhaupt keine Sorgen – die beste Zeit kommt erst noch!

### Die Zukunft: Maschinelle Effizienz und menschliche Emotion

Die größte Herausforderung bei der integrierten Diagnostik ist die Trennung der wichtigen von der unwichtigen Information. Es geht darum, aus dem Gesamtbild der Information das störende Rauschen herauszubringen, das den Blick auf die wichtigen Inhalte verstellt – eine Metapher, die wohl jeder Radiologe nur allzu gut versteht. Überdies muss die Fülle an Information mit dem letzten Stand der Wissenschaft abgeglichen werden.

Weil ein einzelner Mensch mit dem exponentiellen Wachstum des medizinischen Wissens unmöglich Schritt halten kann, wird auf diesem Gebiet wohl Künstliche Intelligenz (KI) zum Einsatz kommen. Um das Rauschen aus dem Gesamtbild herauszubekommen, ist Software eine sehr willkommene Unterstützung. Ob diese Programme tatsächlich alle selbstlernend und damit KI sein müssen, wird die Zukunft zeigen.

KI kann Radiologen auch an anderen Stellen unter die Arme greifen: sie kann komplexe Information strukturieren und Entscheidungsoptionen erarbeiten. Denn die ärztliche Tätigkeit ist ja häufig dadurch gekennzeichnet, unter mehreren Optionen die beste auszuwählen und danach zu handeln. Dass KI die Ärzte künftig überflüssig machen könnte, halte ich für einen Mythos – das Gegenteil ist der Fall.

Eine ausschließlich evidenz- und KI-getriebene Medizin kann nicht das Ziel sein: die emotionale, die psychosoziale Seite des Menschen wird in der Medizin immer unverzichtbarer, um die reine mathematische Evidenz auf den Boden der Humanitas zurückzuholen.“



**WENIGER AUFWAND.**

**BESSERE VERSORGUNG.**



Richtungsweisend  Für die Radiologie.

**medrad**® Centargo  
CT Injection System

PP-M-CEN-DE-0016-1

# Cystic lesions of the pancreas: a more complex question than 'good' vs 'bad'

“CT and MRI are truly complementary techniques that both have an important place within a wider clinical picture.”

often than not, the MRI would have been prescribed to examine an unrelated organ. As the number of MRIs performed increases, more pancreatic lesions are likely to be discovered. This makes our ability to differentiate between different lesion types – those with benign behaviour from the clearly malignant – of the utmost importance to diagnosis, treat and manage our patients.

In a patient with suspected pancreatic lesions the general imaging work-up starts with diffuse abdominal ultrasound, followed by a CT-scan to assess the whole pancreas. It is important to ascertain that the pancreas is normal in its morphology and in its relation to the rest of the gastro-intestinal organs. CT is also useful for finding evidence of calcification. Further assessment of the pancreatic ducts, biliary system and surrounding parenchyma is then performed using MRI where higher contrast resolution facilitates imaging of the important relationship between the cystic lesion and the pancreatic ducts.

## What types of pancreatic lesions are there and how can they be differentiated?

The majority of pancreatic cystic lesions will be pseudocysts which express benign behaviour and often result from acute inflammation of the pancreas (pancreatitis) and/or surrounding tissues. Of greater concern are neoplastic cysts. The three most important pancreatic tumour types are intraductal papillary mucinous neoplasm (IPMN), mucinous cystic neoplasm (MCN) and serous cystic neoplasm (SCN). Again the whole pancreas, especially the ductal system and its relationship with the lesion has to be taken into account in identifying these lesions and imaging by either CT or MR is important to determine this.

By their nature, IPMN is a tumor that can occur within the cells of the pancreatic duct. IPMN tumors often produce mucus. Although IPMNs are benign tumors, they can progress to pancreatic cancer. Here, imaging is of great assistance in the asymptomatic patient for deciding whether resection should be performed or not. If the lesion is in a side branch of the main duct and there are no other signs of malignancy, then observation for life, with regular follow-up is a viable option for management.

If there is no ductal communication, the lesions are likely to be either MCN or SCN. The former group, generally solitary cysts, was once always treated by resection. However,



Professor Valérie Vilgrain is an expert in abdominal imaging specialising in liver, biliary and pancreatic diseases at Hôpital Beaujon, Hôpitaux Paris-Nord Val de Seine in Clichy, France. Her main research interests are diagnostic and interventional imaging of the liver, pancreas and bile ducts with a particular interest in multidetector CT and MRI. She is Director of ESOR (European School of radiology) and member of several national and international societies, such as the RSNA (Radiological Society of North America), ESR (European Society of Radiology), ESGAR (European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology), EASL (European Association for the Study of Liver) and SFR (French Radiological Society). Professor Vilgrain has

published 430 peer-reviewed papers and has been principal investigator of several large multicentre clinical trials. She is currently on the Editorial Board of Journal of Hepatology and Abdominal Radiology and is a reviewer for a number of renowned journals.

er, advances in our understanding have enabled us to conclude that only a subset of these tumours are malignant or premalignant and for the main part, when patient demographics, symptoms and other clinical findings are considered, these lesions can be managed with frequent follow-up, rather than surgery.

SCN can be considered as purely benign and unless they become greatly enlarged and cause pain by compression do not require resection.

There is a clear gender distinction for the type of pancreatic cystic lesion found. IPMN is most frequently diagnosed in men, particularly middle-aged men, whereas mucinous and serous cysts are more common in women. Only MCN have clearly been defined by the presence of ovarian stroma at a rate of approximately 9:1. In the other lesion types, the reason for the clear gender differences that exist is not yet understood.

## What particular challenges are encountered in the diagnosis of these lesions?

Accurate diagnosis is essential for correct patient management. Therefore, it is particularly challenging to get it right. For a good diagnostic work-up we need to consider the whole picture in front of us and not rely on just one technique or result. Patient, age, family history, sex, clinical background and co-morbidities etc. are all of importance in the diagnostic procedure and when considering management options. Histology is not a reliable option in cystic lesion differentiation but the imaging modalities of CT and MR are essential, and complementary, in identifying the nature of the lesion, position, size, calcification, nodule, wall thickness and of course its relation with the pancreatic ducts. Endoscopic ultrasound, performed under general

## EVENT

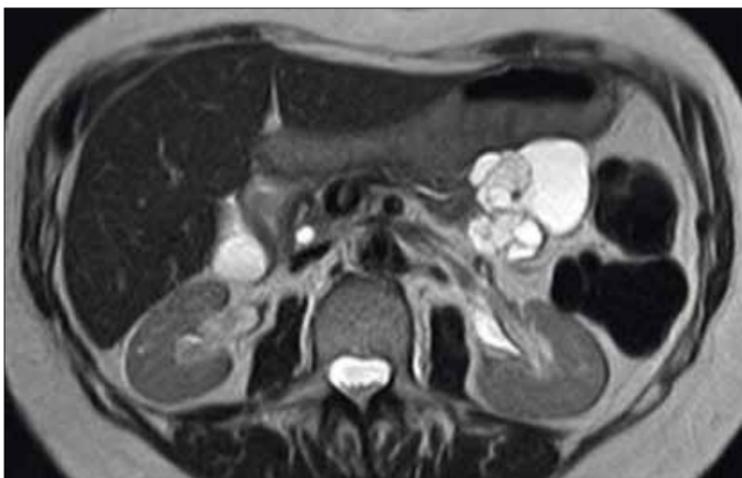
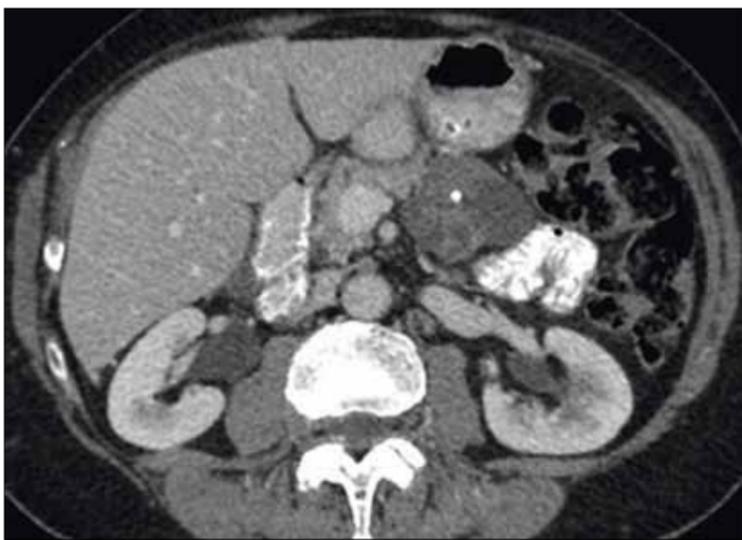
Freitag, 24.01.2020,  
10.50-11.10 Uhr  
Cystic lesions of the pancreas  
Valérie Vilgrain  
(Clichy, Frankreich)  
Session: Onkologie

anaesthetic, is a more invasive technique and generally not performed early in the patient journey. Biochemical analysis of the cystic fluid is of highest utility to differentiate between mucinous and non-mucinous lesions but is unable to distinguish between invasive and non-invasive MCN. We are now fortunate to have some accurate biomarkers such as CEA, CA 19-9 and CA 72-4 that form a panel of highly specific markers.

## What is the main message you hope to convey at the upcoming CT conference?

My main message is the importance of correctly integrating imaging into the diagnosis of these lesions. That CT and MRI are truly complementary techniques that both have an important place within a wider clinical picture as clearly defined in recent European Clinical Guidelines for the successful identification and management of pancreatic cystic lesions. ■

CT of serous cystadenoma



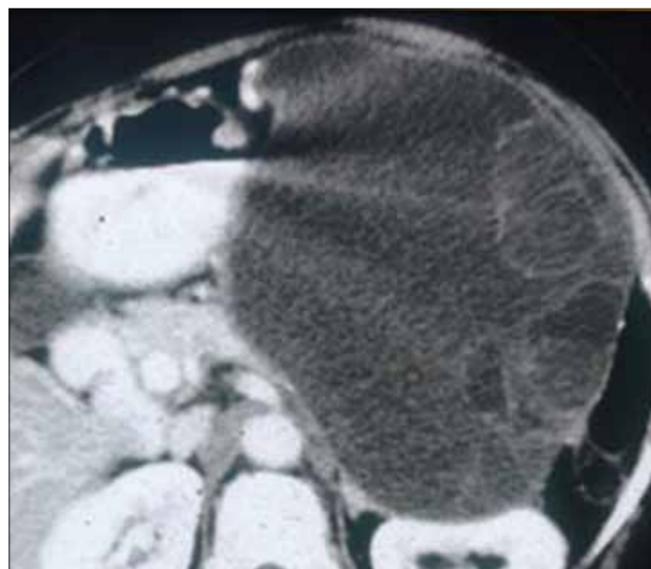
CT of serous cystadenoma

Cystic lesions of the pancreas can occur in many forms, not all of which pose a serious threat to the patient. A thorough diagnosis using multi-modality imaging is therefore indispensable to differentiate between benign and malignant lesions. We spoke with Professor Valérie Vilgrain, from Hôpital Beaujon, Hôpitaux Paris-Nord Val de Seine, in Clichy, France, about the prevalence of cystic pancreatic lesions and the right imaging tools to establish a reliable diagnosis.

## What are cystic lesions?

Pancreatic cystic lesions are very heterogeneous and extremely common. Interestingly, their recorded prevalence is directly related to the imaging modality used for their detection. While prevalence on CT-scan is 2-3%, on MR it ranges between 13-45%. This is an especially important finding because, more

CT of mucinous cystadenoma



MRCP of IPMN



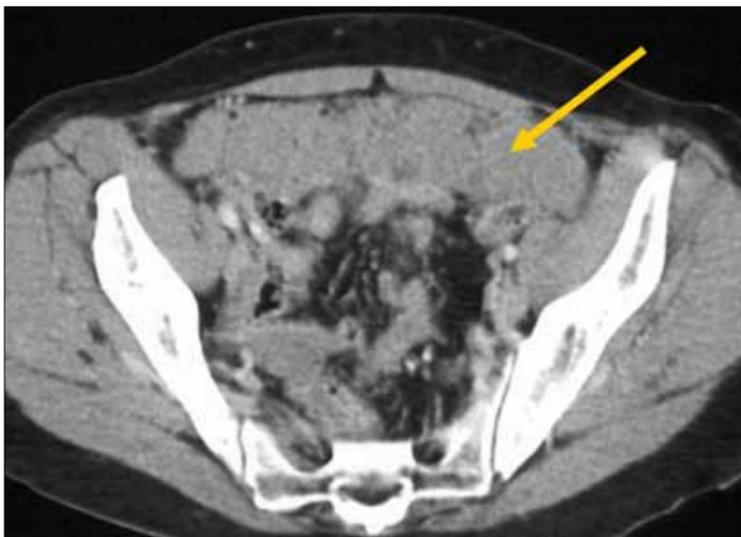
# Role for CT with pelvic disorders in women

Computed tomography (CT) plays an increasingly important role in assessing pelvic disease, particularly when patients present with acute abdominal pain. In addition, radiomic approaches on CT are being developed to increase the characterisation of ovarian cancer for optimising treatment planning. The subject, and wider role of CT in pelvic conditions, will be the focus of the presentation “Pelvic disorders: is there a role for CT?” at the Garmisch-Partenkirchen CT Symposium from Professor Andrea Rockall of Imperial College London.

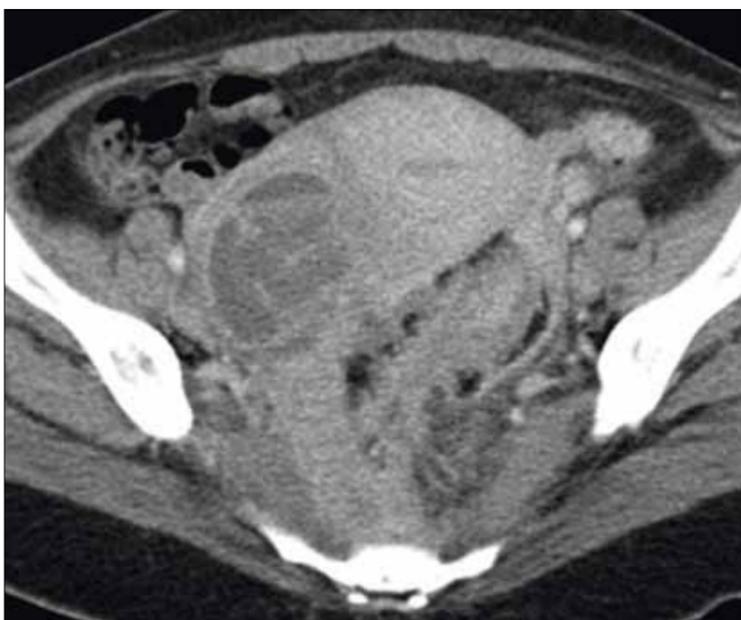
“Currently, there is significant interest in evaluating ovarian masses on CT using a radiomic approach.”



Professor Andrea Rockall is Clinical Chair of Radiology at Imperial College London and Honorary Consultant Radiologist at Imperial College Healthcare NHS Trust and at The Royal Marsden Hospital. Her special interests are in genitourinary cancer, image-based clinical trials, functional imaging in response assessment and machine-learning applications in radiology.



Disseminated ovarian cancer on CT can be difficult to differentiate from bowel. In this case disease in the greater omentum (arrow) was missed as it was thought to be bowel.



A 45 year old woman presents to the accident and emergency department with abdominal and pelvic pain and diarrhea. CT reveals what appears to be an inflammatory process and a mass. The findings and differential diagnosis will be discussed.

She said: “Patients presenting with pelvic discomfort frequently undergo ultrasound as the first line imaging investigation, particular in women suspected of pelvic disease, with MRI being used for specific indications or problem solving.

“However, CT is widely used in the acute setting, when patients present with peritonitis or so-called acute ‘surgical’ abdomen and knowledge of underlying acute diagnoses in the pelvis is essential.”

### Differentiation difficulties

While it is important to be aware of the potential pitfalls, as well as incidental findings that may be encountered, she said that CT remains the standard of care for some non-

acute pelvic disease evaluation, including staging of ovarian cancer, though other modalities such as FDG-PET/CT and MRI are being increasingly used in this context.

During the session she will highlight what some of the pitfalls are – such as the example of disseminated ovarian cancer on CT being difficult to differentiate from bowel – and how to spot incidental findings on pelvic CT, as well as detailing ovarian cancer imaging on CT and the use of radiomic approaches.

The main pelvic disorders are inflammatory conditions and cancer with CT offering the significant benefit to the clinician/radiologist in that it is quick and usually available.

However, Professor Rockall, who is Clinical Chair of Radiology at Imperial College London and Honorary Consultant Radiologist at Imperial College Healthcare NHS Trust and at The Royal Marsden Hospital, added: “With CT, gynaecologic disease of the uterus and ovaries can be difficult to interpret. Currently, there is significant interest in evaluating ovarian masses on CT using a radiomic approach and the current findings in radiomic approaches in ovarian cancer will be discussed.

“Radiomic approaches in ovarian cancer may allow triage into optimal treatment strategy, leading to better patient outcomes.”

### Also useful for post-operative assessment

Another learning objective to be outlined by Professor Rockall is to ensure delegates can be familiar with the appearances of acute pelvic disease on CT, including gynaecological and non-gynaecological pathology, with a number of examples and case studies discussed during the session.

The primary focus, however, will be on the role of CT in female patients: “Patients

**EVENT**

Freitag, 24.01.2020, 11.10-11.30 Uhr  
**Pelvic disorders: Is there a role for CT?**  
 Andrea Rockall (London)  
 Session: Onkologie

attending accident and emergency departments with abdominal or pelvic pain frequently have CT when interpretation of the pelvic findings is so important, and not always easy.”

### Better delineation of the gynae soft tissues

MRI remains the standard modality for local staging of cervical cancer – and endometrial cancer in UK – as it allows much better delineation of the gynae soft tissues, though she acknowledges that it is not always required or available, particularly in an emergency setting, for example.

She added that CT is also useful in post-operative assessment where there may be a suspected complication.

Professor Rockall is currently the Chief Investigator of the CRUK MAPPING trial in cervix and endometrial cancer and three NIHR trials MALIBO, MALIMAR (machine learning studies) and MROC (a multi-centre UK trial evaluating multiparametric MRI in suspected or confirmed ovarian cancer). ■

# PSMA PET/CT: in der Pole Position

Die Hybridbildgebung aus PET und CT kann bei der Diagnostik des Prostatakarzinoms ihre Stärken voll ausspielen und Therapien in effektivere Bahnen lenken. Die Untersuchung des spezifischen Antigens PSMA im PET/CT erlaubt eine deutlich genauere Therapiesteuerung als mit konventioneller Bildgebung und wird in naher Zukunft das diagnostische Verfahren der Wahl sein, ist Prof. Dr. Clemens Cyran überzeugt. Der Radiologe und Nuklearmediziner erklärt, wie die PSMA PET/CT Diagnostik und Therapie voranbringen wird und welche Hürden dafür noch zu nehmen sind.

“Beim PSMA PET/CT haben wir es potentiell mit einem „diagnostic disruptor“ zu tun.”

### Wie wirkt sich die PSMA PET/CT als diagnostisches Verfahren auf die Therapie von Prostatakarzinomen aus?

Im Fokus befinden sich aktuell Hochrisikopatienten mit einem Gleason-Score größer als 7, einem PSA-Wert über 20 oder dem klinischen Stadium T2c bis T3a. Bei diesen Patienten besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein von Metastasen, etwa

in Lymphknoten oder Knochen. Diese werden mit PSMA PET/CT deutlich genauer erkannt als mit konventioneller Bildgebung. Das tatsächliche Tumorstadium lässt sich so deutlich zuverlässiger erfassen und konsekutiv die geeignete Therapie einleiten.

Trotz der schnellen klinischen Translation der PSMA PET/CT und mehr als überzeugender Studiendaten beim Prostatakarzinom sind wir noch weit von einer flächendeckenden Anwendung entfernt. Zum einen stehen in Deutschland zu wenige PET/CT Scanner zur Verfügung, um eine umfassende Versorgung zu gewährleisten, zum anderen werden mehr Radiopharmaziezentren zur Herstellung der PSMA-spezifischen Tracer benötigt. Zumindest stehen mittlerweile 18-Fluor markierte PSMA-Tracer zur Verfügung, die aufgrund der längeren Halbwertszeit auch über längere Distanzen ausgeliefert werden können. Die wahre Versorgungslücke besteht allerdings strukturell, weil flächendeckende Vergütungsstrukturen für die PSMA PET/CT im kassenärztlichen Bereich fehlen. Gesundheitspolitische Realitäten verhindern die Implementierung einer effektiven diagnos-

tischen Methode in die Gesundheitsversorgung der Bevölkerung, die auf Basis genauer diagnostischer Information eine effiziente Therapiesteuerung für den Patienten erlauben würde. Dies gilt im Wesentlichen insge-

**VERANSTALTUNG**

Freitag, 24.01.2020, 11.50-12.10 Uhr  
**PSMA PET/CT im therapeutischen Management des Prostatakarzinoms**  
 Clemens Cyran (München)  
 Session: Onkologie

samt für die eingeschränkte Vergütung der PET/CT in der onkologischen Diagnostik durch die gesetzlichen Krankenversicherungen in Deutschland.

### Welchen Stellenwert sehen Sie in der Untersuchung?

Wir haben es hier potentiell mit einem ‚diagnostic disruptor‘ zu tun. Als Vergleich lässt sich das PSA-Screening anführen, das in den USA 1986 von der FDA zugelassen wurde und in einem Intervall von wenigen Jahren mit einer signifikanten Reduktion der Mortalitätsrate beim Prostatakarzinom um fast 50% einherging. Das zeigt, wie effektiv hochwertige Diagnostik Krankheitsverläufe populationsbasiert beeinflussen kann. Wir sind fest davon überzeugt, dass die PSMA PET/CT bei den drei wesentlichen Indikationen in der Onkologie – Primärstaging, Therapiemonitoring und biochemische Rezidive – ebenfalls eine signifikante Senkung der Mortalität durch eine optimierte Therapiesteuerung erreichen wird.

### Welche Patientengruppe profitiert am meisten?

Im Moment steht vor allem das biochemische Rezidiv als Indikation im Vordergrund: Wenn bei einem Patienten nach erfolgter Prostatektomie der PSA-Wert erneut ansteigt, weiß der Urologe, dass ein Rezidiv vorliegt, jedoch ohne die Lokalisation der Metastasen zu kennen. Dahinter steckt die im Verhältnis niedrige Sensitivität der Bildgebung mit CT und MRT, insbesondere für kleine Lymphknoten- und Knochenmetastasen. Realiter stellt das Frührezidiv jedoch häufig ein ‚failure of staging‘ dar: Bei dem vermeintlichen Rezidiv handelt es sich um eine im Primärstaging aufgrund zu niedriger Sensitivität nicht detektierte Metastase.

Den positiven Einfluss auf das Therapiemanagement haben bereits mehrere Studien 2018 gezeigt [1] [2]. Konkret änderte sich in 87,8% der Fälle das geplante Bestrahlungsfeld im Vergleich zum CT auf Grundlage zusätzlicher Informationen aus der PSMA PET. Das gilt nicht nur für biochemische Rezidive, sondern greift bereits beim Primärstaging und lässt sich auch auf Salvage-Radiotherapien übertragen. Derzeit läuft dazu in Australien eine prospektive Studie [3], die die Vorteile der PSMA PET/CT gegenüber der

aktuell leitliniengerechten Standard-of-Care-Diagnostik und ihr Potenzial als First-Line-Test untersucht.

### Wäre eine solche Umstellung auch aus finanzieller Sicht sinnvoll?

Wir sind der Ansicht, dass der Einsatz sensibler und spezifischer Diagnostik wie der PSMA PET/CT die Kosten der Behandlung senken wird. Kombiniert man die Bildgebung mit Liquid Biopsy, Pathologie und Genetik, führt das zu einer genaueren Therapiesteuerung, die wiederum in einer effizienteren Behandlung mündet. Perspektivisch werden Algorithmen umfassende multimodale, diagnostische Daten aufarbeiten und evidenzbasiert Therapieentscheidungen daraus ableiten. Dieses Konzept der ‚integrated diagnostics‘ hat eine enorme sozioökonomische Bedeutung für unsere Gesundheitssysteme. Wir gehen davon aus, dass die Kostenträger die integrierte Diagnostik in wenigen Jahren als Voraussetzung für die Indikation von Therapien fordern werden, um effizienzorientierte Vergütungsmodelle populationsbasiert im Gesundheitssystem zu realisieren. ■



Prof. Dr. Clemens Cyran beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit onkologischer Bildgebung und besonderem Fokus auf Hybridbildgebung. Als Research Fellow forschte er von 2006 bis 2007 am Center for Pharmaceutical and Molecular Imaging der University of California, San Francisco, USA. Seit 2012 ist Cyran Facharzt für Radiologie, seit 2015 mit der Fachkunde Nuklearmedizin, und seit 2013 an der Ludwig-Maximilians-Universität München habilitiert. 2017 folgte die Ernennung zum außerplanmäßigen Professor. Er wurde mehrfach mit dem ‚RSNA Award for Young Investigators in Molecular Imaging‘ ausgezeichnet und betreut assoziierte Themengebiete im Editorial Board verschiedener internationaler Fachzeitschriften. Bis zum Wechsel zur „Die Radiologie“ in München Anfang 2020 war Prof. Cyran als Geschäftsführender Oberarzt und Bereichsleiter Hybridbildgebung der Klinik und Poliklinik für Radiologie am Klinikum der Universität (LMU) tätig.

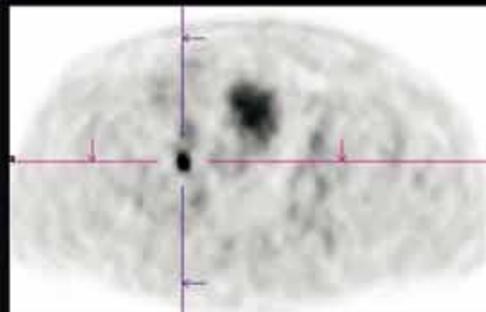
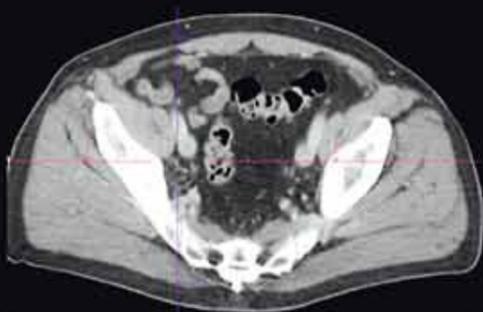
[1] Roach et al., 2018: The Impact of 68Ga-PSMA PET/CT on Management Intent in Prostate Cancer: Results of an Australian Prospective Multicenter Study. J Nucl Med 2018; <https://doi.org/10.2967/jnumed.117.197160>

[2] Calais et al., 2018: Impact of 68Ga-PSMA-11 PET/CT on the Management of Prostate Cancer Patients with Biochemical Recurrence. J Nucl Med 2018; <https://dx.doi.org/10.2967%2Fjnumed.117.202945>

[3] proPSMA: A prospective randomized multicenter study of the impact of Ga-68 PSMA PET/CT imaging for staging high-risk prostate cancer prior to curative-intent surgery or radiotherapy; J Clin Onc 2019; [https://doi.org/10.1200/JCO.2019.37.7\\_suppl.TPS138](https://doi.org/10.1200/JCO.2019.37.7_suppl.TPS138)

67-jähriger Patient mit Z. n. Prostatakarzinom, radikaler Prostatektomie vor 18 Monaten und Radiotherapie, über die letzten Monate steigendes PSA auf 1.5 ng/mL

68Ga PSMA-PET/CT



Morphologisch unauffälliger Lymphknoten rechts iliakal angrenzend die A. iliaca externa mit fokal gesteigerte PSMA-Speicherung  
Histologisch gesicherte Lymphknotenmetastase des Prostatakarzinoms

#### IMPRESSUM

**Herausgeber:**  
Kongressverein für Radiologische Diagnostik e.V. und  
EUROKONGRESS GmbH GbR  
Schleißheimer Str. 2,  
D-80333 München

**V.i.S.d.P.:**  
Prof. Dr. Jens Ricke

**Verlag:**  
EUROPEAN HOSPITAL Verlags  
GmbH, Theodor-Althoff-Str. 45,  
D-45133 Essen  
[www.healthcare-in-europe.com](http://www.healthcare-in-europe.com)

**Geschäftsführung:**  
Daniela Zimmermann

**Redaktion:** Wolfgang Behrends,  
Sonja Buske, Karoline Dobbert-  
Laarmann, Julia Geulen, Sascha  
Keutel, Michael Krassnitzer, Jane  
MacDougall, Marc Nicholls

**Medienberatung:**  
Ralf Mateblowski

**Anzeigenverwaltung:**  
Dorothea Fleischer

**Druck:** Safner Druck u. Verlag  
GmbH, Mittelgrundstraße 28,  
D-96170 Priesendorf  
© 2020 EUROPEAN HOSPITAL  
Verlags GmbH



**NEU**

**DR 100s**

Die neue Kraft in der mobilen Bildgebung

„Wir erstellen mobile Röntgenaufnahmen in allen Bereichen des Krankenhauses: in der Notaufnahme, bei stationären Behandlungen, in der Neonatologie, auf der Intensivstation, ja sogar im OP. Ein so vielseitiges, bedienerfreundliches und komplettes Aufnahmesystem ist von unschätzbarem Wert.“

Mit der MUSICA-Bildverarbeitung von Agfa erfüllt das DR 100s auch die hohen Erwartungen der Radiologen an die Bildqualität.

Elizabeth Evans, X-Ray Modality Manager am AdventHealth, Florida (USA)

[medimg.agfa.com/dach/](http://medimg.agfa.com/dach/)

**AGFA**

# Akute Pankreatitis – wenn sich das Organ selbst verdaut

**D**er Glaube ist gemeinhin weit verbreitet, die akute Pankreatitis sei eine der häufigen, klar beschriebenen Erkrankungen wie die Appendizitis, über die Ärzte viel wüssten. „Doch der Eindruck täuscht, denn es ist noch nicht vollständig klar, wie die akute Pankreatitis exakt entsteht. Es gibt keine klare Abfolge bei dieser Erkrankung“, betont Prof. Dr. Andreas G. Schreyer, Direktor des Instituts für diagnostische und interventionelle Radiologie der Medizinischen Hochschule Brandenburg (MHB).

„Die Atlanta-Klassifikation ermöglicht eine klare und strukturierte Terminologie.“



Prof. Dr. Andreas Schreyer, MHBA, leitet seit Februar 2019 das Institut für diagnostische und interventionelle Radiologie am Klinikum Brandenburg und hat seit April 2019 den Lehrstuhl Radiologie der Medizinischen Hochschule Brandenburg (MHB). Zuvor war er als stellvertretender Direktor der Radiologie am Universitätsklinikum Regensburg tätig. Schreyer war zwei Jahre lang MRI Research Fellow an der Harvard Medical School in Boston. Nach der Habilitation in Radiologie im März 2007 wurde er im Juni 2011 von der Universität Regensburg zum außerplanmäßigen Professor berufen. Im September 2009 legte er an der Universität Erlangen/Nürnberg seinen Master of Health Business Administration ab.



**Parenchymnekrose mit akuter Pankreatitis an der Cauda pancreatis (kontrastgestützte CT)**

in 80 bis 90 Prozent der Fälle auf. Die aggressivsten (severe) Formen der Pankreatitis sind solche, bei denen der Patient eine Nekrose hat, die die Bauchspeicheldrüse selbst betrifft, nicht nur das Fettgewebe. Die aggressive Pankreatitis macht rund zehn Prozent der Fälle aus. Dabei kommt es zu einer Andauung des Pankreasganges. „Hier geht es um eine Erkrankung, die sich selbst füttert, indem sich das aggressive Pankreassekret ständig selbst an der Drüse andaut. Ein Organ, das sich selbst verdaut, ist eine katastrophale Situation mit einer Mortalitätsrate zwischen 20 und 40 Prozent.“

Bei der radiologischen Einteilung fließen lokale Komplikationen wie das Auftreten von Flüssigkeitsverhalten in die Befundung ein. Bei der milderen Form können in der Frühphase, also innerhalb der ersten 1-4 Wochen, die akute peripankreatische Flüssigkeitskollektion (APFC – acute peripancreatic fluid collection) auftreten. Spätnekrosen (dauern länger als vier Wochen an) werden in Pseudozysten und raumfordernde Nekrosen mit

Wandbildung (walled-off-necrosis, WON) bei der nekrotisierenden Pankreatitis unterteilt. „Vor der Atlanta-Klassifikation wurde der Begriff Pseudozyste eher inflationär verwendet. Inzwischen darf ich diesen Begriff nur noch verwenden, wenn eine interstitielle Pankreatitis vorliegt, also in der Spätphase“, berichtet Schreyer.

### Arbeitsgruppe

Obwohl die Atlanta-Klassifikation seit 2012 publiziert wird, hat sie sich in Deutschland noch nicht durchgesetzt, bedauert Schreyer. „Die Atlanta-Klassifikation ermöglicht eine klare und strukturierte Terminologie,

die es den klinischen zuweisenden Kollegen wie Gastroenterologen oder Chirurgen und der Radiologen ermöglicht, eine einheitliche Sprache zu verwenden“, sagt Schreyer. Daher blickt der Radiologe hoffnungsvoll auf die 2019 eingesetzte Arbeitsgruppe, die die erste deutsche Leitlinie zum Thema akute Pankreatitis erarbeiten soll. „Für die chronische Pankreatitis gibt es bereits eine Leitlinie, doch die akute Pankreatitis, die noch häufiger auftritt, haben wir etwas vernachlässigt. Ich bin sicher, dass die Leitlinie einen Innovationsschub auslösen wird, vor allem hinsichtlich einer präziseren und einheitlichen Sprache“, so Schreyer abschließend.

Zu den häufigsten Ursachen der Erkrankung zählen Gallengangs-Konkremente sowie der zu massive Alkoholkonsum, die beide mit rund 30 bis 40 Prozent zu einer akuten Pankreatitis beitragen. Ein weiterer Grund liegt in der Empfindlichkeit des Organs. „Das Pankreas ist ein Sensibelchen. Wenn es durch Manipulation bei Operationen innen oder außen zu einer Veränderung oder einer Berührung des Pankreas kommt, kann sehr schnell eine Entzündung entstehen“, erklärt Schreyer.

### Ätiologie

Die Komplexität der Erkrankung spielt auch bei der Diagnostik eine Rolle. Meist wird schon beim ersten Verdacht auf Pankreatitis eine Aufnahme angefordert, doch Schreyer mahnt zur Zurückhaltung: „Die Bildgebung der Pankreas sollte frühestens 72 Stunden nach dem ersten Auftreten der potenziellen Entzündung durchgeführt werden, denn erst dann wird diese überhaupt sichtbar. Folglich macht es keinen Sinn, schon am ersten Tag CT- oder MRT-Untersuchungen eines Patienten mit Verdacht auf akute Pankreatitis zu machen.“

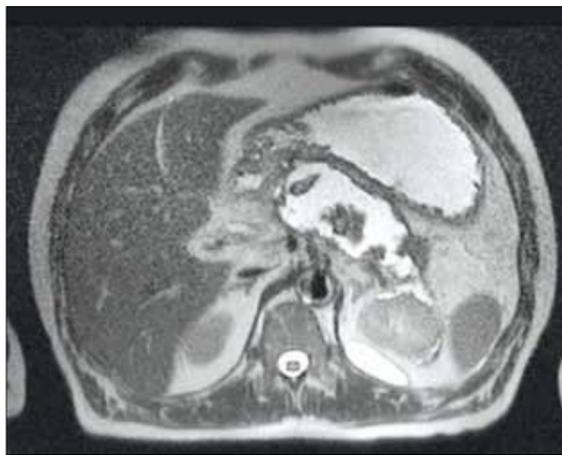
Grundsätzlich hält der Radiologe die MRT aufgrund ihrer Sensitivität und ihrer Genauigkeit in der Beurteilung für eine exzellente diagnostische Methode, mit der sich eine nekrotisierende von einer interstitiellen Pankreatitis gut unterscheiden lässt. „Allerdings haben wir es zumeist mit schwer kranken Patienten zu tun, die in der Regel in der

MRT nicht adäquat überwacht werden können und die aufgrund ihrer starken Bauchschmerzen bei teilweise ähnlichen Symptomen wie beim akuten Abdomen nicht ruhig liegen können“, erklärt der Radiologe. Daher ist für Schreyer in den meisten Fällen „die CT prinzipiell die Methode der Wahl“.

### Atlanta-Klassifikation

Hinsichtlich der Befundung der Erkrankung plädiert Schreyer für die Terminologie, die auf der revidierten Atlanta-Klassifikation von 2012 beruht. Dabei gibt es prinzipiell eine klinische und eine bildgebende Einteilung. Klinisch wird der Schweregrad der akuten Pankreatitis unterteilt in eine leichte Form, ohne lokale (Nekrosen) und systemische Komplikationen (Organversagen); eine milde (moderate) Form mit lokalen oder systemischen Komplikationen oder passagerem Organversagen, das sich innerhalb von 48 Stunden bessert. Sie tritt

**Patient mit nekrotisierender akuter Pankreatitis: Links T2-gewichtete MRT mit Nekrosen in der Pankreasloge – rechts derselbe Patient im kontrastgestützten CT mit vollständiger Nekrose des Pankreas.**



# Akutes Abdomen: Vorwissen und Schnelligkeit sind (fast) alles

„Zu den häufigsten Ursachen eines akuten Abdomens zählen Nieren- und Harnleitersteine.“

**V**iele mögliche Ursachen, wenig Zeit: Kommt ein Patient mit der Diagnose ‚akutes Abdomen‘ in die Klinik, muss es schnell gehen. Univ.-Prof. Dr. Gerald Antoch bringt einige wertvolle Praxistipps zur urogenitalen Akutversorgung von Bauchschmerzen mit zum CT-Symposium. Der Direktor des Instituts für Diagnostische und Interventionelle Radiologie am Universitätsklinikum Düsseldorf gibt in Garmisch eine Übersicht über die wichtigsten Ursachen und ihre Therapieoptionen. Klinisch tätige Radiologen werden

regelmäßig mit der Zuweisendiagnose ‚unklare Bauchschmerzen‘ oder ‚akutes Abdomen‘ konfrontiert. Wenn ein solcher Patient in die Klinik kommt, gibt es eine ganze Reihe möglicher Auslöser, die rasch abgeklärt werden müssen. „Mögliche Ursachen für den akuten Bauch finden sich u.a. im urogenitalen System.“ Zwei Auslöser sollten in diesem Kontext ganz oben auf der Checkliste stehen, erklärt Antoch: „Zu den häufigsten Ursachen zählen Nieren- und Harnleitersteine. Der meist in der Flanke lokalisierte Schmerz entsteht, wenn der abgehende Stein den Harn-

**VERANSTALTUNG**

Freitag, 24.01.2020,  
14.40-15.00 Uhr  
Akute Pankreatitis  
Andreas Schreyer  
(Brandenburg)  
Session: Akutes Abdomen



Prof. Dr. Gerald Antoch ist Direktor des Instituts für Diagnostische und Interventionelle Radiologie am Universitätsklinikum Düsseldorf und Präsident der Deutschen Röntgengesellschaft 2019 - 2021. Zu seinen fachlichen Schwerpunkten gehören die onkologische Bildgebung sowie die interventionelle Tumorthherapie.

leiter verstopft und es dadurch zu Harnableitungsstörungen kommt.“ Neben diesen Konkrementen zählt die Nierenbeckenentzündung (Pyelonephritis) zu den häufigen urogenitalen Ursachen akuter Bauch- bzw. Flankenschmerzen.

Dilatation des Nierenbeckens rechts bei unauffälliger linker Niere



### Alter und Geschlecht engen das Diagnosefenster ein

Grundsätzlich ist die Patientengruppe beim akuten Abdomen recht heterogen; so gut wie alle Altersgruppen sind vertreten. Nieren- und Harnleitersteine finden sich typischerweise in einem Alter zwischen 30 und 60 Jahren bei Bevorzugung des männlichen Geschlechts. „Entzündungen des Nierenbeckens entstehen dagegen häufig durch ascendierende Infektionen im Rahmen einer Zystitis oder auf dem Boden urogenitaler Fehlbildungen und sind daher oft auch bei jungen Patientinnen und Patienten anzutreffen“, so der Radiologe.

### Grund für die Dilatation des rechten Nierenbeckens ist ein Konkrement im Harnleiter rechts (Pfeil)

Weitere wichtige Gründe für akute Bauchschmerzen finden sich bei urogenitalen Erkrankungen des Beckens. Neben der Zystitis sind Erkrankungen der Ovarien und Adnexen bei Frauen mögliche Ursachen für starke Abdominalschmerzen. Seltener kann eine extrauterine Schwangerschaft der Auslöser sein oder – bei Männern – eine schwere Prostatitis.

Wie in fast allen Akutsituation kommt es bei der Bildgebung in erster Linie auf Schnelligkeit an – die Computertomographie ist damit nach der Ultraschalluntersuchung die erste Wahl. „In bestimmten Fällen – etwa bei einer schwangeren Patientin – sollte man allerdings auf die MRT ausweichen, um die Strahlenexposition zu vermeiden.“ Während Harnleiter- und Nierensteine bereits im nativen CT-Bild meist gut zu erkennen sind, bedarf es bei Entzündungen der Hilfe von Kontrastmittel. „In unklaren Fällen wird also zunächst ein natives CT gefahren, um Nieren- und Harnleitersteine auszuschließen. Sofern keine Konkremente gefunden werden, wird die Untersuchung ggf. zur weiteren Abklärung mit Kontrastmittelgabe ergänzt.“

### Hilfreiche Abkürzungen und der Blick für das Besondere

Als Praxistipp rät Antoch, sich mit den typischen Alters- und Geschlechtsprofilen der jeweiligen Ursachen vertraut zu machen. „So lässt sich per Differentialdiagnose schnell der Auslöser mit der höchsten Wahrscheinlichkeit bestimmen und das Untersuchungsprotokoll entsprechend anpassen“. Auch die Lokali-

**VERANSTALTUNG**

Freitag, 24.01.2020,  
14.00-14.20 Uhr  
**Urogenitale Ursachen des akuten Abdomens**  
Gerald Antoch (Düsseldorf)  
Session: Akutes Abdomen

sation des Schmerzreizes gibt wertvolle Hinweise: „Wenn der Patient Schmerzen in der Flanke hat, deutet das entweder auf einen Nieren-/Harnleiterstein oder eine Nierenbeckenentzündung hin. Klagt eine jüngere Patientin über Schmerzen mit Schwerpunkt im Unterbauch, so ist – neben nicht-urogenitalen Ursachen, wie der Appendizitis – eine Erkrankung der urogenitalen Beckenorgane wahrscheinlich.“

Obwohl Alter und Geschlecht nützliche Shortcuts sind – allzu leicht sollte man es sich bei der Differentialdiagnose trotzdem nicht machen: „Das ist ein extrem weites Feld“, mahnt Antoch. Entsprechend vielfältig sind die möglichen Ursachen für akute Bauchschmerzen. So sind die Appendizitis, eine Colitis, eine Entzündung des Dünndarms, vaskuläre Erkrankungen der inneren Organe oder unfallbedingte Traumata nur einige der weiteren Differentialdiagnosen für akute Bauchschmerzen. „Man sollte also nicht zu sehr in festen Bahnen denken“, rät der Experte abschließend.

# Aufstieg der Maschinen – KI beim Thorax-CT

Die Radiologie als hoch innovative Fachrichtung in der Medizin macht sich die Möglichkeiten der Artificial Intelligence (AI) zusehends zu Nutze. Eine Gefahr für die Zukunft des Faches besteht dabei nicht. Zu komplex, zu kommunikativ sind die Anforderungen an diese Disziplin. Maschinen werden radiologische Fachärzte daher bis auf Weiteres nicht ersetzen können – so die Überzeugung von Uwe Joseph Schöpf, Professor für Radiologie, Kardiologie und Kinderheilkunde und Direktor der Abteilung für Kardiovaskuläre Bildgebung der Medizinischen Universität South Carolina (USA). Was die künstliche Intelligenz den Radiologen aber zu bieten hat, erläutert er anhand einiger eindrucksvoller Beispiele.

Es stimmt, die Popularität der Radiologie hatte bei jungen Medizinabsolventen in den USA in den letzten Jahren abgenommen. Zu groß war die Sorge, in ein Fach einzusteigen, das es aufgrund der Fortschritte im Bereich der Artificial Intelligence vielleicht bald nicht mehr geben könnte. Inzwischen hat sich der Trend wieder umgekehrt, denn dazu wird es voraussichtlich nicht kommen. Grund sind die vielen zwischenmenschlichen Kompetenzen, die unabdingbare Voraussetzung für eine erfolgreiche radiologische Tätigkeit sind: Kommunikation mit Patienten und Zuweisern, interdisziplinäre Arbeitsweise und der ganzheitliche Blick auf die aktuelle Situation des Patienten und nicht nur auf ein spezifisches Bildmuster. „Das sind Fähigkeiten, die kein noch so guter Computer übernehmen kann, dazu brauchen wir nach wie vor fähige und gut ausgebildete Fachleute“, ist Schöpf zutiefst überzeugt.

„Die Kommunikation mit Patienten und Zuweisern ist eine Fähigkeit, die kein noch so guter Computer übernehmen kann.“

### AI übernimmt die Zeitfresser

Für ihn stellt künstliche Intelligenz eine hochpotente Möglichkeit dar, die Diagnosestellung mit den Mitteln einer immer weiter perfektionierten Bildauswertung gravierend zu verbessern. Wie kann man sich das konkret vorstellen? Zunächst ist da die immense Zeitersparnis durch AI zu nennen – vor allem bei Messungen der quantitativen Bildgebung. So ist ein entsprechend trainierter Computer in der Lage, den Agatston-Score für die Kalzifizierung von Koronararterien innerhalb

AI Koronar Labeling: Künstliche Intelligenz erkennt und klassifiziert feine Verästelungen der Herzkranzgefäße mit hoher Zuverlässigkeit.



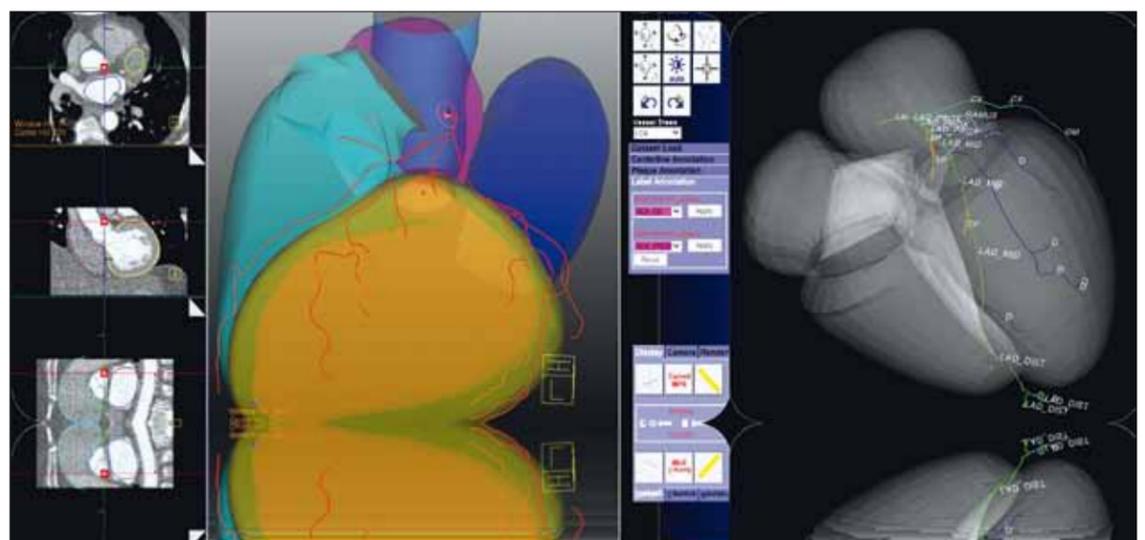
Aufgewachsen in München, studierte Prof. Dr. Uwe J. Schöpf hier Medizin und absolvierte seine Facharztausbildung am Institut für Klinische Radiologie der Ludwig-Maximilians-Universität. 2001 verließ er Bayern, im Gepäck sein leidenschaftliches Interesse an kardio-thorakaler Bildgebung und im wahrsten Sinne des Wortes bereits ausgezeichnete Kenntnisse. Schöpf siedelte an die Ostküste der USA um: Bis 2004 in Massachusetts als Radiologe am Brigham & Women's Hospital tätig, ist er inzwischen in Charleston Professor für Radiologie, Kardiologie und Kinderheilkunde und Direktor der Cardiovascular Imaging-Abteilung der Medizinischen Universität South Carolina.

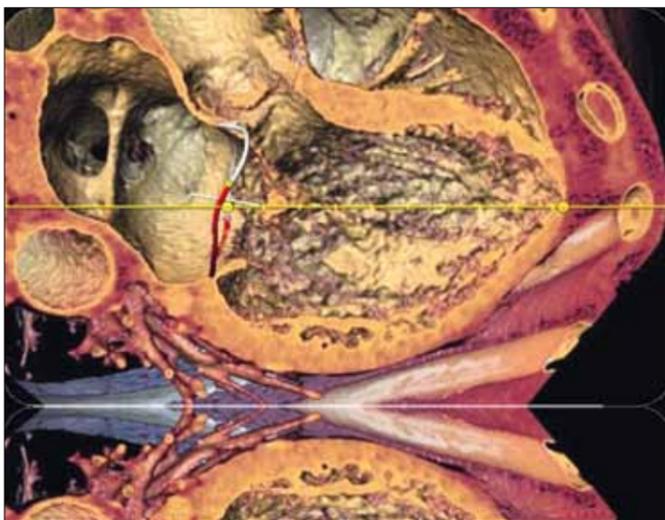
von Sekunden automatisch und präzise zu erstellen. Einen Radiologen in Ausbildung oder auch einen Facharzt kostet die gleiche Messung je nach Kalzifizierungsgrad 15 bis 20 Minuten. Ein weiteres Beispiel ist die automatische Vermessung der Mitralklappen-dimensionen. „Das ist für den menschlichen Begutachter eher schwierig, weil er sich dabei in einem dreidimensionalen, unter Berücksichtigung des Herzschlages „sogar vierdimensionalen Raum bewegt“, erläutert Schöpf. Das 2D-Bild auf der Workstation ist für diese Art präziser Messung nicht besonders gut ge-

eignet.“ Der Computer kennt da keine Restriktionen. Er misst automatisch, schnell und voraussichtlich auch besser.

### Echter Mehrwert

Damit ist die Künstliche Intelligenz noch nicht am Ende. Sie kann Befunde mit zusätzlichen Ergebnissen anreichern und damit aufwerten. Das sogenannte opportunistische Screening liefert wichtige Informationen, nach denen routinemäßig nicht gesucht wurde, die aber die Diagnosestellung entscheidend verbessern können. Ein gutes Bei-





**AI Mitralklappe:** Künstliche Intelligenz ist besser geeignet als menschliche Beobachter, um die komplizierten Raumstrukturen der Mitralklappe vor minimal invasivem Klappenersatz zu vermessen.

Die Vermessung der thorakalen Aorta zur Feststellung eines Aortenaneurysmas ist ein drittes Beispiel. Aufgrund des kurvenreichen Verlaufs der Aorta ist die Messung für den Radiologen schwierig – kein Problem für den Computer, auch hier misst er schnell und genau.

nicht möglich wäre“, so Schöpf. „Speziell in der kardiovaskulären Diagnostik arbeiten wir außerdem mit AI, um einschätzen zu können, wie schwerwiegend eine Koronarstenose ist.“ Im Fokus steht dabei die Messung der fraktionalen Flussreserve. Die bisherigen Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass diese Untersuchung schon sehr bald Eingang in die klinische Routine finden wird.

Arzt wesentlich verständlicher. Schöpf dazu: „Ich sehe den Wert der strukturierten Befundung, aber auch das Problem bei der praktischen Umsetzung. Denn die Erstellung des strukturierten Befundes dauert wesentlich länger als ein freies Diktat. Der Arzt muss sich

spiel ist die Emphysem-Quantifizierung. Der Computer erkennt eigenständig, ob ein Lungenemphysem vorliegt oder nicht und kann zudem auch gleich seine Ausbreitung bestimmen. Ohne zusätzlichen Arbeitsaufwand erfolgt diese Messung bei jedem normalen Thorax-CT automatisiert und präzise. Das Gleiche gilt für die Knochendichtemessung. Detaillierte Aussagen über die Knochensubstanz können unter diagnostischen und therapeutischen Aspekten von hoher Relevanz sein. Einem menschlichen Beobachter, der sich bei der Untersuchung auf andere Strukturen im Thorax konzentriert, entgeht diese Auffälligkeit leicht.

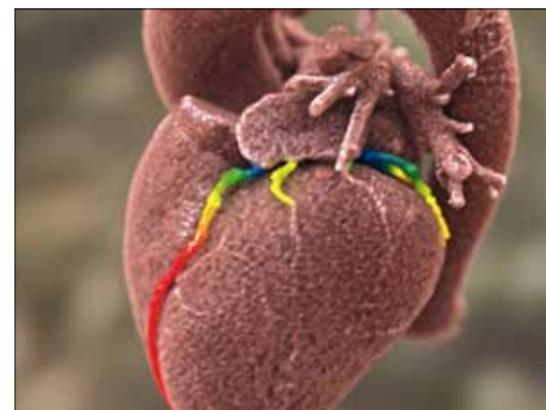
**Mehrere Fliegen mit einer Klappe**

„Zurzeit arbeiten wir einerseits an der Entdeckung von Lungenrundherden, andererseits an der automatischen Erkennung von Koronargefäßen und Plaques.“ Langfristiges Ziel dabei ist es, möglichst viele potenzielle Problemfelder mit ein und derselben CT-Aufnahme zu identifizieren. Das heißt konkret: Beim Lungen-CT wird parallel und automatisch die Kalzifizierung der Herzgefäße gemessen, beim Herz-CT erfolgt indes gleichzeitig die Bestimmung von Lungenherden. „Ein sehr effizientes Vorgehen, das ohne AI

**Auf einen Streich**

Auch jenseits der Bilderkennung ist der Einsatz von AI vielversprechend. Stichwort: Strukturelle Befundung. Auf der Basis eines vom Arzt diktierten unstrukturierten Befundes gelingt es mit künstlicher Intelligenz, die relevanten Textbausteine herauszufiltern, und sie in einen strukturierten Befund zu überführen. Die Vorteile liegen auf der Hand: Die Befundung ist objektiver, leichter abzurechnen, besser nutzbar für Studien und ist zudem für den überweisenden

**FFR-CT:** Künstliche Intelligenz berechnet die Flussverhältnisse in den Herzkranzgefäßen und zeigt auf, welche Stenose behandelt werden soll.



**VERANSTALTUNG**

Samstag, 25.01.2020, 11.50-12.10 Uhr  
The rise of the machines: AI in Cardiothoracic CT  
Uwe J. Schöpf (Charleston, USA)  
Session: Kardiovaskuläre CT

mühsam durch etliche Webseiten klicken, auf denen alle möglichen Strukturen abgefragt werden, auch die unauffälligen.“ Seine Erfahrung: Für den radiologischen Routinebetrieb ist das nicht besonders anwenderfreundlich. Umso willkommener ist auch hier der vielversprechende Einsatz des Computers. Das Verfahren ist übrigens anwendbar auf alle Organbereiche, vorausgesetzt der Computer ist entsprechend trainiert.

# Kontrast nach Maß

Personalisierte Kontrastmittel-Protokolle in der CT-Angiographie

„Mit Hilfe individualisierter Protokolle können wir die Strahlendosis bei jüngeren Patienten noch weiter verringern.“

Jeder Patient ist anders und stellt besondere Anforderungen an die Bildgebung, das hat sich inzwischen herumgesprochen. Relativ neu ist hingegen, dass personalisierte Protokolle in der CT-Angiographie erstellt werden können. Sie sollen sicherstellen, dass die Strahlendosis bei der Untersuchung möglichst gering bleibt und die richtige Menge des Kontrastmittels zum Einsatz kommt. Prof. Dr. Hatem Alkadhi, Radiologe am Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie des Universitätsspitals Zürich, erklärt auf dem CT-Symposium

in Garmisch, wie sich die Untersuchung auf den Patienten passgenau zuschneiden lässt und welche Rolle smarte Algorithmen dabei spielen.

Der individuelle Ansatz bei der Kontrastmittelgabe ist vergleichsweise neu – noch vor etwa fünf bis zehn Jahren erhielt jeder Patient die gleiche Dosis des gleichen Mittels bei gleicher Röhrenspannung des CTs, blickt Prof. Alkadhi zurück. „Inzwischen sind wir so weit, dass jeder Patient ein Protokoll erhält, das genau auf seine Konstitution zugeschnitten ist. Vor allem Größe und Gewicht sind hier relevant. Dadurch lassen sich bei gleichbleibender Untersuchungsqualität



CT-Angiographie der Aorta eines 75-jährigen Patienten mit einem BMI von 27,3 kg/m<sup>2</sup>, welche mit 90 kV gescannt wurde. Insgesamt wurden 43 ml Kontrastmittel mit einem Fluss von 2.3 ml/s appliziert (links: sagittale MIP Rekonstruktion, rechts: 3D cinematic rendering)

die verwendete Strahlendosis und die Menge des Kontrastmittels verringern – in einigen Fällen sogar beträchtlich.“

**Das Auf und Ab von Röhrenstrom und Röhrenspannung**

Zwei Techniken sind für ein derart maßgeschneidertes Protokoll von besonderer Bedeutung: die automatische Modulation des Röhrenstroms und die automatische Adaption der Röhrenspannung (die oft nach der verwendeten Maßeinheit Kilovolt als „kV“ bezeichnet wird). „Vereinfacht gesagt, lässt sich durch

Senkung der Röhrenspannung die Strahlendosis und Kontrastmittelmenge in erheblichem Maß reduzieren. Ein schlanker Patient benötigt weniger kV, und auch die Konzentration auf entsprechende Körperregionen hilft, Dosis einzusparen.“ Abhängig davon wird auch der Röhrenstrom eingestellt – je niedriger die Spannung, desto höher muss der Strom sein, um die Bildqualität auf das gewünschte Maß zu bringen. Für den Patienten ist diese Feinabstimmung ein großer Vorteil, denn die Absenkung der Röhrenspannung führt zu einer deutlich niedrigeren Strahlendosis, die durch

die Anhebung des Röhrenstroms nur wenig ansteigt. Für die maßgeschneiderte Einstellung bedarf es in aller Regel keines besonderen Equipments, denn die Möglichkeit zur automatischen Anpassung von Röhrenspannung und -strom ist mittlerweile in den meisten handelsüblichen CT-Scannern integriert. „Eingebaute Algorithmen in den Geräten legen die optimale Röhrenspannung für jeden Patienten fest“, erklärt Alkadhi. „Das ist für den Radiologen kein aufwändiger Prozess, da die Maschine die Einstellungen selbst vornimmt. So werden die Abläufe in der klinischen Routine nicht



Prof. Dr. Hatem Alkadhi ist Leitender Arzt am Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie des Universitätsspitals Zürich. Der Radiologe und Neuroradiologe absolvierte einen Master of Public Health an der Harvard School of Public Health und ist aktuell Präsident der Schweizerischen Gesellschaft für Radiologie (SGR-SSR). Zu seinen Forschungsschwerpunkten zählen die kardiovaskuläre Bildgebung sowie die Implementierung neuer Technologien und deren Optimierung. Alkadhi ist an mehr als 400 wissenschaftlichen Publikationen beteiligt, an vielen davon als Erst- und Letztautor, und wirkte an der Veröffentlichung mehrerer Fachbücher mit.

beeinträchtigt.“ Wie bei vielen radiologischen Innovationen seien meist größere Häuser in der Vorreiterrolle, doch allmählich kommen personalisierte Protokolle auch in der Fläche an, zeigt sich der Experte überzeugt.

**In Zukunft noch passgenauer**

Bereits jetzt wird an der Weiterentwicklung der Technik gearbeitet: In einer aktuellen Studie widmet sich das Züricher Universitätsspital der Optimierung der individualisierten Angiographie-Protokolle. „Dabei sollen nicht nur Größe und Gewicht der Patienten in die Berechnung einfließen, sondern auch Faktoren wie das Alter und sogar die bisherige Krankheitsgeschichte.“ So würde beispielsweise ein Pati-

ent mit Nierenschädigung noch weniger Kontrastmittel erhalten, um das Organ zu schonen. Solche Schädigungen lassen sich mithilfe des Stoffwechselfparameters Kreatinin und der glomerulären Filtrationsrate (GFR) erfassen.

Ausgefeilte Programme, die die entsprechenden Einstellungen vornehmen, werden mit Blick auf die kommende Generation von CT-Scannern entwickelt. Alkadhi: „Zunehmend individualisierte Protokolle werden kommen. Mit ihrer Hilfe können wir die Strahlendosis bei jüngeren Patienten noch weiter verringern und bei Älteren eine bessere Kontrastmittelverträglichkeit erreichen. Dieses Maß an Individualisierung wird ohne Algorithmen nicht praktikabel sein.“ ■

**VERANSTALTUNG**

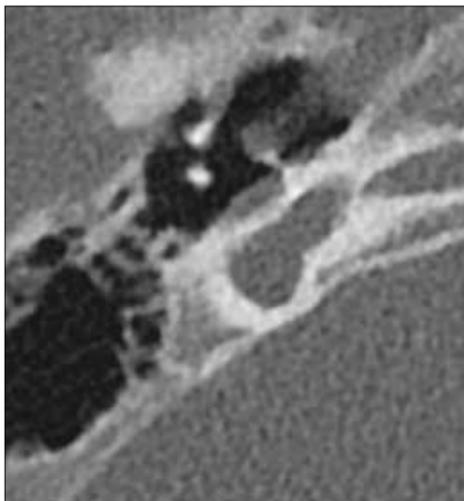
Samstag, 25.01.2020,  
11.30-11.50 Uhr  
Personalisierte Kontrastmittelprotokolle in der CT Angiographie  
Hatem Alkadhi (Zürich)  
Session: Kardiovaskuläre CT

# Harte Knochenagnostik – die CT des Innenohrs

Das Innenohr, also Hörschnecke und Gleichgewichtsorgan, liegt in der härtesten menschlichen Knochenstruktur überhaupt, dem Felsenbein, das zudem eine äußerst komplexe Anatomie auf engstem Raum aufweist. „Bei einer radiologischen Untersuchung des Innenohrs müssen nicht nur Bilder mit sehr hoher Auflösung akquiriert, sondern auch die Rekonstruktionen sehr sorgfältig durchgeführt werden, weil bereits kleine Abweichungen oder Verkippungen Pathologien vortäuschen oder verschleiern können“, betont PD Dr. Sophia Stöcklein, Bereichsleitung Kopf-/Halsmedizin an der Klinik und Poliklinik für Radiologie am Klinikum der Universität München.

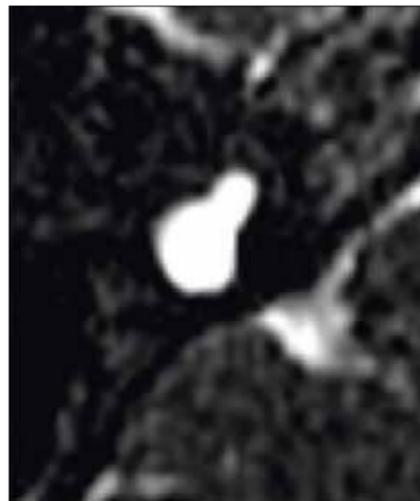
Eine radiologische Untersuchung des Innenohrs ist primär indiziert bei Innenohr-Schwerhörigkeit (wenn also die Schallempfindung gestört ist), bei kombinierter Schwerhörigkeit (wenn sowohl Schalleitung als auch Schallempfindung gestört sind), bei rezidivierenden Hörstürzen und bei vestibulärer Unter- oder Übererregbarkeit. Hinter diesen Symptomen kann sich eine Reihe von Ursachen verbergen, z.B. angeborene Fehlbildungen des Innenohrs, die im Laufe des ersten Lebensjahres auffallen. Diese Fehlbildungen können genetische Ursachen haben, aber auch durch eine intrauterine Infektion, beispielsweise mit dem humanen Zytomegalievirus, entstehen. Auch im Erwachsenenalter kann das Innenohr in Folge einer Infektionserkrankung – etwa einer Meningitis – geschädigt werden. Hinzu kommen traumatische und posttraumatische Veränderungen im Zuge eines Schädel-Hirn-Traumas, z.B. bei Felsenbein-Querfraktur, bei der das Innenohr mitbetroffen ist sowie Komplikationen von Erkrankungen der Schädelbasis im Rahmen von Metastasen oder angrenzenden Tumoren wie etwa Schwannomen der Hirnnerven.

„In nur 50–60 Prozent der Fälle erklärt der Bildbefund die Schwerhörigkeit.“



**Kombispiel beim Felsenbein – CT und MRT**

Primäre Tumore des Innenohrs wie der Endolymphatische Sack-Tumor (ELST) sind selten. Häufiger treten Schwannome, gutartige und meist langsam wachsende Tumore des peripheren Nervensystems auf. Sie gehen von jenen Hirnnerven aus, die das Innenohr versorgen oder einen engen Lagebezug zu ihm haben. „Diese Nerven liegen zwar anatomisch etwas außerhalb des Innenohrs, Schwannome können aber bis in das Innenohr vorwachsen“, erklärt Stöcklein.



**Axial: CT- und T2-gewichtete MRT-Darstellung einer angeborenen Innenohrfehlbildung mit fehlender Differenzierung der Innenohrstrukturen in Cochlea und Vestibulum („common cavity“) bei einem 1-jährigen Jungen mit Innenohrschwerhörigkeit**

An erster Stelle bei der radiologischen Untersuchung des Innenohrs steht die Computertomographie (CT). Trotz der benötigten hohen Auflösung ist eine Untersuchung mit entsprechenden Einstellungen im Niedrigdosisbereich

möglich. Zum Einsatz kommt jedoch auch die Magnetresonanztomographie (MRT). „Ob wir CT, MRT oder CT mit ergänzender MRT veranlassen, hängt von der konkreten Fragestellung ab. Die CT ist vor allem dazu geeignet, mögliche knöcherne Destruktionen und eventuelle Verkalkungen besser einschätzen zu können“, erklärt Stöcklein.

Die MRT hingegen verfüge über einen sehr viel höheren Weichteilkontrast: „Gerade im Bereich des Felsenbeins ist oft eine Kombination von CT und MRT nötig, um den besseren Weichteilkontrast der MRT zu nutzen.“

**Neue Technik – die DVT**

Die CT des Innenohrs ist auch unverzichtbarer Bestandteil der präoperativen Planung sowie der postoperativen Versorgung bei der Implantation eines Cochlea-Implantats. So wird kontrolliert, ob

die Elektroden des Implantats richtig platziert sind, auch können mögliche Komplikationen, etwa eine Ossifikation im Labyrinth, zeitig erkannt werden.

Als Alternative zur CT kommt hier auch die digitale Volumentomographie (DVT) in Frage, ein relativ neues Röntgenverfahren, bei dem ein dreidimensionales Strahlenbündel in Kombination mit einem flächigen Detektor verwendet wird. Während bei einer CT des Innenohrs immer das gesamte Felsenbein untersucht wird, kann mittels DVT nur das Innenohr mit einer sehr hohen Auflösung – und einer noch geringeren Strahlenbelastung – untersucht werden.

**VERANSTALTUNG**

Freitag, 24.01.2020,  
09.30-09.50 Uhr  
CT Innenohr  
Sophia Stöcklein (München)  
Session: HNO

**Die CT sieht Schwerhörigkeit nicht immer**

Trotz aller Technik lassen sich nicht immer morphologische Veränderungen der knöchernen Strukturen oder der Weichgewebestrukturen ermitteln, die auf eine Ursache der Störung im Innenohr hindeuten. „Bei der angeborenen Schwerhörigkeit kommen wir nur in 50-60 Prozent der Fälle zu einem Bildbefund, der diese erklärt“, räumt Stöcklein ein. Defekte im Hör-epithel oder in der Reissner-Membran etwa können in der Bildgebung nicht dargestellt werden.

Die Münchner Radiologin macht sich auch Gedanken über mögliche Anwendungen von Künstlicher Intelligenz (KI) bei der radiologischen Untersuchung des Innenohrs: „Auch in diesem Bereich wird die KI sicher Einzug halten, obwohl das Felsenbein für die KI eine ziemliche Herausforderung darstellt.“ Das Felsenbein weist eine hohe anatomische Komplexität sowie eine gewisse Variabilität auf: „Man kann sich vorstellen, wie schwierig es bei so vielen physiologischen Varianten für einen Algorithmus ist, Pathologien zu erkennen.“ Für machbar – und hilfreich – hält sie eine automatische, KI-gestützte Segmentierung von Cochlea, Vestibulum und dem dazugehörigen Lymphraum in 3D-Daten aus CT und MRT. „Aber das wäre weniger ein diagnostisches Tool, sondern eine Hilfe zur besseren Veranschaulichung der Pathologie in der interdisziplinären Diskussion mit den Klinikern“, so Stöcklein abschließend. ■



PD Dr. Sophia Stöcklein studierte Medizin in Heidelberg und München und absolvierte ihre Weiterbildung zur Radiologin am Klinikum der Universität München. Seit 2018 leitet sie dort als Oberärztin die Bereiche MRT und Kopf-/Hals-Bildgebung. Im Rahmen ihrer wissenschaftlichen Ausbildung war Stöcklein nach der Promotion für zwei Jahre als DFG-Forschungsstipendiatin am Center for Brain Science der Harvard Universität und des Athinoula A. Martinos Center for Biomedical Imaging, Massachusetts General Hospital. 2016 habilitierte sie zum Thema „Functional Connectivity Networks in the Human Brain: Reliability, Inter-Individual Differences and Alterations in Neuropsychiatric Disease“. 2017 erhielt die Radiologin den Walter-Friedrich-Preis der Deutschen Röntgengesellschaft.



**Axial: CT-Darstellung eines Fazialischwannoms mit engem Lagebezug zur Cochlea**

# Trauma, Tempo, Technik – CT mit Köpfchen



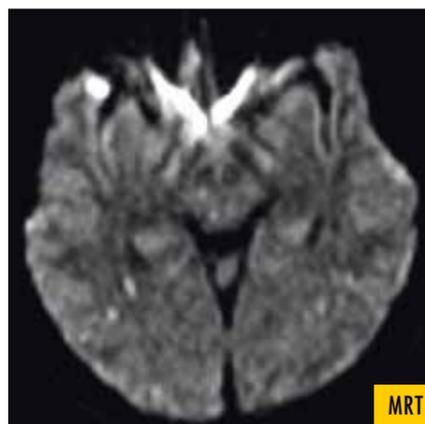
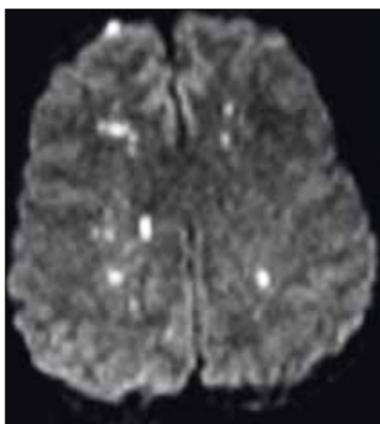
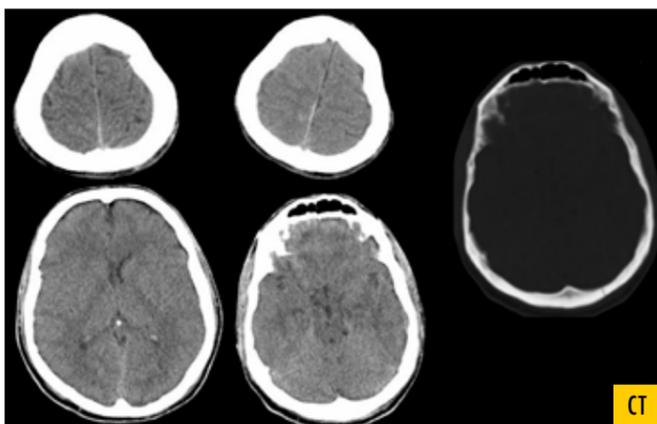
Dr. Robert Forbrig ist Oberarzt am Institut für Neuroradiologie des Universitätsklinikums der LMU München. Zu seinen wissenschaftlichen Schwerpunkten zählen die interventionelle Neuroradiologie (Schlaganfall und Aneurysma), hirneigene Tumoren und der Strahlenschutz. Überdies hat der Neuroradiologe ein besonderes Interesse an der Bildgebung des Schädels in der Akutdiagnostik. Dr. Forbrig hat bereits an mehreren wissenschaftlichen Veröffentlichungen mitgewirkt, bei einigen davon als Erstautor. Er ist Mitglied verschiedener Fachgesellschaften, darunter der Deutschen Röntgengesellschaft (DRG) und der Deutschen Gesellschaft für Neuroradiologie (DGNR).

Die CT-Bildgebung ist bei Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma in der Notaufnahme fest etabliert, kein anderes Verfahren liefert in so kurzer Zeit so viele wichtige Informationen. Für die präzise Diagnostik ist es für den Radiologen aber mindestens genauso wichtig zu wissen, was in der Kopf-CT nicht zu sehen ist. Dr. Robert Forbrig, Oberarzt am Institut für Neuroradiolo-

„Bei einer Schädelbasisfraktur können auch wichtige Schlagadern betroffen sein.“

spiel axonale Scherverletzungen an: „Bei manchen Stürzen entstehen kleinste Verletzungen der weißen Hirnsubstanz oder an der Wirbelsäule. Diese okkulten Folgen sind im CT häufig nicht zu erkennen.“ Die Computertomographie deckt also vor allem die Akutdiagnostik ab, darüber hinaus sind andere Modalitäten gefragt – allen voran die Magnetresonanztomographie. „Das MRT-Bild liefert den deutlich besseren Weichteilkontrast und damit weitere Informationen zum Verlauf, die für die Prognose des Patienten wichtig sind.“

Für die Initialdiagnostik bei Notfällen ist die MRT-Bildgebung eher ungeeignet – die Untersuchung dauert zu lange, zudem tragen viele Traumapatienten bereits metallische Utensilien zur Stabilisierung. „Das Akutsetting ist die



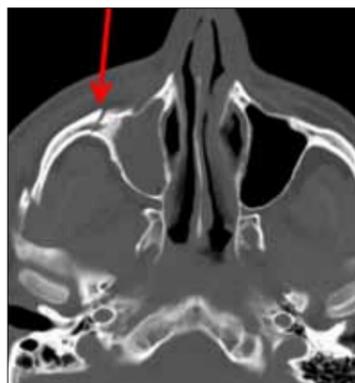
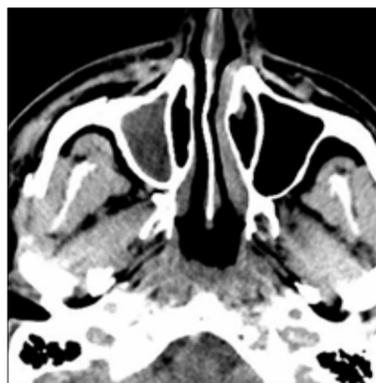
**Axonales Trauma: Diffuses axonales Trauma:** Die CT zeigt nur eine geringe Subarachnoidalblutung (links), während im MRT zahlreiche Scherverletzungen sichtbar sind (rechts).

gie des Universitätsklinikums LMU München, spricht auf dem CT-Symposium in Garmisch über Stärken und Schwächen der Computertomographie im Trauma-Setting und erklärt, wie man durch Vorbereitung und Vorwissen böse Überraschungen vermeidet.

Wenn es schnell gehen muss, spielt die CT-Bildgebung ihre Stärken voll aus: Die Scanner sind vergleichsweise kostengünstig, weit verbreitet und leicht verfügbar. Und sie arbeiten rasant: in Sekundenschnelle liefert eine Aufnahme Einblicke in den Patienten und seine Pathologie – und damit wertvolles Wissen, denn „bei Patienten mit Schädel-Hirn-Trauma geht es primär darum, Blutungen und Frakturen zu identifizieren, damit der Operateur sofort reagieren kann“, erklärt Forbrig.

## Ein Fenster zum Bruch, ein anderes zur Blutung

Damit nicht schon an diesem Punkt wichtige Informationen fehlen, ist die Wahl der Fensterung – also die Zuweisung der erfassten Dichte-



**Weichteilfenster-Knochenfenster:** Die richtige CT-Fensterung ist wichtig, um Frakturen nicht zu übersehen. Während sie im Weichteilfenster kaum erkennbar ist (links), ist die Fraktur im Knochenfenster deutlich zu sehen (rechts).

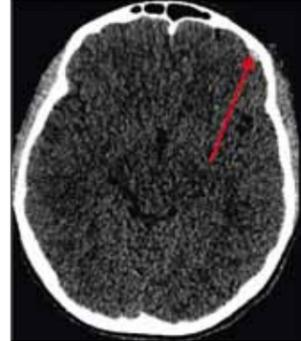
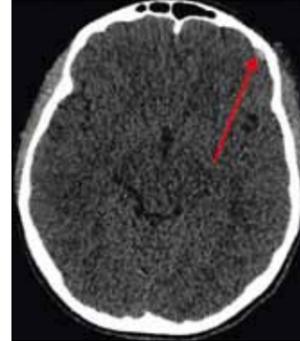
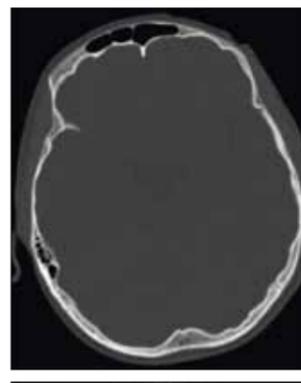
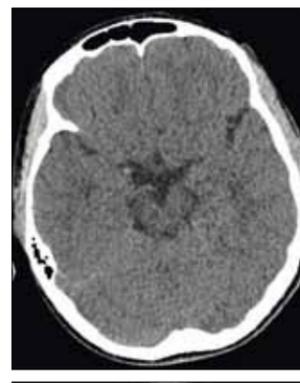
Weichteil- als auch die Blutungsfenster genauer in Augenschein zu nehmen“, rät Forbrig. „Gerade schmale Blutungen, die nahe am Knochen liegen, etwa an der Frontobasis, werden leicht übersehen, wenn man das falsche Fenster wählt.“

## Auch den Gegenschlag im Hinterkopf behalten

Außer den kritischen Strukturen im Kopf spielt auch die Art des Traumas eine wichtige Rolle für die Diagnostik. Ein typisches Beispiel ist der Coup-Contre-coup-Mechanismus (Schlag/Gegenschlag), erklärt Forbrig. „Bei einem heftigen frontalen Aufprall erleidet das Gehirn nicht nur an der Vorderseite Schaden, sondern auch auf der Rückseite, weil das Hirn durch die entstehenden Kräfte im Schädel hin und her ‚schwappt‘.“ Radiologen, die um diesen Mechanismus wissen, können also gezielt nach der sogenannten Dezelerationsblutung am Hinterkopf suchen. Bei schweren Kopftraumata sollten auch die Schlagadern und Venen unter die Lupe genommen werden. Forbrig rät in diesen Fällen, zwei CT-Scans durchzuführen – nativ und kontrastverstärkt. „Bei einer Schädelbasisfraktur können auch wichtige Schlagadern betroffen sein. Werden diese durch eine Fraktur verletzt, kann das zum Schlaganfall, einem Gefäßverschluss oder Fisteln führen.“

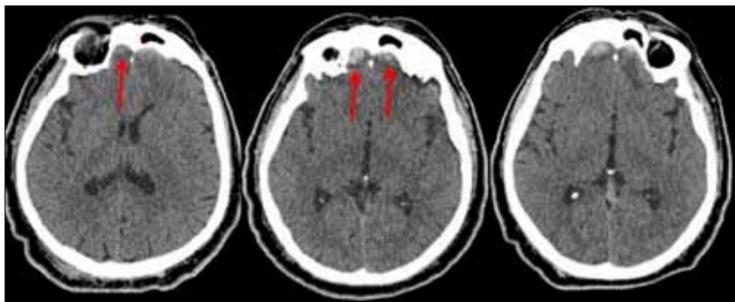
## Den Blick für das Okkulte schärfen

Einige Folgen von Traumata treten nicht akut auf, sondern zeigen sich erst einige Zeit später. Kleine Blutungen wachsen über Stunden unentdeckt an und nehmen lebensgefährliche Ausmaße an. Hier stößt die CT-Bildgebung an ihre Grenzen, mahnt der Experte und führt als Bei-



**Subduralfenster:** Auch bei der Suche nach Blutungen ist die richtige Fensterung entscheidend. Die oberen Aufnahmen zeigen keine Auffälligkeiten, im Subduralfenster (unten) wird die Blutung hingegen erkennbar (Pfeil).

**Blutungsverlauf:** Warum eine Verlaufskontrolle wichtig ist, zeigt diese Aufnahme eines 54-jährigen Mannes nach einem Verkehrsunfall: Während zunächst nur geringe Blutungen zu erkennen sind (linkes Bild), wird im Verlauf eine deutliche Blutungszunahme deutlich (Mitte: ein Tag später, rechts: nach einer Woche).



Domäne der CT“, betont Forbrig. „Sie erfasst unmittelbar lebensgefährdende Befunde wie raumfordernde Blutungen im Kopf, die sofort versorgt werden müssen. Die MRT lässt sich erst später sinnvoll einsetzen, um spezielle Fragestellungen im weiteren Verlauf abzuklären.“

## Schnell und essentiell – aber kein Alleskönner

„Die CT ist für die Akutdiagnostik essentiell“, fasst der Radiologe zusammen. „Sie zeigt große Blutungen, Infarkte, Frakturen – alles, was für eine Notfallversorgung wichtig ist. Auch für die Verlaufsdiagnostik ist sie sehr gut geeignet; moderne CT-Scanner setzen den Patienten bei Hirnaufnahmen nur geringer Strahlenbelastung aus, so dass auch wiederholte Untersuchungen gut toleriert werden.“

Weiterentwicklungen der CT-Technik wie die iterative Bildrekonstruktion oder automatische Anpassung von Röhrenspannung und Röhrenstrom verbessern zwar die Qualität der Aufnahmen – für manche Pathologien sind aber weiterhin andere Modalitäten die bessere Wahl: „Okkulte Veränderungen wie diffuse axonale

Traumata werden der MRT vorbehalten bleiben. Hier entstehen Schäden an den Nervenfasern, die sich im CT niemals darstellen lassen.“ Aus diesem Grund ist auch die CT-Aufnahme als alleinige Grundlage für eine Patientenprognose ungeeignet, denn oft zeigen sich erst im MRT-Bild verborgene Verletzungen, die sich im Verlauf gravierend auswirken können. „Des-halb bitte merken, dass die CT nicht alles sieht, sondern nur die Spitze des Eisbergs“, so Forbrig abschließend.

## VERANSTALTUNG

Samstag, 25.01.2020,  
8.30-8.50 Uhr  
Easily missed pathologies  
in trauma head CT  
Robert Forbrig (München)  
Session: Schockraum



# Neuer Maßstab in der mobilen Bildgebung

Agfa bringt DR 100s auf den Markt

Das Bildgebungssystem DR 100s von Agfa vereint ein mit Anwendern gemeinsam entwickeltes Design und die intelligente MUSICA-Bildverarbeitung und steht für hohe diagnostische Bildqualität, leichtes Manövrieren und einfache Bedienung.

Das DR 100s ist ein neues, hochproduktives und ergonomisches Bildgebungssystem, das auf dem RSNA 2019 zuerst vorgestellt wurde. Das Design berücksichtigt Anregungen von Anwendern und entspricht damit den Anforderungen moderner medizinischer Einrichtungen – das System setzt neue Maßstäbe in der mobilen Bildgebung. Es vereint Flexibilität, hervorragen-

de DR-Bildqualität, eine schnelle Bildvorsicht und vielseitige Anwendungsmöglichkeiten: Thorax-, Abdomen-, Skelett-Aufnahmen und orthopädische Langformataufnahmen, die mittels Stitching zusammengefügt werden. Auf diese Weise wird die Produktivität erhöht und die Patientenversorgung verbessert.

## Flexibilität nicht nur am Patientenbett

Dank der starken Motorisierung und des kompakten Designs lässt sich das DR 100s hervorragend manövrieren. Mit einer Breite von nur 58 cm und der versenkbaren FreeView-Teleskopsäule kann das System auch auf belebten

Fluren und in engen Patientenzimmern mühelos bewegt werden. Durchdachte Leistungsmerkmale wie der praktisch positionierte Netzstecker, Stauraum für notwendige Utensilien (beispielsweise Handschuhe oder Desinfektionsmittel), ein integriertes Akkuladegerät für den Detektor sowie eine Diebstahlverriegelung für Detektoren und die Fernbedienung erhöhen die Effizienz des Systems.

Röntgenaufnahmen direkt am Krankenbett sind für Anwender und Patienten gleichermaßen komfortabel. Die ZeroForce-Technologie sorgt dafür, dass die Röhre in allen drei Achsen nahezu ohne Kraftaufwand gedreht werden kann. Das 10 Zoll-Touchdisplay an der Röhreneinheit ermöglicht Einstellungsänderungen

direkt am Patientenbett und den Zugriff auf Patientendaten, Generatoreinstellungen und Bildvorsichten.

„Das DR 100s ist auch in beengten Räumen sehr einfach zu manövrieren. Kleine Positionierungsanpassungen wie das Anheben der Säule oder das Drehen des Systems in die gewünschte Richtung sind kein Problem. Zudem sorgt die Flexibilität der Röntgenröhre für eine präzise Positionierung“, erklärt Bart Van Loon, Radiologe, ZNA-Krankenhausnetzwerk in Antwerpen (Belgien).

## Zentrale Benutzeroberfläche für individuellen Workflow – die MUSICA Acquisition Workstation

„Jeder kann sich schnell mit dem DR 100s vertraut machen. Neue Kollegen können wir innerhalb von nur zehn Minuten in die grundlegende Bedienung einweisen. Die intuitive Benutzeroberfläche ermöglicht den sofortigen Zugriff auf die wichtigsten Funktionen“, erklärt Bart Van Loon weiter.

„Mit dem neuen System können wir am Krankenbett Thoraxaufnahmen mit hervorragender Bildqualität und niedriger Strahlendosis anfertigen. Durch die Anwendung eines hohen kV-Werts lässt sich die Strahlendosis verringern. Mit den Vorzügen der mobilen Technologie erhalten wir Röntgenaufnahmen in „Röntgenraum“-Qualität“, so Claire Co-

ke, Radiographer Reporting Practitioner beim West Suffolk Hospital NHS Foundation Trust (Großbritannien). „Das DR 100s ist mit der gleichen MUSICA-Bildverarbeitung wie unser Röntgenraum ausgestattet. Wir können die Aufnahmen umgehend beurteilen und bei Bedarf Anpassungen vornehmen. Die WLAN-Verbindung ist gut und die Aufnahmen werden sofort an das PACS weitergeleitet.“

## Neue Maßstäbe für die Bildgebung mit intelligenten Lösungen

„Wir erstellen mobile Röntgenaufnahmen in allen Bereichen des Krankenhauses: in der Notaufnahme, bei stationären Behandlungen, in der Neonatologie, auf der Intensivstation, ja sogar im OP. Ein so vielseitiges, bedienerfreundliches und komplettes Aufnahmesystem ist von unschätzbarem Wert. Mit der MUSICA-Bildverarbeitung von Agfa erfüllt es auch die hohen Erwartungen unserer Radiologen an die Bildqualität“, sagt Elizabeth Evans, X-Ray Modality Manager am AdventHealth, Florida (USA).



**Agfa Healthcare Germany GmbH**  
Paul-Thomas-Straße 58, D 40599 Düsseldorf  
T 0211 22986 0  
medimg.agfa.com



## Die Werke des Richard Strauss entdecken



**Komponist, Dirigent, Kulturpolitiker, Bildungsbürger, Familienmensch ... Richard Strauss war eine Person mit vielen Facetten.** Entdecken Sie im Richard-Strauss-Institut in der Villa Christina im Kurpark Partenkirchen das Leben und die Werke eines Mannes mit unermüdlicher Schaffenskraft. Das internationale Strauss-Zentrum beherbergt eine öffentliche Dauerausstellung, einen Konzertsaal sowie eine Fachbibliothek und ein Archiv.  
**Zeit:** montags bis freitags, 10-16 Uhr  
**Ort:** Schnitzschulstraße 19  
**Kosten:** 3,50 Euro

## Fackelwanderung zur Partnachklamm



**Die Kraft und Magie des Wassers spürt man beim Anblick der Jahrhunderte alten Partnachklamm.** Eine geführte Fackelwanderung zu diesem Naturschauspiel sorgt für ein atemberaubendes Spektakel zwischen Licht und Schatten. Der „Rößner-Hans“ führt Interessierte bei Dunkelheit stimmungsvoll in ca. 30 Minuten zur Klamm.  
**Zeit:** Freitag, 24.1. + Samstag, 25.1., 17.30 oder 19 Uhr  
**Ort:** An der Auffahrt nach Graseck vor dem Fußweg zur Klamm/ neue Blockhütte  
**Kosten:** Erwachsene 15 Euro, Kinder 8 Euro  
**Anmeldung:** Tel. 08821-59345 (AB) oder 08821-180700

# Photon Counting aus der Sicht des Mediziners

In Garmisch erwarten die Besucher in diesem Jahr faszinierende Aufnahmen aus einem der ersten Photon-Counting-CTs weltweit. Denn von dem Experimentalscanner „CounT“ der Firma Siemens existieren zurzeit nur drei Exemplare: in der Mayo Clinic in Rochester, Minnesota, an den National Institutes of Health in Bethesda, Maryland und am Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) in Heidelberg. Prof. Dr. Dipl.-Phys. Heinz-Peter Schlemmer, Leiter der Abteilung Radiologie am DKFZ, erläutert, welche Erkenntnisse er und sein Team bisher aus ihrer Grundlagenforschung gewonnen haben und welche klinischen Anwendungsfelder die neue Technologie möglicherweise bieten wird.

„Durch die sehr hohe räumliche Auflösung lassen sich Strukturen mit einer nie da gewesenen Detailschärfe erkennen.“



Prof. Dr. Dipl.-Phys. Heinz-Peter Schlemmer ist seit 2010 Professor für Radiodiagnostische Onkologie an der Medizinischen Fakultät der Universität Heidelberg, Leiter der Abteilung Radiologie und Sprecher des Forschungsschwerpunktes Bildgebung und Radio-onkologie am DKFZ. In den letzten Jahren engagierte er sich in zahlreichen nationalen und internationalen Krebs- und Radiologiegesellschaften, u.a. hat er die AG Onkologische Bildgebung in der DRG gegründet, war Präsident der International Cancer Imaging Society (ICIS) und ist ab 2021 Präsident der European Society of Oncologic Imaging (ESOI).

**VERANSTALTUNG**

**Donnerstag, 23.01.2020, 08.45-09.05 Uhr**  
**Klinisches Potenzial der Photon Counting CT**  
**Heinz-Peter Schlemmer (Heidelberg)**  
**Session: Neue Horizonte – Von der Diagnostik bis zur Therapieentscheidung**

ihre Energie. Diese wird auf dem Weg durch den Patienten je nach Körperteil und Gewebe unterschiedlich abgeschwächt. Zurzeit lassen sich vier Energiebereiche unterscheiden und separat voneinander darstellen.

**Scharf wie nie**

„Bisher haben wir mit dem Prototypen vor allem Untersuchungen an Hochkontraststrukturen wie der Lunge und den Knochen durchgeführt“, berichtet Prof. Schlemmer. „Durch die sehr hohe räumliche Auflösung lassen sich Strukturen mit einer nie da gewesenen Detailschärfe erkennen. Wir können in Knochenmetastasen eine Heterogenität erkennen, die wir vorher nicht sehen konnten. Gleiches gilt für die Lunge. Wir können hier Veränderungen der dünnen Septen, der Trachea und der Bronchialwände darstellen, die uns ebenfalls vorher verborgen blieben.“ Daher ist die große Hoffnung der medizinischen Forscher, dass die neue Technologie in Zukunft eine noch bessere Charakterisierung von Geweben ermöglichen und dadurch zu einer verbesserten Früh- und Differentialdiagnostik sowie einem optimierten Therapie-Response-Monitoring beitragen wird. Doch nicht nur das: Die sehr hohe Detailerkennbarkeit könnte auch Anwendungen in den Bereichen Künstliche Intelligenz und Radiomics zu Gute kommen, denn je höher die Auflösung desto besser lassen sich Texturanalysen durchführen.

Als vielversprechend schätzt Schlemmer den klinischen Nutzen der Photon-Counting-CTs auch für das Screening und für den kardiovaskulären Bereich, insbesondere für die Herzdiagnostik, ein: „Es ist zu erwarten, dass wir durch die höhere räumliche Auflösung Kalk und andere Weichteilplaques der Koronarien besser detektieren können – und das sehr wahrscheinlich mit einer niedrigeren Dosis als bisher. Denn die hohe Empfindlichkeit

des photonenzählenden Detektors trägt dazu bei, dass der Scanner – wenn er nicht auf voller Leistung läuft, sondern wie ein Standard-CT betrieben wird – die Dosis um bis zu 40 Prozent reduzieren kann.“

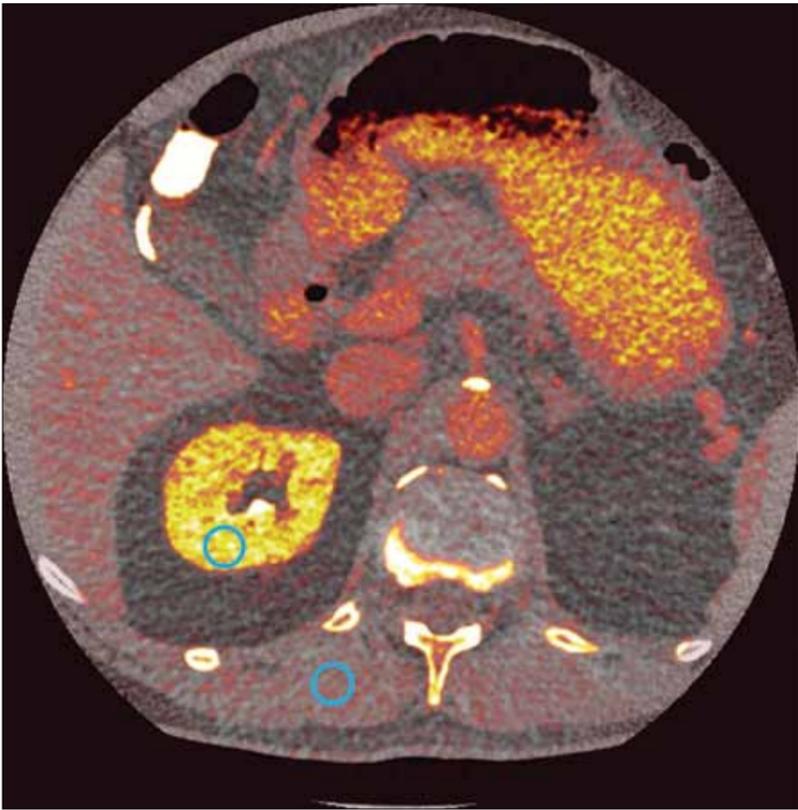
**Mehr Kontrast, weniger Mittel**

Insbesondere im Niederkontrastbereich bietet sich durch die Energieauflösung sehr wahrscheinlich auch die Möglichkeit, Kontrastmittel effektiver zu detektieren und vermutlich sogar einzusparen. „Darüber hinaus können wir andere Kontrastmaterialien wie Wismut oder Gold darstellen, sodass möglicherweise in Zukunft neue Kontrastmittel entwickelt werden, die kein Iod enthalten und damit eventuelle Probleme mit der Schilddrüse nicht mehr entstehen.“

Noch ist die Photon-Counting-CT weit entfernt davon, ihre technische Marktreife erreicht zu haben. Doch die bisherigen Resultate stimmen Prof. Schlemmer äußerst positiv: „Es ist unglaublich spannend, sich in so eine neue Technologie hineinzubegeben und zu sehen, dass man die Tomographie doch noch ein Stückchen weiter voranbringen kann.“

Dieser Photon Counting CT Scan entstand 2016 im Rahmen klinischer Forschung.

Das Neuartige an dem Ganzkörper-scanner ist sein Detektor. In konventionellen CTs werden die Röntgenstrahlen zuerst durch eine Szintillatorschicht in sichtbare Lichtsignale umgewandelt; anschließend werden die sichtbaren Lichtsignale von Photodioden in elektrische Stromsignale konvertiert. Ein photonenzählender Detektor dagegen besteht aus einem Halbleitermaterial, das in der Lage ist, Röntgenstrahlen direkt in elektrische Signalimpulse umzuwandeln. Das macht ihn besonders effizient. In ihren Experimenten haben die Heidelberger festgestellt, dass sich diese Effizienz in drei überlegenen Eigenschaften gegenüber den indirekt konvertierenden Bildempfängern zeigt: eine höhere Ortsauflösung, ein geringeres Bildrauschen und die Fähigkeit, Messsignale energetisch aufzulösen. Denn der neue Direktkonverter kann nicht nur die Anzahl der absorbierten Photonen erfassen, sondern misst auch



Quelle: National Institute of Health (NIH)

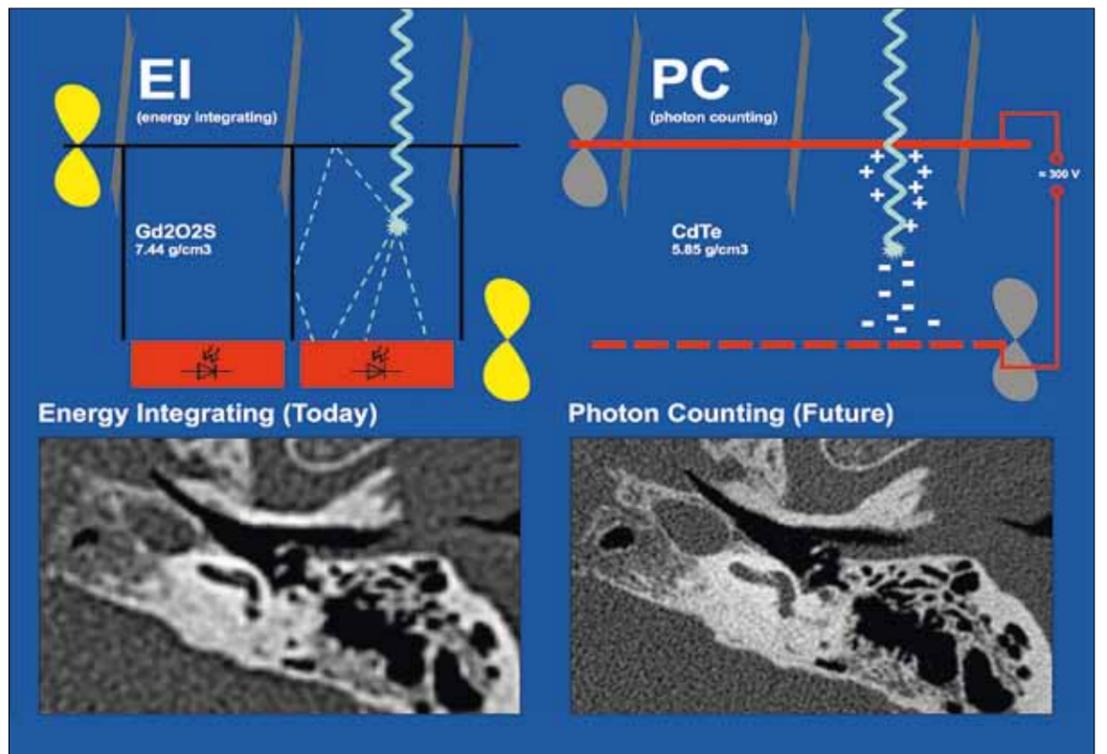
# Photon Counting aus der Sicht des Physikers

„Es ist möglich, das CT-Bild in verschiedene Materialien zu zerlegen.“

Hochauflösende Detektoren, die Röntgenphotonen zählen, existieren bereits seit einigen Jahren auf dem Markt. In der medizinischen Bildgebung kommen solche Direktkonverter beispielsweise in Dentalscannern und Mammographiegeräten zum Einsatz. Was also macht die Entwicklung eines Photon-Counting-CTs so schwierig? Diese Frage kann kaum jemand besser beantworten als Diplom-Physiker Prof. Dr. Marc Kachelrieß, Leiter der Abteilung für Röntgenbildgebung und CT am Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ) in Heidelberg.

Prof. Kachelrieß ist einer der wenigen Forscher weltweit, der die zukunftsweisende Technologie versuchsweise erprobt – und das gleich in zweifacher Hinsicht: Zum einen an dem experimentellen Computertomographen „CounT“ von Siemens und zum anderen an einem von seiner Arbeitsgruppe selbstentwickelten Kleintier-CT-Scanner in Zusammenarbeit mit dem Röntgendetektoranbieter Dectris und dem Kontrastmittelhersteller Nanopet.

Links: herkömmliches CT, so wie es heute verfügbar ist, rechts: zukünftiges photonenzählendes CT.





Prof. Dr. Marc Kachelrieß, Diplom-Physiker, machte sich am Institut für Medizinische Physik (IMP) der Universität Erlangen-Nürnberg zunächst unter der Leitung von Prof. Dr. Willi Kalender und dann als Professor für Medizinische Bildgebung einen Namen auf dem Gebiet der CT-Grundlagenforschung. 2011 wechselte er an das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ) nach Heidelberg und gründete dort die Abteilung für Röntgenbildgebung und CT. Der Physiker ist seit 25 Jahren in der Grundlagenforschung und Entwicklung neuartiger tomographischer Technologien und Algorithmen aktiv.

### Photonen zählen für Fortgeschrittene

Die größte Herausforderung beim Bau von Ganzkörper-CTs mit photonenzählenden Detektoren sei die nötige Stabilität des Detektorsignals und die benötigte Zählrate, erklärt der Physiker: „Die Technologie basiert auf dem Prinzip, dass der Detektor jedes im Detektor wechselwirkende Röntgenquant zählt, also jedes Röntgenphoton, das durch den Patienten gelangt und in dem Detektor absorbiert wird. Diagnostische CT-Geräte führen die Messung im Gegensatz zu anderen medizinischen Bildgebungssystemen in wenigen Sekunden, also extrem kurzer Zeit, durch. Die Anzahl der nachzuweisenden Röntgenphotonen pro Sekunde ist daher um Größenordnungen höher als bei anderen Modalitäten. Es braucht also einen Detektor, der es überhaupt schafft, jedes einzelne Photon in so kurzer Zeit zu zählen, ohne in Sättigung zu geraten.“

Eine große Hürde stellt die Herstellung des Materials dar, aus dem der Detektor gebaut ist. Der Sensor besteht aus einem Halbleiter wie z.B. Cadmiumtellurid. Dieses wird als Kristall gezüchtet und muss von

so hoher Reinheit und Homogenität sein, dass eine gleichbleibend hohe diagnostische Bildqualität gewährleistet ist. „In anderen Worten, wenn der Detektor kalibriert ist und Untersuchungen stattfinden, muss er sich stabil verhalten, d.h. er soll sich eine Stunde oder auch noch eine Woche nach der Kalibrierung genauso verhalten wie zum Zeitpunkt der Kalibrierung“, verdeutlicht Kachelrieß. Dabei sei zu bedenken, dass sich die Anforderungen an die Kontrastempfindlichkeit in der klinischen CT sehr viel anspruchsvoller gestalten als beispielsweise bei der Mamma-CT: „Es macht einen Unterschied, ob man eine kleine Läsion, die fast denselben Kontrast wie das umliegende Gewebe hat, in 40 cm dickem Körpergewebe oder 10 cm dickem Brustgewebe sucht. Zumal das durchstrahlte Objekt in der Mammographie nicht nur kleiner und dünner ist, sondern auch von der Form her gleichbleibend, sodass Detektor und Mammographiesystem darauf optimiert werden können. In einem Ganzkörper-CT variieren die Röntgenfeldgröße und das zu untersuchende Objekt ständig. Dies alles gilt es zu bedenken.“

### Multi-Energy-Bildgebung

Wenn die Direktumwandler jedoch eines Tages technisch ausgereift sind, werden sie enorme Vorteile mit sich bringen. Neben ihrer wichtigsten Eigenschaft, der herausragenden Ortsauflösung, erlauben sie auch, eine Energieinformation über jedes einzelne Photon einzuholen. Doch was genau sagt diese Information eigentlich aus? Dazu Kachelrieß: „Die Energie sagt etwas über die Materie aus, die der Röntgenstrahl durchdrungen hat. Es ist also möglich, das CT-Bild in verschiedene Materialien zu zerlegen. Das können unterschiedliche Gewebearten sein, aber auch verschiedene Kontrastmittel. Die Möglichkeiten sind zwar nicht unendlich, aber drei oder vier Komponenten werden wir voneinander unterscheiden können.“

Die Fähigkeiten heutiger Dual-Energy-CTs werden diese neuen Systeme daher übertreffen. Was die Forscher allerdings noch beschäftigt, ist die Frage nach neuen Kontrastmitteln, die sich von den bisherigen Kontrastmitteln Jod derart unterscheiden, dass man sie separat darstellen und sinnvoll im Patienten anwenden kann. Es bleibt also noch viel zu tun. ■

## Ortsführung Partenkirchen

**Ein kulturhistorischer Spaziergang durch den Ortsteil** führt vorbei an Teilen der „historischen Ludwigstraße“ mit ihren berühmten „Lüftmalereien“ sowie an Plätzen, an denen schon Könige residierten, bayerische Tradition und Kultur sichtbar sind und ein Blick auf den höchsten Berg Deutschlands inklusive ist. Nebenbei erfährt man, was es mit dem „Viere Läuten“ auf sich hat, was der „Schmuser“ eigentlich macht und was wirklich im „Schlampnhaus“ passiert.  
**Zeit:** Freitag, 24.1., 10 Uhr (Dauer ca. 1,5 Stunden)  
**Ort:** Treffpunkt Sebastians Kircherl  
**Kosten:** Erwachsene 10 Euro, Kinder bis 12 Jahre frei  
**Anmeldung:** nicht erforderlich

# Transferring research into daily routine

## Possibilities and Probabilities

Although some people foresee artificial intelligence easing medical workloads, many challenges arise before that dream can begin. Dr Felix Nensa and Dr Bram Stieltjes described such hurdles in an ‘Artificial Intelligence in Medical Imaging’ session held during a SITEM School Symposium in Bern, Switzerland.

Whilst artificial intelligence (AI) has potential, actually delivering that asset in to routine medical practice remains a major challenge. Recent discussing ‘Translational AI – from bits to bedside’, radiologist Dr Felix Nensa, from Essen University Hospital, in Germany, pointed to headlines that AI had helped to save lives, or that machines were supposedly better than radiologists, but, he noted, the tone of those headlines have been changing – indicating a peak in AI development. ‘Now,’ he said, ‘to get to a plateau of productivity, we really need to be translational. We need AI to do something useful for us.’

The hype around AI results from several decades of continuously exponential growth in computer hardware, the power of computers, and storage, which brings with it a lot of data.

However, Nensa added: ‘You have to be careful not to say big data is big value. Only if we have the ability to analyse this data does it turn into value. We are producing more information but lagging behind in our ability to analyse this data and the big hope is that AI, or methods of machine learning, will help us to close this gap and to make more value of our data.’

Sharing examples from radiology, he said decades of information from images had simply gone into archives and nothing further had been done with that valuable data. However, radiomics – among new buzz words in radiology – is seeing information extracted from tumours, in terms of their shape and texture, with machine learning applied to the data to create predictive models or future treatment plans.

A tumour’s N- or M-stage, he said, may be predicted by looking at a primary tumour.

“To get to a plateau of productivity, we really need to be translational.”



Directly after completing his final school exams, Felix Nensa freelanced as a software developer for the Research Institute for the Diagnosis and Treatment of Early Lung Cancer at the Augusta Hospital in Bochum. At that time he also took a distance learning degree course in IT (2000). His medical studies at Ruhr University in Bochum (2001-2007) included two semesters spent at the University of Strasbourg in France. In 2011, Nensa became a registrar at the Institute for Diagnostic and Interventional Radiology and Neuroradiology at Essen University Hospital and manages research projects on PET/MR, Cardio-MRI and DCEMRI.



Bram Stieltjes MD PhD is VC of Research at the Department of Radiology of the University Hospital Basel and has recently formed a new department for research and analytical services in IT. In this role, he aims to integrate technical developments in physics and computer science into medical data science projects. His resident training is in radiology but he also had a year of training in child psychiatry and radiation oncology. He also headed a multi-disciplinary group consisting of members from physics, medicine and informatics at the German Cancer Research Centre.



Source: Shutterstock/Nadya C

Or, for brain tumours, where there is reluctance to carry out a biopsy, machine learning on PET-MRI data could be used to predict its mutational status. Yet, he still does not consider radiomics translational, because most methods need a manual tumour segmentation, and there are also issues of standardisation, validation, and clinical acceptance.

‘Radiomics is interesting research-wise and we should go for it, but there is almost nothing I see in five to ten years in clinical routine,’ Nensa said.

In Essen – a centre for liver transplantation – he said a tool has been created to automatically segment the whole liver and produce reports. He also outlined how machine learning can be used to predict how liver lobe will grow and predict future liver remnant in patients. A good machine learning model starts from a good question, he emphasised. ‘If you identify a clinical problem – something healthcare professionals do best – find what really needs improvement and then understand the problem and specify data, you can communicate that with data scientists, who can design a system. It’s then important to get these clinical models back to clinical routine early, to validate them.’

While the first try out will probably not work that well, the process is repeated with further iteration to deliver a tool good enough to work in clinical routine.

Nensa outlined the importance of medical informatics in translation and integrating

tools into workflows. 'Medical informatics is needed to deploy AI tools into a hospital infrastructure because if it doesn't work in the clinical routine, it's worth nothing,' he added.

In bone analysis, for example, AI could be used to mimic a radiologist's workflow with stacked neural networks, harnessing the specialist's knowledge of workflows into the data science to make the tools work better.

However, Nensa stressed that he does not think AI could or would replace radiologists or radiology. 'Radiologists using these tools will get much more efficient much faster than those who reject these methods. In the end, radiologists who refuse to use these tools will be replaced – not by AI, but by other radiologists who do use these tools.'

On AI use theories recently discussed at major radiology conferences, as well as the point about radiologists already operating at near capacity and needing new technology to become more effective, he said: 'That's because we are getting more and more data every day and we cannot scale by just getting more efficient by ourselves, so we need tools to help us to scale and provide real-time diagnostic support.'

Rather than being an autopilot, AI will be a co-pilot and leave radiologists to focus on more vital tasks. It will not take jobs from radiologists, he confirmed, but will aid efficiency with routine tasks delegated to automation. 'In the end,' Nensa concluded, 'we'll have super-diagnostics, where all this information will come together and we, with the help of machines, will have oversight of all data, providing better and more sophisticated real-time diagnostics. This will be key to personalised medicine.'

### The challenges of developing AI projects

Dr Bram Stieltjes, from Basel University, outlined a range of challenges and hurdles involved in developing Artificial Intelligence projects in a clinical context.

As Head of the university's Research and Analysis Services Department, his presentation 'AI in a clinical context; get ready to make your hands dirty!', tempered expectations and focused on why AI in a medical context can be so difficult.

He warned that there is a 'huge over enthusiasm' circulating around medical data on what can be done with it in the context of AI

and that a key issue with machine learning is having sufficient information and items in reports, in the first place, to be able to extract meaningful information. In a significant proportion of cases, Stieltjes feels reports are incomplete.

For structured reporting, he said, standard sentences must be a key element, but the aspect of 'probability' is often overlooked, and its lack is a limitation. 'Probability is the only way for us to know what you are thinking and the only way to use that data afterwards for a machine learning or AI project. If you do not add probability you are lost,' he observed, adding probability brings an extra dimension to reports and could help in future learning and thinking. 'Recording medical thinking like this, not only helps you to train algorithms but also to train doctors in a really quantitative way.'

The whole structuring of medical data not only touches on training algorithms to replace what doctors do, but also trains doctors in a completely different way.'

There should also be a direct connection to the image. 'Today, what you have with AI projects is that you are really looking for a needle in a haystack at best and sometimes,

in searching for a needle, you just find hay.'

Within a healthcare setting, he said, clinical data is saved for clinical documentation without much consideration of research. 'It's relatively easy to find all the data points from one patient, but even the databases that control our clinical applications are not built to find all similar patients, or all patients with the same exams.'

To create an effective machine learning application, he explained that auxiliary tools are needed that incorporate a risk element and technical descriptions. Stieltjes's team at Basel University reorganised their available data for research purposes and re-indexed technical exams in a re-think on the way they were dealing with data.

Using the search engine for as many patients as possible who fulfilled their criteria, they could investigate 12,000 MRI scans in 48 hours.

'It's a whole different way to work and enables you to interactively interrogate data and maybe drives the infrastructure of a hospital,' he continued.

He warned that, in a healthcare setting, there can be barriers to sharing data and acquiring it from other departments for an AI

project, and also pointed to disappointments in the length of time it takes to develop an AI project. Moving radiology – and other fields – to structured text has intrinsic limitations, he pointed out; obtaining good data will still not solve all the problems, especially the connection between text and image.

However, moving to a scenario where all data created in a medical context is structured can help with modelling the data, and in making a virtual model of organs and predictions. 'I think this is highly dependent on how seriously we take the data-driven organisation of medicine,' Stieltjes added. 'We should not organise ourselves around diseases, doctors and specialties, we should analyse what data elements are important for decision-making and how we get them, and all the processes that we generate or create in a hospital should circle around that thought.'

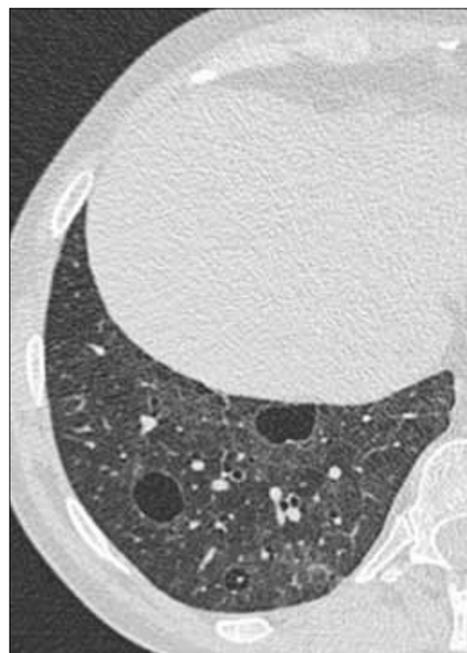
The focus needs to be more on the data stream, rather than what is necessarily most convenient for the clinician, he emphasised. 'If we can turn that thinking error around, I think we can see very rapid progress. If we don't, I think we will be talking like this for decades.'

# Lungenzysten: einfaches Bild – viele Ursachen

Unter Zysten versteht man normalerweise flüssigkeitsgefüllte Hohlräume. In der Lunge allerdings ist das anders: Lungenzysten sind dünnwandige Höhlen, die mit Luft gefüllt sind. Sie treten häufig auf, wobei es sich meist um einen Zufallsbefund handelt. „Im Leben eines Radiologen gibt es spannendere Themen als Lungenzysten – aber wenn man eine findet, lohnt es sich, über die Ursache nachzudenken“, bekräftigt Univ.-Prof. Dr. Gerhard Mostbeck, ehemaliger Vorstand des Instituts für diagnostische und interventionelle Radiologie am Wilhelminenspital in Wien.

Was hinter einer Lungenzyste steckt, ist gar nicht so einfach herauszufinden. Mostbeck bezeichnet Lungenzysten daher als „diagnostisches Chamäleon“. Der Wiener Radiologe verwendet jedoch eine Systematik, mit deren Hilfe man beim Vorliegen dieser morphologischen Veränderung gut zur richtigen Diagnose kommt.

Zwei simple Lungenzysten (zarte Wand, glatt begrenzt) im rechten Unterlappen. CT-Zufallsbefund.



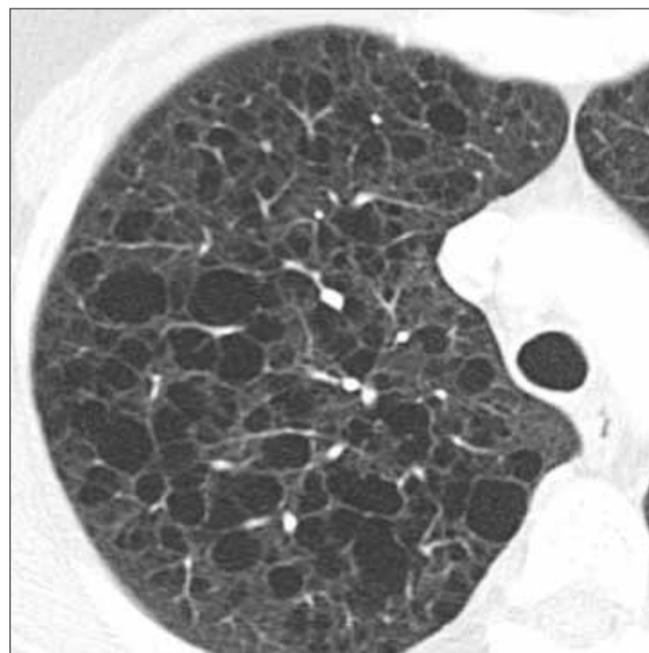
## „Lungenzysten sind ein diagnostisches Chamäleon.“

Zysten können einzeln oder in gehäufte Form auftreten. Singuläre Zysten der Lunge sind in der CT ein häufiger Zufallsbefund, bis zu acht Prozent der untersuchten Patienten, die älter als 40 Jahre sind, haben eine Zyste. Die Prävalenz nimmt mit dem Alter zu. „Hier ist es wichtig, zystischen Lungenkrebs von simplen, harmlosen Zysten zu unterscheiden“, betont Mostbeck. Kriterien für diese – überwiegend Adenokarzinomen entsprechenden – malignen Zysten sind Unregelmäßigkeiten der Zystenwand, Septierungen und Knoten der Wand und Milchglas-Muster um die Zyste.

Die häufigste Ursache für multiple Lungenzysten ist wahrscheinlich eine Chronisch Obstruktive Lungenerkrankung (COPD),

die laut Weltgesundheitsorganisation WHO zu den häufigsten Erkrankungen weltweit gehört. Hier sind Bronchiektasen häufig, also sackförmige oder zylindrische Ausweitungen der mittelgroßen Atemwege. Bronchiektasen können allerdings auch angeboren sein. Es gibt aber auch äußerst seltene Erkrankungen, die mit multiplen Lungenzysten einhergehen. „Diese sollte man als Radiologe zumindest einmal gesehen haben – dann erkennt man diese multiplen Zysten, sobald man sie abermals vor sich hat“, betont Mostbeck.

Zahlreiche, diffus verteilte Lungenzysten bei Lymphangiomyomatose (LAM).



Univ.-Prof. Dr. Gerhard Mostbeck war bis Mai 2019 Vorstand des Instituts für diagnostische und interventionelle Radiologie am Wilhelminenspital in Wien und des Instituts für Röntgendiagnostik am Otto-Wagner-Spital, ebenfalls in der österreichischen Hauptstadt. Seine klinisch-radiologischen Schwerpunkte liegen im Bereich der Thorax-Radiologie, der Radiologie des Abdomens, der urogenitalen Radiologie sowie der Mamma-Diagnostik und der Radiologie in der Onkologie. Die wissenschaftlichen Schwerpunkte des Facharztes für Radiologie, der von 2006 bis 2008 Präsident der Österreichischen Röntgengesellschaft und von 2002 bis 2005 Präsident der Österreichischen Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (ÖGUM) war, liegen in der Thoraxradiologie und Radiologie in der Onkologie.

### Seltene Erkrankungen

Eine dieser Erkrankungen ist die fast ausschließlich bei Rauchern auftretende adulte pulmonale Langerhans-Zell-Histiozytose (PLCH). Es handelt sich um eine seltene histiozytäre Lungenerkrankung mit Ansammlung von Langerhans-Zellen und anderen Entzündungszellen in den kleinen Atemwegen unter Bildung nodulärer entzündlicher Herde. Diese typischen zystischen Veränderungen treten vor allem in den Oberlappen im fortgeschrittenen Stadium der Erkrankung auf, in der frühen Krankheitsphase erfolgt die Diagnose durch den Nachweis charakteristischer nodulärer Muster im Röntgenbild oder im hochauflösenden Thorax-CT. Wenn die Patienten mit dem Rauchen aufhören, bildet sich die Erkrankung meist teilweise oder sogar vollständig zurück. Bei einigen Patienten schreitet die Krankheit aber trotz Beenden des Rauchens fort.

Eine zweite seltene Erkrankung, die mit dem Auftreten von Lungenzysten verbunden ist, ist die Lymphangiomyomatose

(LAM). Diese wird durch einen spontan erworbenen oder vererbten Gendefekt verursacht. In der Folge kommt es zu einer überschießenden Wucherung glatter Muskelzellen in Lymphgefäßen und Bronchialwegen, die das gesunde Lungengewebe zerstören. In der High-Resolution-CT sind hier diffus verteilte, dünnwandige Zysten die zentralen radiologischen Diagnosekriterien. Die Therapie beschränkt sich meistens auf die Behandlung der Symptome, am häufigsten in Form einer Langzeit-Sauerstofftherapie.

Noch eine seltene Erkrankung, die mit der Bildung von typischen Zysten einhergeht, ist die Pneumocystis-jirovecii-Pneumonie. „Früher ist diese Erkrankung oft bei AIDS-Kranken aufgetreten“, erinnert sich Mostbeck. Mit der Etablierung der antiretroviralen Kombinationstherapie, seit der – zumindest in Mitteleuropa – kaum mehr ein HIV-Infizierter das AIDS-Vollbild entwickelt, sind auch die Zahlen der Pneumocystis-jirovecii-Pneumonie deutlich zurückgegangen.

## Lehrpfad „Steine des Alpenraums“

Der Geologische Lehrpfad „Die Steine des Alpenraums“ verläuft auf 1,6 km Länge entlang der Partnach auf einer reizvollen Promenade zwischen Bahnhofstraße und Olympia-Skistadion. Der Lehrpfad soll den Besuchern einen Einblick in die Welt der Gesteine aus dem gesamten Alpenraum geben. Zu jeder Jahreszeit, für Jung und Alt, vermittelt er Wissen bei gleichzeitiger Erholung in der Natur. Aktuell sind über 100 Exponate aufgestellt, die ältesten sind über 500 Millionen Jahre alt.

**Zeit:** jederzeit  
**Ort/Start:** Olympische Sprungchanze  
**Kosten:** keine



Foto: Fremdenverkehrsverein Garmisch-Partenkirchen e.V.

# WIR FÜR SIE.

Ein Concierge kennt seinen Kunden.  
Er lebt für den Service und hat immer eine Lösung.

**BECKELMANN. IHR CONCIERGE.**



Kontrastmittel  
& Medizinprodukte



Röntgen  
& Medizintechnik



Praxis  
& Bürobedarf



Technische  
Lösungen & Services



Umfassende  
Fachberatung

SIE WÜNSCHEN? WIR LIEFERN.

**0800 / 2 32 53 56**

kostenlos aus dem dt. Festnetz



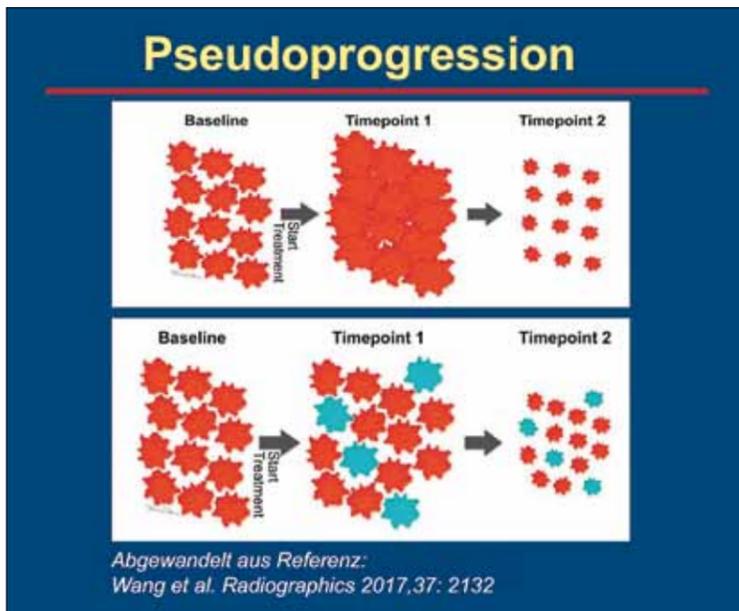
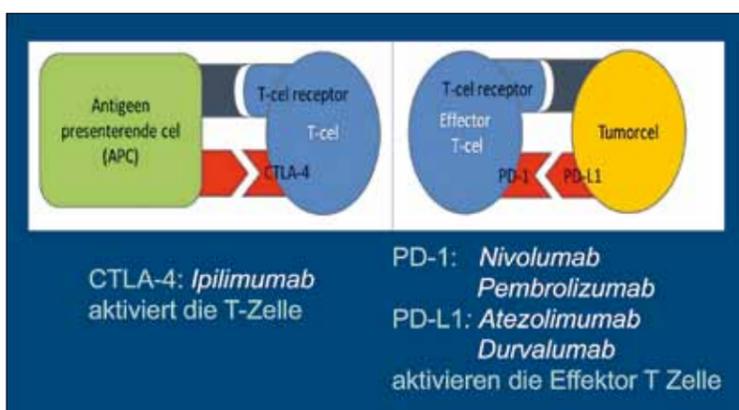
# Immuntherapie bei Lungenkrebs – viele Bälle in der Luft

**B**essere Therapieergebnisse und günstigere Prognosen – für Onkologen, die Patienten mit Lungenkrebs behandeln, war dies über lange Zeit Zukunftsmusik. Die Checkpoint-Inhibitoren scheinen nun vieles möglich zu machen. Aber nicht immer und nicht bei jedem Patienten. Und auch sonst sind diese Medikamente ein zweischneidiges Schwert. Professor Cornelia Schäfer-Prokop, seit 2009 Radiologin am Meander Medical Centre Amersfoort in den Niederlanden, erläutert die Chancen und Risiken.

„**Wichtigstes Kriterium ist, dass sich die Zunahme des Tumors in einer zweiten Kontrolle durchgesetzt hat.**“



Prof. Dr. Cornelia Schäfer-Prokop arbeitet seit 2009 als Radiologin am Meander Medical Centre, Amersfoort (Niederlande) und darüber hinaus als Wissenschaftlerin am Department of Radiology and Nuclear Medicine am Radboud University Medical Center in Nijmegen. Zuvor war sie in Hannover (1993-1998), am AKH Wien (1998-2004) und AMC Amsterdam (2005-2009) tätig. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen in der digitalen Radiographie, Computer-Aided Detection und Klassifikation und der Diagnostik interstitieller Lungenerkrankungen. Sie ist bzw. war Mitglied des Editorial Boards von „European Radiology“, „Journal of Thoracic Imaging“, „Radiology“ sowie „Insights into Imaging“ und Mitglied der Fleischner Gesellschaft.



## Enttarnung als Wirkprinzip

Auf der Oberfläche von T-Zellen sind bestimmte Proteine (Checkpoints) angesiedelt, die zwischen Tumorgewebe und körpereigenem Gewebe unterscheiden können. Tumorzellen blockieren diese Checkpoints. In der Folge erkennt das Immunsystem die Tumorzellen nicht mehr als Fremdgewebe, eine Abwehrreaktion des Immunsystems bleibt aus. Checkpoint-Inhibitoren sind Medikamente, die diese Blockade wieder auflösen, und den Prozess der Abwehr wieder in Gang setzen. Zur Therapie von Lungenkrebs sind bislang verschiedene PD1- und PD-L1-Hemmer zugelassen. Schäfer-Prokop: „Ein sehr wirksamer Mechanismus, der laut Literatur aber leider nur bei 20-40% Prozent der Fälle erfolgreich ist“.

## Genexpression als Indikator für die Response

Vor einer Indikation für einen Checkpoint-Inhibitor wird der Tumor charakterisiert: Mit der Biopsie lässt sich der histologische Subtyp analysieren. Die genetische Charakterisierung identifiziert zum Beispiel

Mutationen wie EGFR- oder ALK, die das Tumorwachstum begünstigen. Mit der Bestimmung der Genexpression lässt sich ermitteln, wie viele Proteinliganden beim Tumorgewebe tatsächlich vorhanden sind. Je mehr Liganden da sind, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Therapie mit Checkpoint-Inhibitoren funktioniert. Bei Expressionsraten von über 50 Prozent ist eine gute Response zu erwarten. „Allerdings, und das macht es kompliziert, gibt es auch Patienten, die trotz niedrigerer PDL-Expression auf die Immuntherapie ansprechen“, so Schäfer-Prokop. Onkologen sehen sich daher oft in der Pflicht, auch bei niedrigen Genexpressionen zumindest einen Therapieversuch zu machen.

## Hohe Erwartungen

Nach Dekaden schlechter Therapierbarkeit und sehr ungünstiger Prognosen sehen viele Kliniker in den Checkpoint-Inhibitoren ein potentes Mittel, um Lungenkarzinome mit deutlich größerem Erfolg zu therapieren. Aus bisher wenigen Monaten können in erfolgreichen Fällen 12, 15 oder gar 18 Monate

mehr Überlebenszeit werden. „Das erklärt den großen Enthusiasmus der Onkologen“, meint Schäfer-Prokop. Die Kehrseite der Medaille: Die Medikamente sind sehr teuer und haben erhebliche Nebenwirkungen. Weil sie relativ unspezifisch in das Immunsystem des ganzen Körpers eingreifen, kann es zu starken Entzündungsreaktionen in den Organen kommen wie beispielsweise Pankreatitis, Hepatitis, Pneumonitis, Colitis etc., die den Patienten stark beeinträchtigen. Und last but not least: Längst nicht alle Patienten profitieren von dieser Therapie.

## Prospektive Einschätzung schwierig

Sinnvoll wäre es daher, im Vorfeld zu wissen, ob ein Lungenkrebspatient einen Vorteil von der Behandlung haben wird oder nicht. Zurzeit wird daher intensiv nach Biomarkern geforscht, etwa nach immunohistochemischen Faktoren in der Mikroumgebung des Tumors oder der ‚mutational load‘, also der Anzahl der Genmutationen, die ein Tumor aufweist. Schäfer-Prokop: „Hier befinden wir uns aber noch im Bereich der Forschung.“ Fest steht, dass die Bildgebung bei der Responsebeurteilung über die reine Morphologie hinausgehen muss. Denn allein den Durchmesser des Tumors oder die Lymphknoten als Maßstab für ein Therapieansprechen heranzuziehen, reicht wegen

seines gelegentlich pseudo- bzw. hyperprogressiven Verhaltens nicht aus. Denkbar ist die Zuhilfenahme der molekularen Bildgebung mit bestimmten PET-Tracern oder aber biomedizinische Mikrosysteme (BIOMICS), mit denen die Bilddaten ausgelesen werden. Schäfer-Prokop selbst geht davon aus, dass eine Kombination verschiedener Informationsquellen Abhilfe schaffen wird: „Die molekulare Bildgebung, aber auch die Analyse von Stoffen, die aus dem Blut gewonnen werden, aus den Immunzellen oder aus immunohistochemischen Details vom Tumor selbst – all das ist denkbar.“

## Unter Immuntherapie manchmal zunächst Progression

Um das Ansprechen auf eine Lungenkrebstherapie zu evaluieren steht seit 2009 die Leitlinie RECIST zur Verfügung. RECIST 1.1 wird üblicherweise verwendet, um bei traditioneller Chemotherapie zu bestimmen, inwiefern der Tumor reagiert oder nicht. Die Einschätzung beruht auf rein morphologischen Merkmalen, also dem Durchmesser bestimmter Target-Läsionen oder Lymphknoten und dem Auftreten neuer Läsionen. „Wenn das Tumolvolumen über einen bestimmten Prozentsatz hinaus zugenommen hat oder aber eine neue Läsion detektiert wird, ist die Schlussfolgerung

**Veranstaltung**

**Donnerstag, 23.01.2020, 11.45-12.05 Uhr**  
**Immunonkologie und Lunge**  
**Cornelia Schäfer-Prokop (Nijmegen, Niederlande)**  
**Session: Lunge**

Progression“, so die Expertin. Inzwischen hat sich herausgestellt, dass diese Kriterien für die Immuntherapie nicht funktionieren. Denn es ist zu beobachten, dass unter Therapie der Tumor in einigen Fällen zunächst größer wird, bevor er dann, Wochen später, deutlich schrumpft. Dafür gibt es zwei Erklärungsansätze: Bei der ersten Kontrolle hat das Immunsystem zwar begonnen, zu reagieren, der Tumor aber noch nicht, so dass er weiterwächst. Oder die aktivierten T-Zellen infiltrieren den Tumor und die Mischung aus Tumor und Immunreaktion führt wiederum erst zu einer Vergrößerung des Tumolvolumens. Und erst bei einer zweiten Kontrolle stellt sich heraus, dass der Tumor geschrumpft oder die neue Läsion stabil geblieben oder sogar kleiner geworden ist.

## Leitlinie RECIST zweimal angepasst

Diese Beobachtungen haben dazu geführt, dass 2009 sogenannte irRC-Kriterien aufgestellt wurden. Danach kann erst dann von einer ‚confirmed‘ Progression gesprochen werden, wenn der Tumor nach mindestens zwei konsekutiven Untersuchungen um mindestens 20% Prozent größer geworden ist. 2017 wurden diese Kriterien nochmals angepasst (iRECIST).

Aktuell wird auch dann noch von einer ‚unconfirmed‘, also nicht bestätigten Progression ausgegangen, wenn der Tumor bei der ersten Kontrolle größer geworden ist und eine neue Läsion aufgetreten ist. Eine ‚confirmed progression‘ liegt nur dann vor, wenn der Tumor bei einer nächsten Kontrolle weitergewachsen oder die Läsion gewachsen ist oder aber eine zweite Läsion identifiziert wird. Schäfer-Prokop: „Wichtigstes Kriterium ist, dass sich die Zunahme des Tumors in einer zweiten Kontrolle durchgesetzt hat.“ Die Unvorhersehbarkeit – wächst der Tumor immer weiter oder wird er doch kleiner – macht es schwierig, zu entscheiden, ob weiter behandelt werden soll oder nicht. Letztendlich beruht die Therapieentscheidung auf einem Zusammenspiel von klinischem Status, der Chancenabschätzung des Onkologen, dem PD-L1-Status, der histologischen Untergruppe und der Beurteilung des Radiologen. ■

