



**University of  
Zurich**<sup>UZH</sup>

**Zurich Open Repository and  
Archive**

University of Zurich  
University Library  
Strickhofstrasse 39  
CH-8057 Zurich  
[www.zora.uzh.ch](http://www.zora.uzh.ch)

---

Year: 2023

---

## **Photon-counting-CT: eine neue Ära in der radiologischen Bildgebung**

Mergen, Victor ; Alkadhi, Hatem

**Abstract:** Die inhärenten spektralen Eigenschaften der Photon-counting-CT ermöglichen es, Pathologien nicht nur anhand ihres Schwächungsverhaltens zu charakterisieren, sondern zunehmend auch zu differenzieren und zu quantifizieren. Darüber hinaus besticht der ultrahochoflösende Modus durch die Darstellung von bisher schwer zu beurteilenden kleinen Strukturen in hervorragender Qualität. Die Photon-counting-CT stellt den nächsten grossen Schritt zu einer präziseren und weiter personalisierten Bildgebung dar.

DOI: <https://doi.org/10.4414/smf.2023.09412>

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-239141>

Journal Article

Published Version

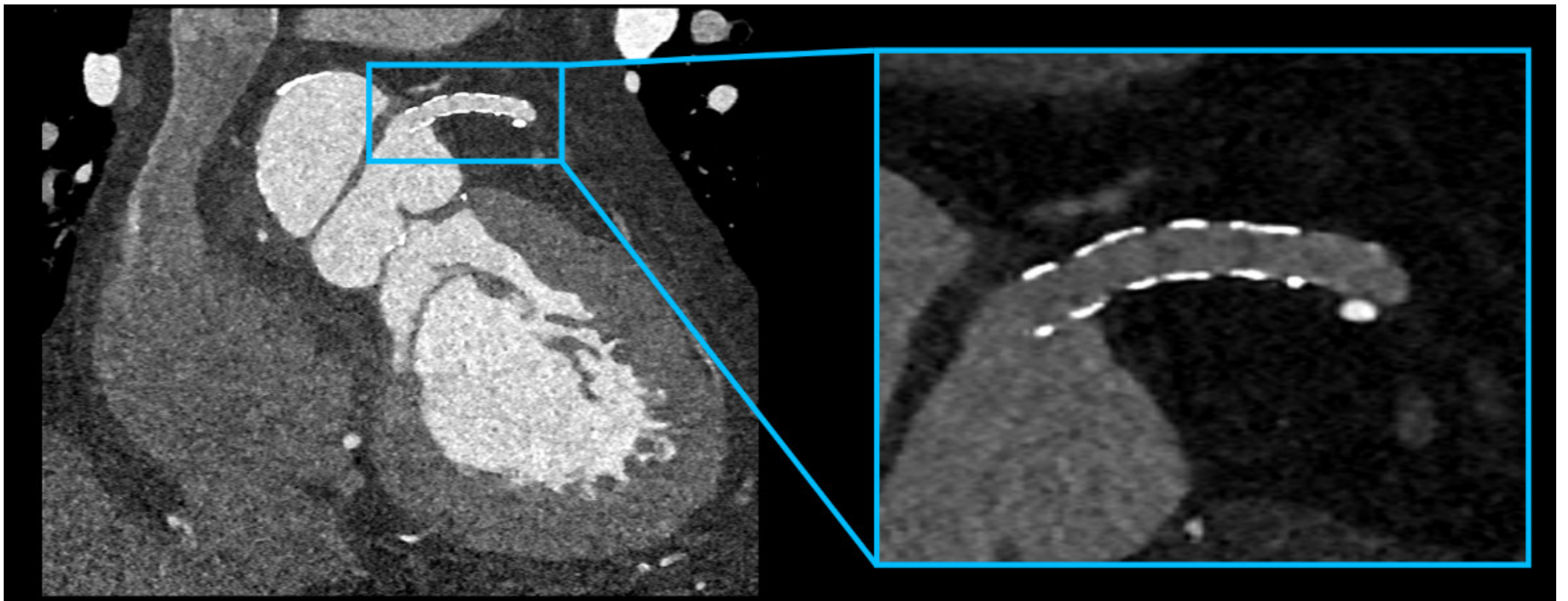


The following work is licensed under a Creative Commons: Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0) License.

Originally published at:

Mergen, Victor; Alkadhi, Hatem (2023). Photon-counting-CT: eine neue Ära in der radiologischen Bildgebung. Swiss Medical Forum:Epub ahead of print.

DOI: <https://doi.org/10.4414/smf.2023.09412>



Fort- & Weiterbildung

Radiologie

[Teilen](#)

[Download PDF](#)

SCHLAGLICHT: RADIOLOGIE

# Photon-counting-CT: eine neue Ära in der radiologischen Bildgebung

MEDIZINISCHES SCHLAGLICHT

**Dr. med. Victor Mergen\***

WEITERE AUTOREN

Prof. Dr. med. Hatem Alkadhi\*, Dr. med. Victor Mergen

WEITERE INFORMATIONEN ▼

Publiziert am 21.06.2023

Die kürzlich entwickelte Photon-counting-Computertomographie zeichnet sich durch eine bisher unerreichte räumliche Auflösung und inhärente spektrale Eigenschaften bei maximaler zeitlicher Auflösung aus. Wird sie unseren Blick auf Anatomie und Pathologie nachhaltig verändern?

## Hintergrund

Die Computertomographie (CT) stellt eine in der modernen Diagnostik unverzichtbare bildgebende Modalität dar. Dedizierte Untersuchungsprotokolle ermöglichen heute eine rasche, umfassende und präzise Abklärung verschiedener Krankheitsbilder. So können beispielsweise ausgedehnte Krebsleiden oder kardiovaskuläre Erkrankungen mit einer hohen diagnostischen Genauigkeit abgebildet und beurteilt werden. Während in den letzten Jahren vermehrt eine Optimierung vorhandener CT-Technik

stattgefunden hat mit dem Resultat einer schnelleren Bildakquisition, einer höheren zeitlichen Auflösung, geringerer Strahlendosen und kleinerer Kontrastmittelmengen, gab es aufseiten der Detektoren relativ wenige Entwicklungen. Mit der kürzlichen Einführung des ersten Photonen zählenden Computertomographen hält ein vollständig neues Detektordesign Einzug in den klinischen Alltag.

## **Technische Prinzipien**

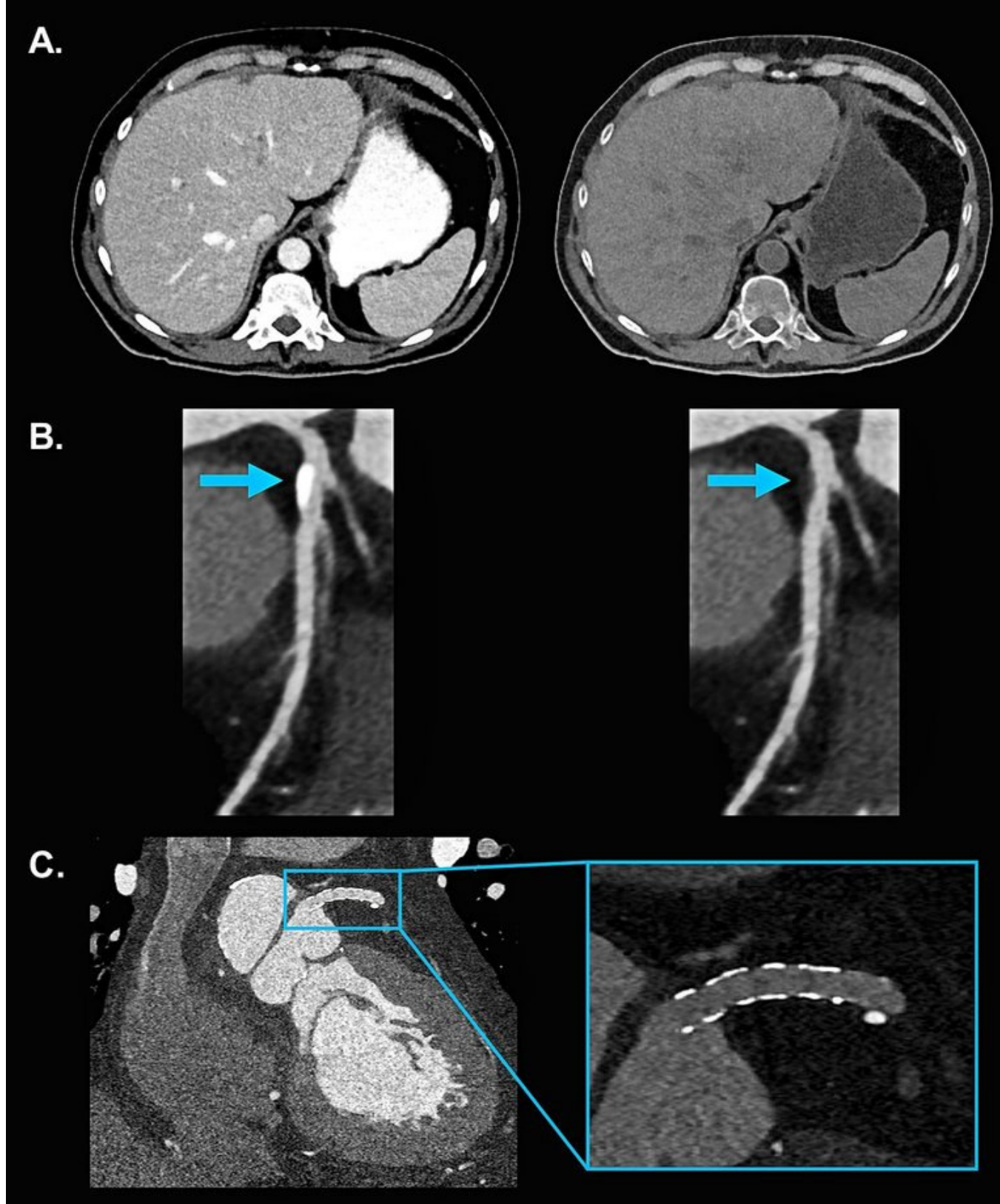
Die Bildakquisition bei der CT erfolgt über eine kontinuierlich rotierende Röntgenröhre und einen gegenüberliegenden Detektor. Die durch die zu untersuchende Person geschwächten Röntgenstrahlen werden von den Detektoren ausgelesen. Photon-counting-Detektoren bestehen aus einem Semikonduktor (zum Beispiel Cadmium-Tellurid), an den eine hohe Spannung angelegt ist und der die Energie jedes einzelnen Pulses misst. Die detektierten Photonen werden unterschiedlichen Energieniveaus zugeordnet, wodurch eine inhärente spektrale Auslesung erfolgt [1].

Der direkte Konversionsprozess der auftreffenden Photonen zu einem elektrischen Signal ermöglicht zudem die Verwendung sehr kleiner Detektorelemente. Dadurch erlaubt die Photon-counting-CT die Bildaufnahme in einem ultrahochoflösenden («ultra-high resolution») Modus. In diesem Modus werden die kleinsten Detektorelemente einzeln ausgelesen, wodurch eine beispiellose räumliche Auflösung von 0,11 mm in der Ebene erreicht wird [2, 3].

## **Spektrale Bildgebung**

Neben der verbesserten Bildqualität mit niedrigerem Rauschen und höherem Bildkontrast, die zu einer Reduktion der Strahlendosis und/oder einer Reduktion der verwendeten Menge an Kontrastmittel genutzt werden kann [4, 5], ermöglicht die spektrale Bildgebung mit der Photon-counting-CT eine Reduktion von Bildartefakten wie zum Beispiel durch metallische Fremdkörper.

Die spektrale Materialzerlegung erlaubt zum Beispiel auch, das im Bild befindliche jodhaltige Kontrastmittel herauszurechnen, sodass virtuell native Bilder entstehen. Somit kann auf eine echt native Phase verzichtet und erheblich Strahlendosis eingespart werden [6] (Abb. 1A).



**Abbildung 1:** Spektrale Anwendungen der Photon-counting-CT ermöglichen es, aus einer kontrastmittelverstärkten Abdomen-CT mit oralem und intravenösem Kontrastmittel (A, linkes Bild) ein virtuell natives Bild (A, rechtes Bild) zu rekonstruieren und somit auf eine native Bildakquisition zu verzichten. Sie erlaubt auch eine Materialzerlegung und dadurch eine Subtraktion von verkalkten Plaques (B, linkes Bild mit einer verkalkten Plaque im distalen Hauptstamm / in proximaler RIVA; B, rechtes Bild ohne die Plaque). Es zeigt sich im Bild links, dass das Gefäßlumen nur minimal stenosierte ist. Der ultrahochauflösende Modus der Photon-counting-CT liefert eine exzellente Qualität zur Beurteilung des Lumens auch kleiner Stents (C).

CT: Computertomographie; RIVA: Ramus interventricularis anterior (der Arteria coronaria sinistra).

Umgekehrt kann die Verteilung des Kontrastmittels im Gewebe dargestellt und quantifiziert werden. Zum Beispiel gelingt mit der Photon-counting-CT die zuverlässige Darstellung des extrazellulären Volumens im Herzmuskel, das als Folge von Infarkten oder Fibrosen erhöht ist [7].

Eine weitere, sehr spannende Anwendung der spektralen Bildgebung mit der Photon-counting-CT liegt in der Subtraktion von verkalkten Plaques bei maximaler zeitlicher Auflösung, die vor allem in der kardiovaskulären Radiologie essentiell ist. Es ist bekannt, dass vor allem in kleinen Gefäßen wie den Koronararterien stark verkalkte Plaques zu einer Überschätzung der Stenosen führen können. Erste Phantomexperimente mit der spektralen Photon-counting-CT deuten darauf hin, dass dieses Problem deutlich reduziert werden kann und somit auch Koronararterien mit starken Verkalkungen einer präzisen Diagnostik zugänglich gemacht werden können [8] (Abb. 1B). Momentan laufen vielerorts Patientenstudien, die die diagnostische Genauigkeit dieses neuen Algorithmus im Vergleich zum Herzkatheter aufzeigen werden.

# Ultrahochauflösende Bildgebung

Der ultrahochauflösende Modus der Photon-counting-CT ermöglicht die Rekonstruktion von Bildern mit einer sehr hohen Ortsauflösung. Hierdurch werden Partialvolumeneffekte deutlich reduziert und auch kleinste anatomische Strukturen im Submillimeterbereich können visualisiert werden. Diese Bilder sind wertvoll für die Beurteilung einer Pathologie wie zum Beispiel der Gehörknöchelchen, subtiler Osteolysen, interstitieller Lungenparenchymveränderungen oder des Lumens kleiner Stents [2, 3, 9–11] (Abb. 1C).

## Zusammenfassung

Die inhärenten spektralen Eigenschaften der Photon-counting-CT ermöglichen es, Pathologien nicht nur anhand ihres Schwächungsverhaltens zu charakterisieren, sondern zunehmend auch zu differenzieren und zu quantifizieren. Darüber hinaus besticht der ultrahochauflösende Modus durch die Darstellung von bisher schwer zu beurteilenden kleinen Strukturen in hervorragender Qualität. Die Photon-counting-CT stellt den nächsten grossen Schritt zu einer präziseren und weiter personalisierten Bildgebung dar.

Dr. med. Victor Mergen

Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie,

Universitätsspital Zürich, Universität Zürich, Zürich