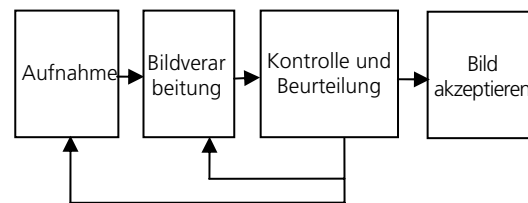


# Maximierung der Dosiseffizienz in der pädiatrischen Bildgebung

## Einführung

Röntgenaufnahmen bei Kindern sind im Vergleich zur Bildgebung bei Erwachsenen mit einer Reihe besonderer Herausforderungen verbunden. Die größere Strahlungsempfindlichkeit der sich in der Entwicklung befindlichen Organe und Knochen, die längere Lebenserwartung der Kinder und die vielfältigen Körpereigenschaften dieser Patientengruppe bedeuten, dass es nicht angemessen ist, dieselben Aufnahmeverfahren und Bildverarbeitungsparameter wie bei Erwachsenen zu verwenden. Die im Rahmen der Image Gently-Kampagne durchgeführte Initiative „Back to Basics“ empfiehlt die Anwendung pädiatrispezifischer Bildgebungsverfahren und erfüllt die Grundprinzipien des von Carestream verfolgten Ansatzes zum Umgang mit diesen wichtigen Fragestellungen.<sup>1 2 3</sup>

Um hochwertige Bilder bei minimaler Strahlenbelastung zu erhalten, muss jeder Schritt eines bildgebenden Verfahrens als Teil des Gesamtsystems behandelt werden. Das bildgebende Verfahren lässt sich in drei verschiedene Phasen unterteilen: Bildaufnahme, Bildverarbeitung zur Anzeige und Bildkontrolle und -beurteilung. Diese Schritte werden in Abbildung 1 dargestellt. Die Beurteilung der Bildqualität und deren essenzielle Rolle bei der Bereitstellung von positivem Feedback für die Schritte Aufnahme und Bildverarbeitung werden ebenfalls in dieser Abbildung zum Ausdruck gebracht.



**Abbildung 1. Flussdiagramm für bildgebende Verfahren. Bildkontrolle und -beurteilung ermöglichen, dass Feedback in die Schritte Aufnahme und Bildverarbeitung einfließt, mit möglicherweise fortlaufenden Verbesserungen.**

Getreu der Image Gently-Initiative hat Carestream Health eine Reihe von Produktfunktionen und -merkmalen entwickelt und implementiert, die auf die Sicherstellung einer optimalen Bildaufnahme und Anzeige von Diagnoseinformationen für alle pädiatrischen Patienten abzielen. In den folgenden Abschnitten werden einige dieser Merkmale und Funktionen beschrieben.

## Bildaufnahme

Die erste Phase in einem bildgebenden Verfahren umfasst die Aufnahme eines Röntgenbilds über den Bildrezeptor. Die kürzlich vollzogene Markteinführung der innovativen, kabellosen DRX-Detektorprodukte von Carestream war aufgrund der Bereitstellung eines hochwertigen Röntgendetektors, der sich nahtlos in die Abläufe von neonatalen und pädiatrischen Intensivstationen einfügt, ein großer Schritt nach vorne. Darüber hinaus kann durch den Einsatz einer CsI(Tl)-Absorptionsschicht die größtmögliche Bildqualität sichergestellt werden. Das kabellose Design schließt praktisch alle Probleme aus, die bei der Positionierung von Patienten in einer stark ausgelasteten klinischen Umgebung mit

---

## White Paper | Carestream bietet Lösungen für die pädiatrische Bildgebung

kabelgebundenem System auftreten können. Der austauschbare Akku sorgt zudem dafür, dass der Detektor innerhalb kürzester Zeit einsatzbereit ist.

Abgesehen von einem äußerst effizienten Detektor ist auch die Anwendung geeigneter Aufnahmeprotokolle (z. B. kVp, mAs und Filter) für die vielfältigen Körpereigenschaften pädiatrischer Patienten von entscheidender Bedeutung. Die unterschiedlichsten Körpergrößen – vom kleinsten neonatalen Patienten bis hin zu sehr groß gewachsenen Jugendlichen – machen Aufnahmeverfahren erforderlich, die auf die Größe und das Alter des jeweiligen Patienten zugeschnitten sind. Um Kunden bei der Bewältigung dieser Herausforderungen zu unterstützen, stellt Carestream eine Funktion zur Verfügung, bei der die Kindsgröße aus sieben auf aktuellen Empfehlungen der FDA basierenden Kategorien gewählt werden kann.<sup>4 5</sup> Diese neu kategorisierte Auswahl ermöglicht es dem System, standardmäßige Aufnahmeparameter und Konfigurationen für die Bildverarbeitung festzulegen, die für die verschiedenen Patienten- und Detektortypen geeignet sind (Pediatric Capture Image Optimization & Enhancement Software). Diese Funktion bewirkt eine größere Konsistenz bei der Aufnahme und Anzeige von Bildern für Patienten einer bestimmten Körpergröße und Altersstufe.

Carestream betreibt zudem Forschungsprojekte, um verbesserte Aufnahmeverfahren für pädiatrische Patienten zu entwickeln. Diese Arbeit beruht auf der Erkenntnis, dass durch Verwendung eines Digitalrezeptors möglich wird, ein bestimmtes Signal-Rausch-Verhältnis im Bild zu erreichen, statt eine bestimmte optische Dichte im endgültigen Bild beizubehalten. Die inhärente Trennung zwischen der Aufnahme und Anzeige eines Bilds in der digitalen Umgebung eröffnet neue Chancen, um aufgabenspezifische Anpassungen für die Höhe und die Art der zum Erstellen von Digitalbildern verwendeten Strahlung zu entwickeln.

Um die zur Verfahrensoptimierung bestehende Chance zu illustrieren, zeigt Abbildung 2 eine normalisierte Bildqualitätsmetrik (Index zur Erkennbarkeit pro Einheit der effektiven Strahlendosis) für einen 5-10 mm großen Lungenknoten als eine Funktion des Patientengewichts. Nach diesem Ergebnis kann im Falle kleinerer Patienten ein niedrigerer kVp-Wert zu einer besseren Bildqualität bei einer bestimmten Patientendosis führen, während ein höherer kVp-Wert eher für große Patienten von Vorteil ist. (Die Ergebnisse werden auf die für das 70-kVp-Verfahren normalisiert.)

## White Paper | Carestream bietet Lösungen für die pädiatrische Bildgebung

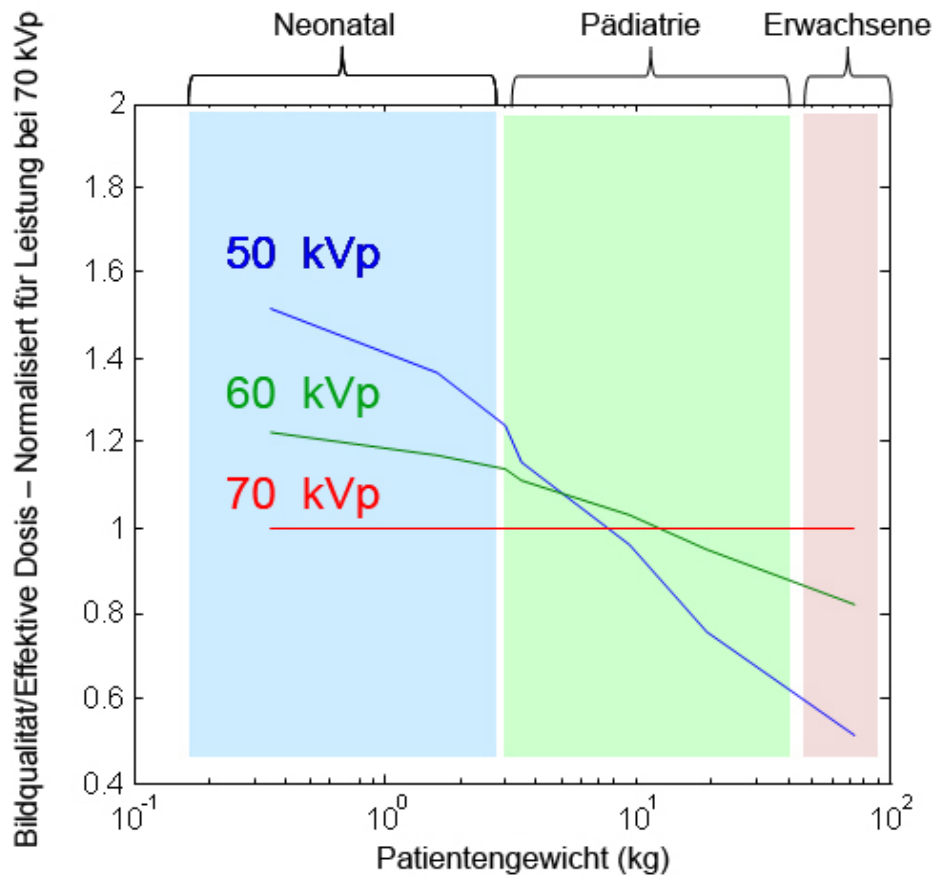


Abbildung 2. Die normalisierte Bildqualität (Index zur Erkennbarkeit von Knoten) pro Einheit der absorbierten effektiven Dosis für verschiedene kVp-Werte als Funktion des Patientengewichts für einen 5-10 mm großen Lungenknoten. Die Daten sind auf die Bildqualitätsergebnisse des 70-kVp-Verfahrens normalisiert.

## White Paper | Carestream bietet Lösungen für die pädiatrische Bildgebung

In bestimmten Verfahren, etwa Untersuchungen von Skoliosen, ist es u. U. möglich, die für Kontrollbilder entstehende Strahlenbelastung zu reduzieren. Dies gelingt, wenn die Imaging-Aufgabe mit einem gegenüber der hochwertigen Erstaufnahme stärker verrauschten Bild zufriedenstellend durchgeführt werden kann und die Darstellung der Dornfortsätze dabei nach wie vor für eine genaue klinische Bewertung ausreichend ist. Hinsichtlich dieses speziellen Beispiels ist darauf hinzuweisen, dass Carestream Health neben der Untersuchung von Strategien zur Dosisreduzierung ebenfalls eine Funktion für das Langformat-Imaging implementiert hat, die Überlappungen zwischen aufeinanderfolgenden Bildern minimiert. Hierdurch wird die Strahlenbelastung der Patienten reduziert – bei maximaler Abdeckung des anatomischen Sichtfelds.

Nach der Aufnahme kann der medizinisch-technische Radiologieassistent (MTRA) anhand einer schnell angezeigten Bildvorschau direkt entscheiden, ob die Anatomie des Patienten korrekt erfasst wurde oder ob der Vorgang wiederholt werden muss. Untersuchungen lassen sich so schneller und effizienter durchführen, was insbesondere bei jungen Patienten wichtig ist. Um entsprechende Unterstützung zu leisten, hat Carestream den neuen Dosisindikator nach IEC für eine schnelle Bewertung des für eine Bildaufnahme verwendeten Detektor-Belichtungs niveaus eingeführt.<sup>6 7</sup> Der zugehörige Abweichungsindex ermöglicht eine sofortige Beurteilung des Aufnahmeverfahrens gegenüber dem von einer Einrichtung anvisierten Dosisziel für eine bestimmte Untersuchung. Durch diese sofortige Rückmeldung, verbunden mit den anderen oben beschriebenen Entwicklungen in der Verfahrensauswahl, kann der MTRA

eine einheitliche Bildqualität erzielen, angefangen beim Detektor bis hin zum nächsten Schritt in der Imaging-Kette, der Bildverarbeitung.

### Bildverarbeitung und -anzeige

Wenn ein qualitativ hochwertiges Bild mit einer für den Patienten geringstmöglichen Strahlenbelastung aufgenommen wurde, muss das Bild adäquat verarbeitet werden, um dem Radiologen die Diagnoseinformationen klar und effizient zu präsentieren. Mithilfe der EVP Plus Software von Carestream können die Bildverarbeitungsparameter entsprechend den am jeweiligen Standort gewünschten Vorstellungen angepasst werden. Anhand der Größe und des Alters des Patienten lassen sich die Bildverarbeitungsparameter so einstellen, dass klinische Informationen im Vergleich zu den Bildverarbeitungskonfigurationen für Erwachsene auf informativere Weise angezeigt werden. Dank der Zerlegung in acht Frequenzbänder, Multi-Frequenz-Rauschreduzierung sowie Funktionen zur gesteuerten Kantenwiederherstellung werden die vorhandenen klinischen Inhalte von Knochenstrukturen bei kleinsten Patienten auf der neonatalen Intensivstation und auch trabekuläre Details von älteren, weiterentwickelten Patienten wahrgenommen, um nur ein Beispiel zu nennen. Aufgrund der feinen Details und des geringeren Kontrasts der Anatomie der kleinsten Patienten auf der neonatalen Intensivstation ist hier eine Akzentuierung anderer Frequenzkomponenten als bei den Merkmalen von größeren Jugendlichen erforderlich. Abbildungen 3 und 4 illustrieren diese Unterschiede und zeigen die durch eine sorgfältige Auswahl der geeigneten Bildverarbeitungsparameter verbesserte Darstellung.

## White Paper | Carestream bietet Lösungen für die pädiatrische Bildgebung

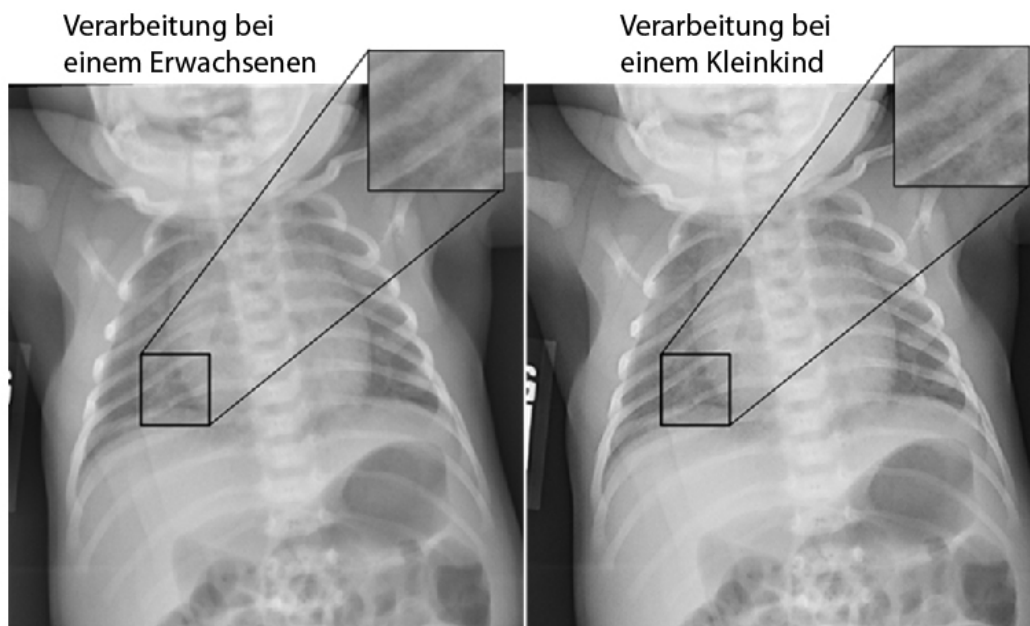


Abbildung 3. Eine mit Bildverarbeitungsparametern für Erwachsene (links) und Kleinkinder (rechts) angefertigte Thoraxaufnahme eines Kleinkinds. Zahlreiche Thoraxdetails des Kleinkinds sind bei der für Erwachsene vorgesehenen Bildverarbeitung nicht sichtbar.

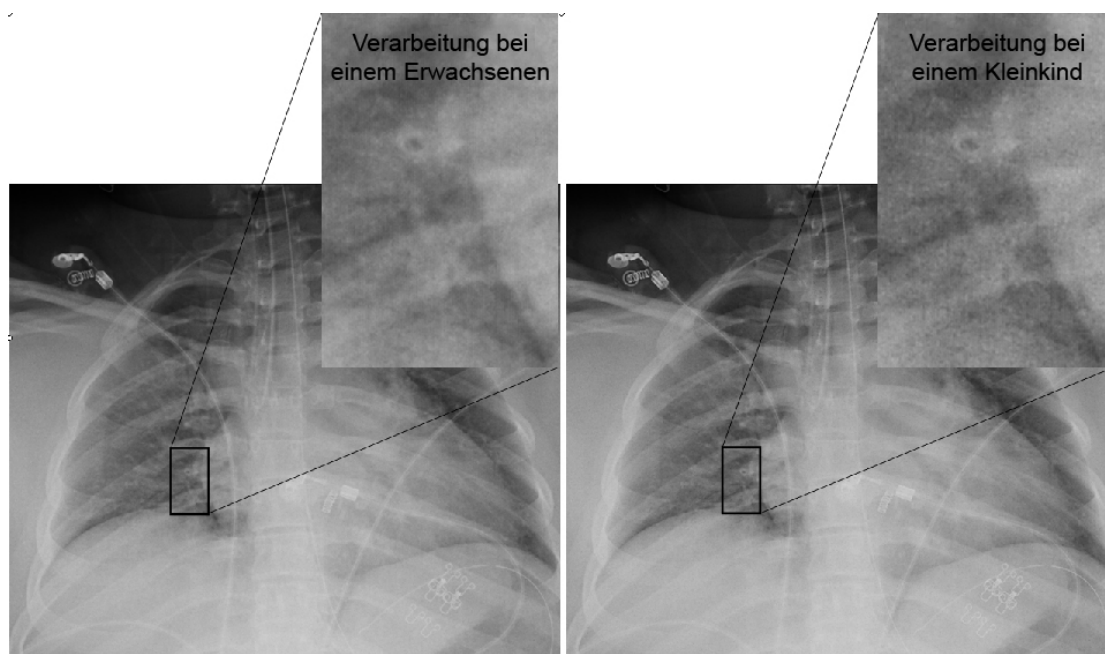


Abbildung 4. Eine mit Bildverarbeitungsparametern für Erwachsene (links) und Kleinkinder (rechts) angefertigte Thoraxaufnahme eines Jugendlichen. Feine Thoraxdetails des Jugendlichen sind bei der für Kleinkinder vorgesehenen Bildverarbeitung zu stark betont.

## White Paper | Carestream bietet Lösungen für die pädiatrische Bildgebung

### Qualitätsabnahme und -kontrolle

Sobald das Bildgebungssystem installiert und an die am Standort gewünschten Dosis- und Bildanzeige-Voreinstellungen angepasst wurde, ist es wichtig, ein Programm zur fortlaufenden Qualitätssicherung (QS) zu etablieren, um weiterhin eine hohe Qualität bei den an den befundenden Radiologen gelieferten Bildern sicherzustellen. Diese Art von QS-Programm involviert verschiedene Aspekte. Carestream Health hat dazu u. a. verschiedene Systemfunktionen für eine problemlose Nachverfolgung wichtiger Parameter am Standort implementiert.

Auf Bedienerenebene ermöglicht das DR-Qualitätssicherungs-Tool (DR TQT) eine effiziente Beurteilung des aktuellen Leistungsvermögens des digitalen Röntgendetektors. Darüber hinaus kann über den Expositionsindex nach IEC-Norm die für die Bildaufnahme verwendete Strahlenbelastung schnell bewertet werden. Auf Abteilungsebene versetzt die Verwaltungssoftware für die Analyse- und Berichterstellung QS-Techniker

oder -Physiker in die Lage, alle vernetzten Carestream Systeme der Einrichtung zentral abzufragen. Anomale Strahlungspegel, hohe Wiederholungsraten oder andere mögliche Probleme hinsichtlich der Bildqualität lassen sich so schnell aufzeigen, sodass die Ergreifung proaktiver Maßnahmen zur Lösung potenzieller Probleme möglich ist. Durch all diese Systemmerkmale und -funktionen kann ein MTRA eine hohe Bildqualität und Konsistenz wahren.

### Schlussfolgerung

Die einzigartigen Anforderungen der pädiatrischen Bildgebung machen einen systemweiten Ansatz erforderlich, damit eine hochwertige Bildgebung mit einer für den Patienten geringstmöglichen Strahlenbelastung sichergestellt werden kann. Die verschiedenen in Systemen von Carestream Health integrierten Merkmale und Funktionen sorgen über das gesamte radiologische Untersuchungsspektrum bei allen pädiatrischen Patienten für ein Optimum an Qualität und Sicherheit.

---

<sup>1</sup> D.I. Bulas, et al. AJR Am J. Roentgenol. Mai 2009;192(5):1176-8. Image Gently: Why We Should Talk to Parents about CT in Children.

<sup>2</sup> AJR Am J. Roentgenol. Mai 2009;192(5):1169-75. Image Gently Vendor Summit: Working Together for Better Estimates of Pediatric Radiation Dose from CT. K. J. Strauss KJ, et al.

<sup>3</sup> Image Gently®: The Alliance for Radiation Safety in Pediatric Imaging. <http://www.pedrad.org/associations/5364/ig/> (Zugriff: 27. September 2012)

<sup>4</sup> FDA, Premarket Assessment of Pediatric Medical Devices, 14. Mai 2004, <http://www.fda.gov/downloads/MedicalDevices/DeviceRegulationandGuidance/GuidanceDocuments/UCM089742.pdf>

<sup>5</sup> FDA, Draft Guidance for Industry and Food and Drug Administration Staff: Pediatric Information for X-ray Imaging Device Premarket Notifications, 10. Mai 2012, <http://www.fda.gov/downloads/MedicalDevices/DeviceRegulationandGuidance/GuidanceDocuments/UCM302938.pdf>

<sup>6</sup> Internationale Norm IEC 62494-1 (2008), Medizinische elektrische Geräte – Dosisindikator digitaler Röntgenbildsysteme – Teil 1: Definitionen und Anforderungen für die allgemeine Radiographie. Internationale Elektrotechnische Kommission, ISBN 2-8318-9944-3

<sup>7</sup> J. A. Seibert, R. L. Morin, The standardized exposure index for digital radiography; an opportunity for optimization of radiation dose to the pediatric population, Pediatric. Radiol. 41(5), (2011), 573-581