

DRX Plus Detektoren: Jetzt mehr als nur gut, herausragend!

Verfasser: Karin Töpfer, Tim Wojcik

Einleitung

Als Carestream im Jahr 2009 den weltweit ersten, tragbaren, kabellosen Detektor in Kassettengröße – den CARESTREAM DRX-1 Detektor – vorstellte, hat diese vielseitige und kosteneffiziente Bildgebungslösung den Markt der digitalen Radiografie grundlegend verändert. Nun ist die dritte Generation dieses Designs erhältlich: der **CARESTREAM DRX Plus Detektor**, der die DR auf eine neue Ebene führt.

In diesem White Paper werden die zahlreichen Merkmale, Funktionen und Vorteile des DRX Plus Detektors detailliert beschrieben und dabei herausgestellt, dass mit den tragbaren kabellosen Detektoren der DRX Plus Reihe die digitale Radiografie jetzt noch mehr leisten kann. Sie ist mehr als einfach nur gut, sie ist herausragend.

Zuverlässige Höchstleistung bei der Bildgebung

Dieses Produkt dient in erster Linie zur konsistenten und zuverlässigen Bereitstellung erstklassiger Bilder bei geringstmöglicher Strahlenbelastung für Patienten. Daher wurden im Vergleich zum DRX-1 Produkt verschiedene Verbesserungen an der Konstruktion des DRX Plus Detektors vorgenommen. So konnte nicht nur das Dunkelrauschen um 60 % reduziert werden, sondern auch die Empfindlichkeit um 25 % gesteigert werden – für eine deutliche Verbesserung der Quantenausbeute (Detective Quantum Efficiency, DQE). Der Vorteil, der sich durch diese Optimierung ergibt, besteht darin, dass Bilder gegenüber vorherigen Angeboten ein besseres Signal-Rausch-Verhältnis (SRV) aufweisen bzw. dass die Strahlendosis reduziert werden kann, ohne dass sich dabei das Signal-Rausch-Verhältnis im dargestellten Bild verändert. Abbildung 1 zeigt das verbesserte Bildrauschen bei feststehender Belichtungszeit, was einen IEC-Expositionsindex von 135 zur Folge hat.

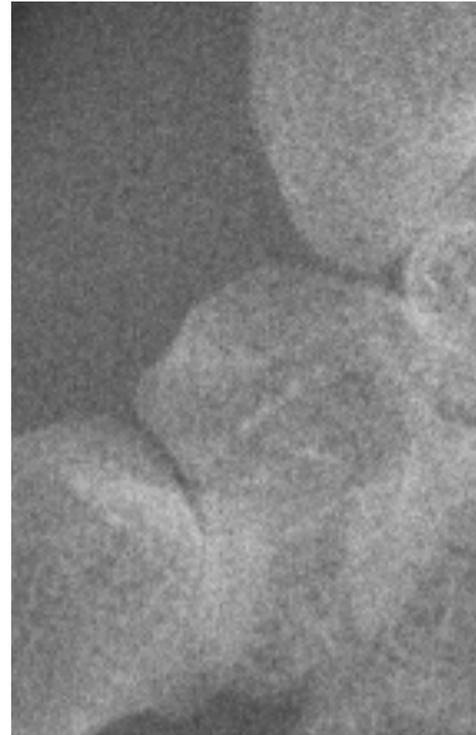
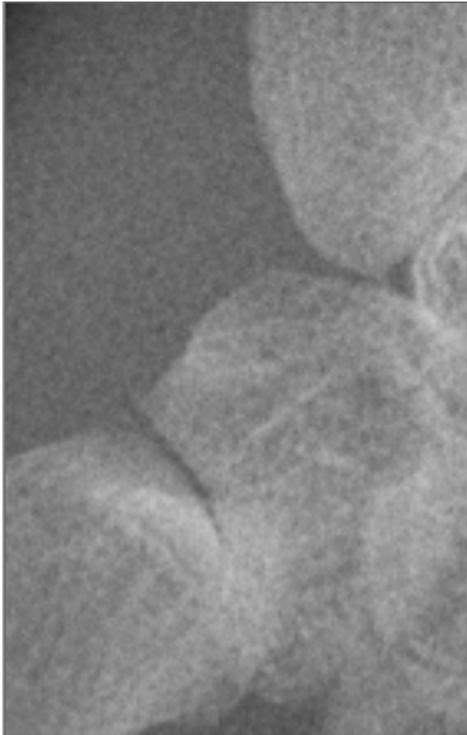


Abbildung 1: Bildvergleich bei einer Empfindlichkeit von 800: Hand-Phantombild von DRX Plus 3543 Detektor und DRX-1 Detektor bei zweifacher Vergrößerung

Nicht wenige Mitbewerber werben mit Aussagen wie „relative DQE“ oder „20%ige DQE-Verbesserung“, geben dann aber nicht an, worauf sich diese Angaben beziehen, sodass diese Werte im Grunde bedeutungslos sind. Potenzielle Käufer sollten vergleichen, ob die absoluten DQE-Zahlen der anerkannten internationalen Normenreihe IEC 62220 (Medizinische elektrische Geräte – Merkmale digitaler Röntgenbildgeräte) entsprechen. Darüber hinaus ist festzuhalten, dass es sich bei der Quantenausbeute (DQE) nicht um eine einzelne Zahl handelt, wie in vielen Verkaufsprospekten zu lesen ist, sondern um eine multivariate, die die Strahlenqualität beim den Belichtungswert und die Ortsfrequenz widerspiegelt. Die Norm IEC 62220 verlangt, dass Leistungsangaben diesen Response-Bereich beinhalten müssen, sodass Kunden beim Produktvergleich darauf bestehen sollten, Einsicht in alle Daten zu erhalten.

Die Leistungsfähigkeit des DRX Plus hebt dieses Produkt von anderen tragbaren kabellosen Detektoren ab. Käufer sollten daher unbedingt vergleichen.

Abbildung 2 zeigt die DQE des DRX Plus 3543 Detektors bei RQA 5-Strahlenqualität im Vergleich zum Produkt eines Mitbewerbers, der in seiner Verkaufsbroschüre einen ähnlichen DQE-Wert angibt.

Obwohl die Leistung der beiden Geräte bei höheren Belichtungswerten und niedriger Ortsfrequenz ähnlich ist, ist der DRX Plus Detektor bei höherer Ortsfrequenz und einem geringeren Belichtungsumfang deutlich leistungsfähiger.

Natürlich beziehen sich die DQE-Daten auf ideale Laborbedingungen und nicht auf die extremen Bedingungen von Kundenumgebungen. Vor allem die Bildhomogenität kann durch Faktoren wie die Zeit zwischen dem Einschalten des Systems und der Bilderfassung, Haltezeit bei der Vorbereitung, Unterschiede zwischen Betriebs- und Kalibriertemperatur, Strahlenqualität beim Röntgen im Vergleich zur Strahlenqualität bei der Kalibrierung sowie das Intervall zwischen Bildaufnahmen stark beeinflusst werden.

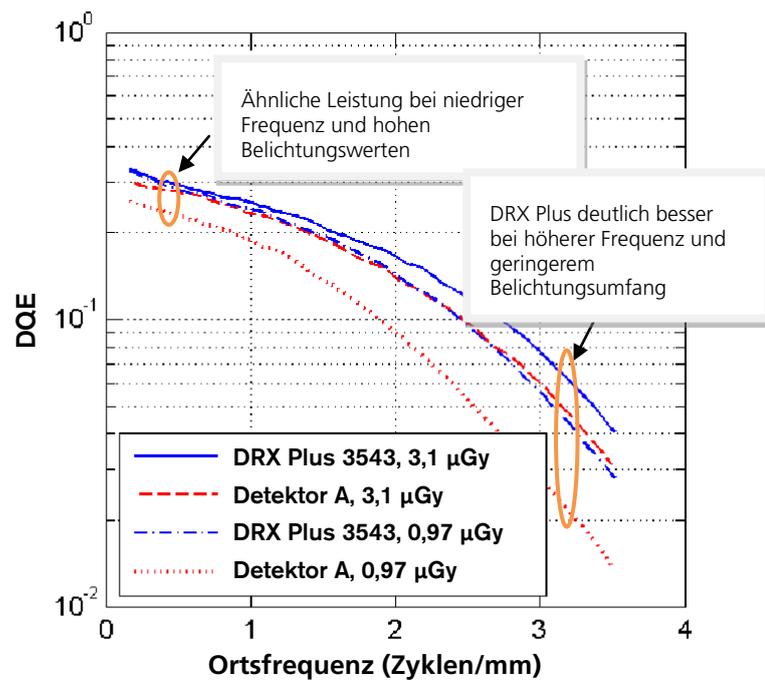


Abbildung 2: DQE-Vergleich bei RQA 5-Strahlenqualität zwischen DRX Plus 3543 und Mitbewerber A

White Paper | CARESTREAM DRX Plus Detektoren

Abbildung 3 zeigt ein Beispiel für die Bildhomogenität beim DRX Plus Detektor im Vergleich zum Detektor eines Mitbewerbers (bei einer Betriebstemperatur, die um 10 °C

von der Kalibriertemperatur abweicht). Beide Geräte wurden bei einer Temperatur von 25 °C kalibriert.

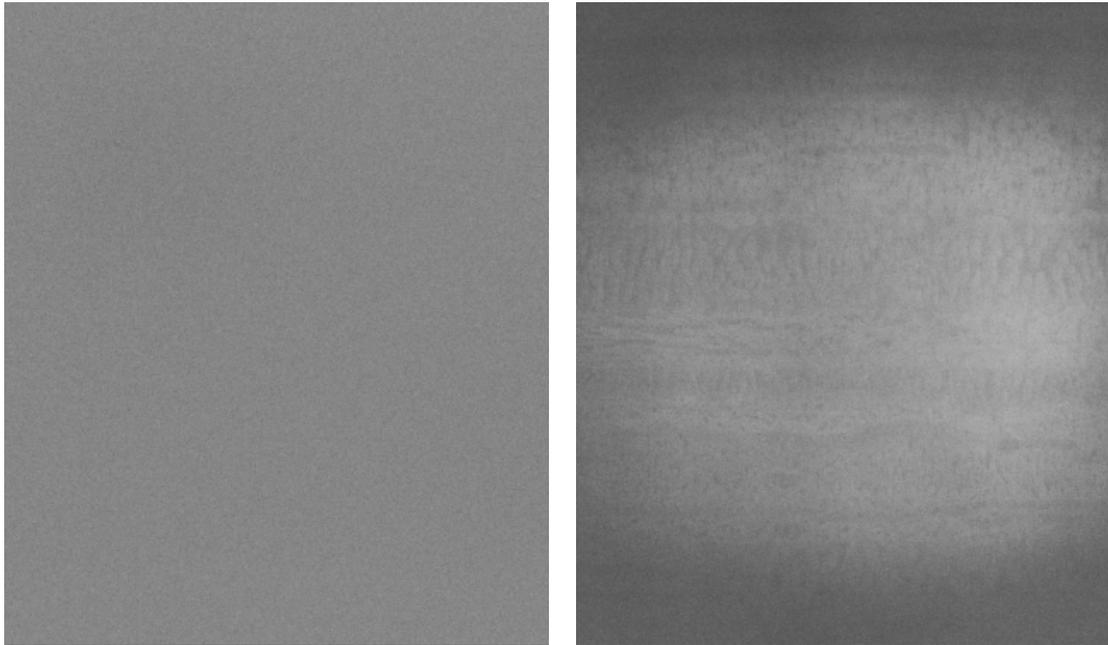


Abbildung 3: Vergleich der Bildhomogenität: DRX Plus 3543 und Mitbewerber A bei 35 °C, kalibriert bei 25 °C, Kontrast bei 5 % der Helligkeit

Schließlich erfordern die Eigenschaften von Bildsensoren auf Basis von amorphem Silizium besondere Aufmerksamkeit bei der Ansteuerung des Panels, zum Beispiel beim Einschalten, beim Refreshen, bei der Signalintegration und der Aufnahme. Carestream ist diesem Aspekt des Detektordesigns gerecht geworden, wie an der herausragenden Bildhomogenität und Bildstabilität zu erkennen ist, und zwar vom ersten bis zum letzten Bild einer Untersuchung. Abbildung 4 zeigt die Homogenität des ersten Bilds, das direkt

nach dem Einschalten mit dem DRX Plus Detektor aufgenommen wurde, im Vergleich zur Aufnahme mit einem Konkurrenzprodukt. Auf das Problem mangelnder Bildstabilität bei der ersten Aufnahme wird im Benutzerhandbuch für ein Konkurrenzprodukt hingewiesen. Dort ist zu lesen, dass nicht garantiert werden kann, dass das aufgenommene Bild für eine Diagnosestellung geeignet ist. Der Arbeitsablauf wird dadurch beeinträchtigt, dass das erste aufgenommene Bild verworfen werden muss.

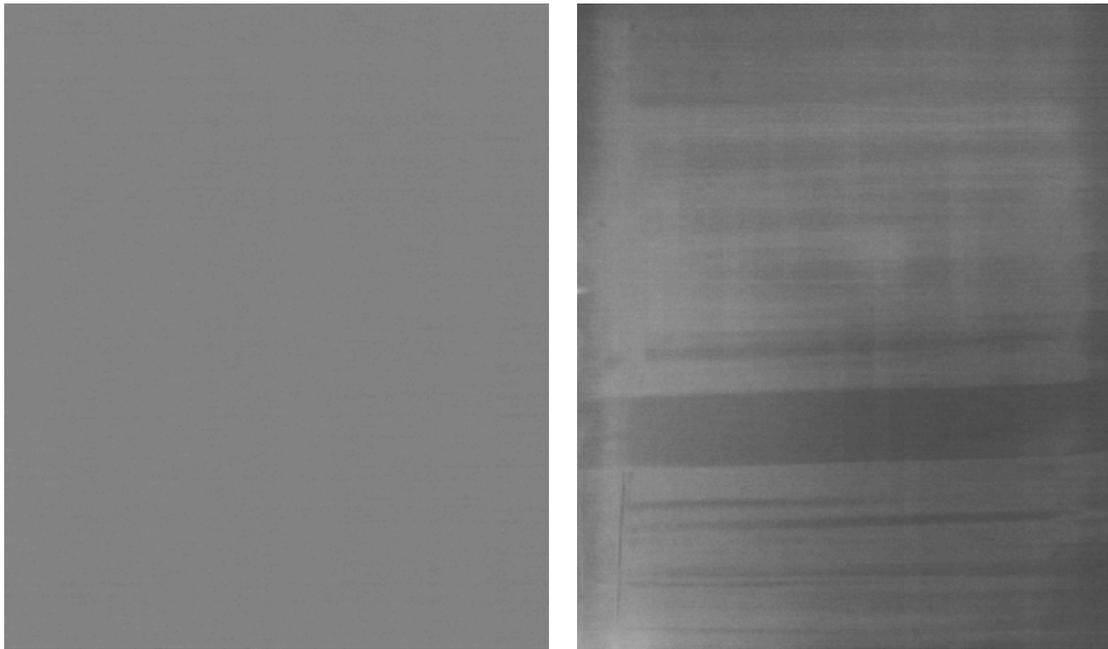


Abbildung 4: Erstes Bild nach dem Einschalten: DRX Plus im Vgl. zu Mitbewerber B, Fenster mit 30 ADC bei 14-Bit-Auflösung

Höhere Aufnahmegeschwindigkeit

Die Bildgebung mit Einfachprojektion ist durch das anatomische Rauschen von überlagerten Strukturen in der Bildprojektion eingeschränkt. Moderne Anwendungen wie Tomosynthese- und Dual Energy-Aufnahmeverfahren sorgen für eine verbesserte Darstellung verborgener Pathologien. Die DRX Plus Detektoren sind darauf ausgelegt, diese modernen Anwendungen zukünftig mit einer Einzelbildrate von bis zu fünf Aufnahmen pro Sekunde bei voller Auflösung zu unterstützen. (IN DER PRÜFPHASE: Nicht im Handel erhältlich.) Aufgrund dieser höheren Geschwindigkeit werden ein schnellerer Bildzugriff und eine schnellere Zykluszeit bei standardmäßigen projektionsbasierten Bildgebungsverfahren ermöglicht.

Leichteres und robusteres Gehäuse

Das Gewicht des DRX Plus wurde reduziert, gleichzeitig konnte die Lebensdauer erhöht werden. Diese Veränderungen ermöglichen eine höhere Gewichtsbelastung, Falltoleranz und Flüssigkeitsbeständigkeit. Tatsächlich entsprechen die DRX Plus Detektoren nach IEC-Norm 60529 der Schutzart IPX 7, d. h., sie tolerieren das Untertauchen in einer

Wassertiefe von 1 Meter für 30 Minuten, ohne dass dadurch ihre Funktionsfähigkeit beeinträchtigt wird. Auch wenn dies die Robustheit des Geräts zeigt, wird die Befolgung guter klinischer Praktiken, etwa den Detektor einzupacken, empfohlen.

Ein Punkt, den es in Bezug auf die Belastungstoleranz für Detektoren zu beachten gilt: Wenn eine Überprüfung der Gewichtsbelastung durchgeführt wird, müssen die Bilder von akzeptabler Qualität sein. Für die meisten der von Mitbewerbern am Markt angebotenen Detektoren wird eine bestimmte Gewichtstoleranz angegeben. Diese bezieht sich allerdings auf die Bruchgrenze und nicht auf den Grenzwert, bis zu dem die bildgebungsbezogene Leistungsfähigkeit des Produkts zertifiziert ist. Als zentrales Entwurfsmerkmal muss sichergestellt werden, dass wichtige Bildgebungskomponenten unter Last gut funktionieren, etwa wenn ein Patient bei einer im Krankenbett durchgeführten Untersuchung auf dem Detektor liegt.

White Paper | CARESTREAM DRX Plus Detektoren

Abbildung 5 zeigt die Bildhomogenität des DRX Plus Detektors mit ordnungsgemäßer Szintillator-Sensor-Verbindung unter einer Last von 68 kg bei einem Zylinder mit einem Durchmesser von 4 cm im Vergleich zu einem schlecht konstruierten Detektor unter einer Last von 23 kg. Für beide Geräte ist zwar eine lastbezogene Gewichtstoleranz

von 68 kg angegeben, auffällig ist hier jedoch die deutliche Inhomogenität bei dem Gerät mit schlechter Szintillator-Sensor-Verbindung. Detektor C kann vielleicht einer Last von 68 kg als Bruchgrenze standhalten, aber die Bildqualität ist schon bei einer Last von nur 23 kg stark beeinträchtigt.

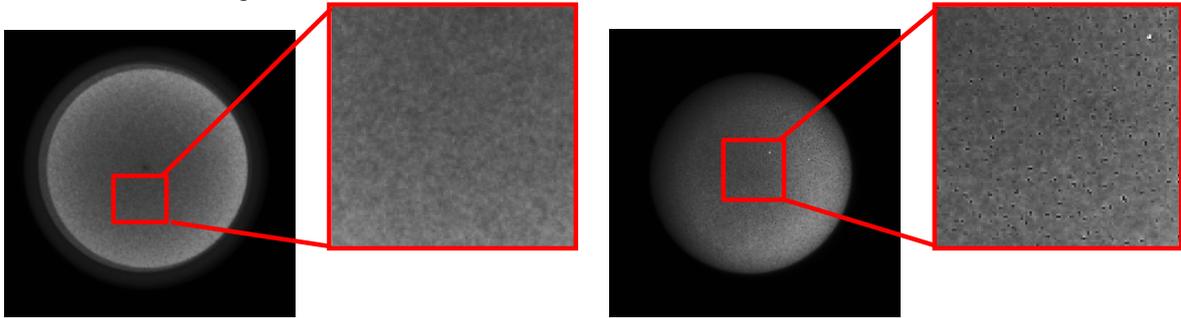


Abbildung 5: Bilder unter Last bei Zylinder: DRX Plus im Vgl. zu Detektor C

Optionen zur Belichtungssynchronisierung bei Retrofit-Installationen

Carestream steht mit seinen mehr als 11.000 DRX-1/1C Geräten, die an Kundenstandorten erfolgreich eingerichtet wurden, für einen stets zuverlässigen und sicheren Betrieb. Zur Umrüstung von vorhandenen analogen oder CR-Röntgenräumen auf DR-Technologie hat Carestream „Direct Connect“-Lösungen zur Belichtungssynchronisierung für mehr als 160 analoge Röntgensysteme entwickelt.

Bei der aktuell von Carestream zum Um- und Nachrüsten angewendeten Direct Connect-Methode wird einfach die Unterbrechung der Vorbereitungs-/Auslösetaste des Handschalters genutzt, um sicherzustellen, dass der Bilderfassungszyklus des Detektors mit der Belichtung synchron ist. Dies wird in Abbildung 6 dargestellt:

White Paper | CARESTREAM DRX Plus Detektoren

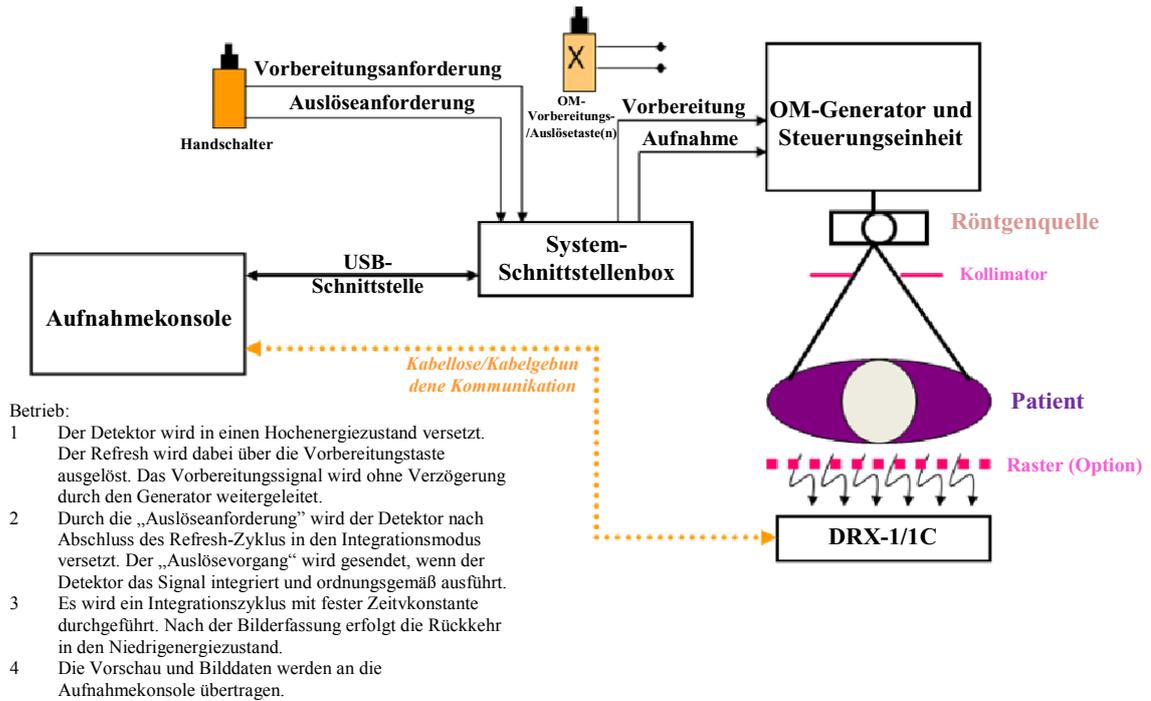


Abbildung 6: Direct Connect – Röntgenstrahlsynchronisierung

White Paper | CARESTREAM DRX Plus Detektoren

Diese Methode beinhaltet u. a. folgende Vorteile:

- Es wird sichergestellt, dass der Detektor zur Erstellung der Aufnahme bereit ist, bevor der Patient geröntgt wird.
- Der Detektor wird so lange wie möglich in einem Energiesparzustand gehalten, um die Einsatzdauer des Akkus zu maximieren.
- Es wird die höchstmögliche Bildqualität ohne Verlust bei der Belichtungsleistung geliefert.

Jedoch ist bekannt, dass bei bestimmten Situationen eine Kommunikation mit den Vorbereitungs-/Aufnahmesignalen auf einem vorhandenen Röntgensystem ausgeschlossen ist. Aus diesem Grunde wurde das Konzept „Beam Sensitive Triggering“ bzw. „Beam Detect“ von verschiedenen Unternehmen aufgenommen. Es gibt eine Reihe von Konzepten zur Durchsetzung dieser Funktionalität, jeweils mit eigenen Stärken und Schwächen. Die Systeme von Mitbewerbern weisen beispielsweise folgende Einschränkungen auf:

- Anforderung zum Belichten eines bestimmten Teils (normalerweise die Mitte) des Detektors, da ein dedizierter Sensor zur Erkennung des Strahls verwendet wird. In diesem Fall wird der Bilderfassungszyklus des Detektors nicht durch einen kollimierten Strahl, der sich am Rand des Bildbereichs befindet, ausgelöst.

- Minimale Belichtungsgrenzwerte, die über denen von Standardverfahren liegen können: Beispielsweise muss eine über die Objektgröße hinausgehende Kollimation geöffnet werden, um eine angemessene Belichtung auf dem Detektor-Array sicherzustellen, oder die Belichtungszeit muss mindestens 5 ms betragen. In manchen Fällen muss der Benutzer vor dem Röntgen des Patienten entscheiden, welche Detektorempfindlichkeit zu verwenden ist – wenn die gewählte Empfindlichkeit zu gering ist, wird das Bild möglicherweise nicht aufgenommen, während ein zu hoch eingestellter Empfindlichkeitswert zu Fehlaufnahmen aufgrund von externen elektromagnetischen Störungen, Temperaturveränderungen oder selbst kleinen Stößen am Gerät führen kann.

White Paper | CARESTREAM DRX Plus Detektoren

- Eingeschränkte Zeit für die Aufnahmepreparierung, bei der der Benutzer innerhalb weniger Sekunden den Detektor zur Aufnahmepreparierung anweisen muss, bis schließlich der Strahl tatsächlich ausgelöst wird – es sind also häufige Vorbereitungsanweisungen durch den Benutzer erforderlich.

Durch die Markteinführung des DRX Plus Detektors erreicht dieser Aufnahmemodus eine neue Leistungsebene. Das Carestream Design nutzt den gesamten Bildaufnahmebereich für die Signalerkennung und führt einen adaptiven Trigger-Vorgang aus, um eine für tragbare Detektoren herausragende Reaktionsschnelligkeit sicherzustellen. Bei der Anwendung des DRX Plus Detektors werden fortlaufend Signale integriert, sodass es zu keinem Verlust in Bezug auf die Belichtungsleistung kommt. Im Gegensatz hierzu dauert die Signalerkennung bei einigen Angeboten der Mitbewerber mehrere Millisekunden, was mit einem entsprechenden Verlust an Belichtungsleistung verbunden ist. Der Carestream DRX Plus Detektor hat bei allen

möglichen Belichtungsparametern, bei Aufnahmeumfängen mit extrem niedriger Kollimation (4 x 10 cm) an beliebiger Stelle auf der Detektoroberfläche und bei verschiedensten Umgebungsbedingungen zuverlässige Aufnahmen erstellt. Der intelligente Carestream Trigger-Algorithmus für Röntgenstrahlen weist falsche Trigger durch Stöße oder externe Störungen zurück, während eine besonders hohe Röntgenstrahlempfindlichkeit gewahrt wird. Der Benutzer kann über eine programmierbare Timeout-Funktion den Minutenwert einstellen, auf den der DRX Plus Detektor nach der Aktivierung auf den Röntgenstrahl wartet.

Die Verwendung der Direct Connect-Synchronisierung wird ausdrücklich von Carestream empfohlen, da sie für eine optimale Bildqualität, die längstmögliche Einsatzdauer des Akkus und einen besonders sicheren Betrieb sorgt, indem Aufnahmen proaktiv verhindert werden, wenn der Detektor nicht bereit ist. Wenn die jeweilige Situation am Standort jedoch eine Beam Detec-Synchronisierung verlangt, wird durch die in den DRX Plus Detektoren integrierte Methode eine herausragende Zuverlässigkeit und Leistung sichergestellt.

White Paper | CARESTREAM DRX Plus Detektoren

X-Factor Smart

Carestream unterstützt die Austauschbarkeit und gemeinsame Nutzung von DRX 1/1C Detektoren und neuen DRX Plus Detektoren bei verschiedenen tragbaren, stationären und Retrofit-Systemen. Hierdurch profitieren Benutzer von einer besonders hohen Flexibilität bei der Workflow-Optimierung (Aufstellung der Detektoren, wo sie am dringendsten benötigt werden) sowie von einer systembedingten Redundanzfunktion für maximale Laufzeiten. Außerdem wird eine Überalterung der Technik vermieden. Der DRX Plus Detektor ist mit Funktionen ausgestattet, die zukünftige modernere Bildgebungsmodi unterstützen, und gleichzeitig nach wie vor mit der DRX-1/1C Umgebung abwärtskompatibel: „Richtig für die Gegenwart, bereit für die Zukunft.“

DRX Plus – jetzt mehr als nur gut, herausragend!

Carestream war ein Vorreiter beim Konzept tragbarer, kabelloser DR-Detektoren in Kassettengröße. Aufgrund dieser Führungsposition konnte das Unternehmen nicht nur die Vorteile durch den DRX-1 Detektor der ersten Generation für sich nutzen, sondern war darüber hinaus, was Verbesserungsmöglichkeiten anging, immer auf dem Laufenden. Das DRX Plus Modell ist das Carestream Detektordesign der 3. Generation. In ihm vereinen sich das gesamte Know-how und die ganze Markterfahrung des Unternehmens.

Karin Töpfer ist als Imaging Physicist, also Bildgebungsphysikerin in den für Forschung und Innovationen zuständigen Carestream Laboren tätig. Sie ist eine Expertin für das Fachgebiet Qualität medizinischer Bilder und die Erstellung von Leistungsmodellen für digitale Röntgendetektoren. Zudem konzipiert sie robuste Betriebszyklen sowie Bildkalibrierungen und -korrekturen für tragbare digitale Röntgendetektoren.

Tim Wojcik ist Program Leader, also Programmleiter für das Fachgebiet Röntgenbilderfassung in den für Forschung und Innovationen zuständigen Carestream Laboren. Er verfügt über mehr als 38 Jahre Erfahrung in der Produktentwicklung, Forschung und Herstellung und hat bereits verschiedene Projekte in den Bereichen digitale Radiografie, computergestützte Radiografie und Drucken medizinischer Bilder betreut.