

---

**White Paper** | CARESTREAM Software zur besseren Erkennbarkeit von Tuben und Kathetern, CARESTREAM Software zur besseren Erkennbarkeit eines Pneumothorax

# Carestream Verarbeitungsfunktion für Abbildansichten zur besseren Erkennbarkeit von Tuben, Kathetern und Pneumothoraxen bei digitalen, mobilen Thoraxaufnahmen

## Einführung

Die digitalen Radiographiesysteme von Carestream verfügen nun über Abbildansichten. Eine Abbildansicht dient als Ergänzung zum standardmäßig verarbeiteten und von der DR-Aufnahmemodalität an das PACS-System übertragenen Röntgenbild. Sie umfasst eine zusätzliche Möglichkeit für die Bilddarstellung (Rendering), zugeschnitten auf die für bestimmte diagnostische oder klinische Zwecke erforderliche visuelle Auswertung. Zwei Abbildansichten stehen in Carestream Produkten für Thoraxaufnahmen zur Verfügung: eine für die optimale Erkennbarkeit von Tuben und Kathetern in Thoraxaufnahmen (CARESTREAM Software zur besseren Erkennbarkeit von Tuben und Kathetern), die andere für eine bessere Sichtbarkeit von Pneumothoraxen (CARESTREAM Software zur besseren Erkennbarkeit eines Pneumothorax).

## Abbildansichten

Die Carestream Bildverarbeitungssoftware für die digitale Radiografie ist auf das automatische Rendering von Bildern ausgelegt. Die Qualität dieser Bilder ist geeignet, damit ein Radiologe den Zustand eines Patienten auf das Spektrum möglicher Anomalien untersuchen kann. Eine einzelne Thoraxaufnahme beinhaltet normalerweise eine Vielzahl von Belichtungsstufen (Graustufen), die die Anzahl der auf einem

PACS-Workstation-Monitor verfügbaren Helligkeitsstufen übersteigt. Daher verhält es sich nicht zwangsläufig so, dass bei einem adäquaten Gesamt-Rendering die volle Graustufengenauigkeit einer bestimmten Indikation angezeigt wird. Anders ausgedrückt: Es gibt einfach zu viele Graustufen im erfassten Rohbild, als dass sie auf dem PACS-Monitor in einer statischen Präsentation angezeigt werden könnten. Dieser Effekt tritt ein, wenn Radiologen Bilder in der Regel auf hochauflösenden Displays in abgedunkelten Räumen befunden. Der Effekt wird jedoch weiter verstärkt, wenn Mitarbeiter einer Intensivstation Thoraxaufnahmen womöglich am Versorgungspunkt auf Monitoren niedriger Auflösung bei hellem Licht auswerten müssen, was auf Intensivstationen durchaus üblich ist.

Eine Thoraxaufnahme, die mit einem mobilen Röntgengerät aufgenommen wurde, kann beispielsweise ordnungsgemäß gerendert und angezeigt werden – bei insgesamt hervorragender Diagnosequalität. Dennoch kann es in einem solchen Fall eine Herausforderung darstellen, Tuben- und Katheterspitzen in schlecht durchleuchteten Bereichen zu erkennen, etwa im Mediastinum und unterhalb des Zwerchfells. Um den globalen Kontrast und die Helligkeit im Gesamtbild zu erhalten, können Graustufen in schlecht durchleuchteten Bereichen quantisiert werden, was zu einem

## White Paper | CARESTREAM Software zur besseren Erkennbarkeit von Tuben und Kathetern, CARESTREAM Software zur besseren Erkennbarkeit eines Pneumothorax

gewissen Detailkontrastverlust im Mediastinum führt (Abbildung 1 – Bild links).

Zur Lösung dieses Problems hat Carestream einen einzigartigen und zuverlässigen Algorithmus zur Bildverarbeitung entwickelt, mit dem speziell Tuben- und Kathetermerkmale hervorgehoben werden<sup>1</sup> (CARESTREAM Software zur besseren Erkennbarkeit von Tuben und Kathetern). Zur Erstellung der Abbildansicht wird das Bild zunächst in acht Ortsfrequenzbänder aufgeteilt. Diese Bänder werden einzeln mithilfe nicht linearer Funktionen verändert, die eine ausgeglichene Kontrastanhebung von Bilddetails bei gleichzeitiger Minimierung des Bildrauschens bewirken. Die bearbeiteten Frequenzbänder werden anschließend rekonstruiert und auf das Bild wird dann zwecks Anzeige eine Graustufen-

Lookup-Tabelle angewendet. Bei dieser Methode werden die zum Verbessern der Erkennbarkeit von Tuben und Kathetern erforderlichen Ortsfrequenzen verstärkt, während die Ortsfrequenzen mit dem Bildrauschen unterdrückt werden. Durch Optimierung der Tuben- und Kathetermerkmale bei gleichzeitiger Unterdrückung des Bildrauschens lässt sich diese Methode auch zuverlässig bei mit niedrigen Belichtungswerten aufgenommenen Bildern oder Bildern großer Patienten mit übermäßiger Streustrahlung verwenden. Die Abbildansicht ist zwar u. U. für eine allgemeine diagnostische Auswertung nicht geeignet, die für eine Beurteilung der Tuben- und Katheterstrukturen benötigten Bildeigenschaften werden jedoch deutlich hervorgehoben (Abbildung 1 – Bild rechts).



**Abbildung 1 – Links: Thoraxaufnahme, verarbeitet mit der automatischen Standardfunktion. Rechts: das gleiche Bild, nun verarbeitet mit der Software zur besseren Erkennbarkeit von Tuben und Kathetern. Die beiden Bilder werden zusammen an das PACS-System gesendet.**

Je nach Anomalie können Bildeigenschaften der wichtigsten Diagnosemerkmale von normalen anatomischen Strukturen verdeckt oder mit ihnen vermischt sein. Dieser Effekt unterscheidet sich erheblich von dem oben beschriebenen Problem einer unzureichenden Graustufenauflösung. Dieser Effekt kann vielmehr als Bildstörung zwischen den der Anomalie entsprechenden Merkmalen und den normalen anatomischen Strukturen betrachtet werden.

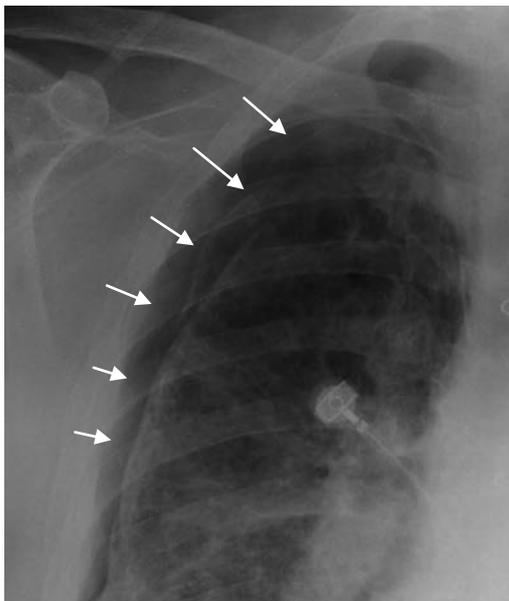
Als Beispiel kann hier ein Pneumothorax genannt werden, bei dem es sich laut Definition um im Pleuraspalt vorhandene Luft handelt. Ein Pneumothorax wird durch eine Abgrenzung des Lungenrands dargestellt, der durch die Luft zwischen viszeraler und parietaler Pleura von der Brustwand versetzt ist. Abhängig von der Positionierung sind keine Lungenzeichnungen in diesem Bereich sichtbar. Die Abgrenzung des Lungenrands

## White Paper | CARESTREAM Software zur besseren Erkennbarkeit von Tuben und Kathetern, CARESTREAM Software zur besseren Erkennbarkeit eines Pneumothorax

und die fehlenden Lungenzeichnungen sind ggf. schwer erkennbar und werden eventuell durch die radiologische Darstellung von Schulterblatt oder Rippen verdeckt. Die Erkennbarkeit der Pneumothorax-Eigenschaften kann durch eine unzureichende Graustufenauflösung auf dem PACS-Monitor zusätzlich erschwert werden.

Analog zu dem zur besseren Erkennbarkeit von Tuben und Kathetern verwendeten Ansatz hat Carestream eine Abbildansicht für Pneumothoraxe entwickelt, mit der die Darstellung der zugehörigen Merkmale optimiert wird (CARESTREAM Software zur besseren Erkennbarkeit eines Pneumothorax). Der Algorithmus

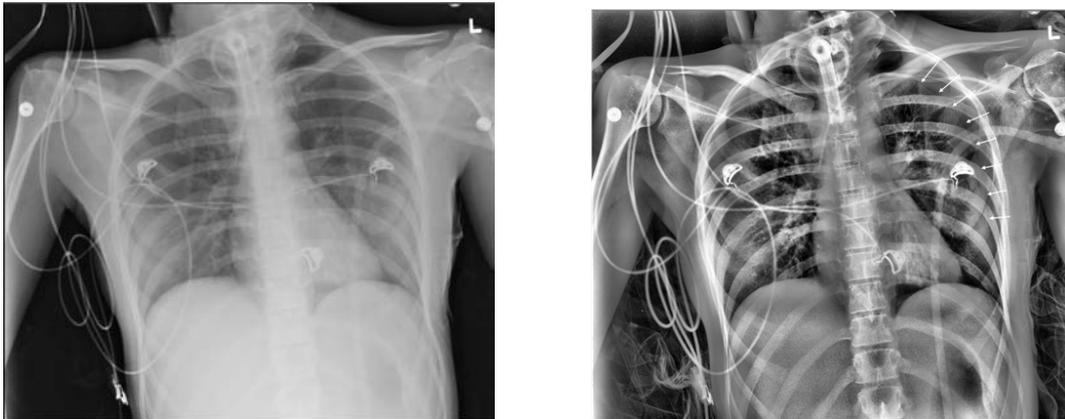
unterscheidet sich von dem für die Tuben- und Kathetererkennung eingesetzten Verfahren. Statt sich auf die Verstärkung der mit den ausgewählten Diagnosemerkmalen verbundenen Ortsfrequenzen zu konzentrieren, nutzt der Pneumothorax-Algorithmus einen Texturfilter, der die Darstellungsunterschiede zwischen den charakteristischen Zeichnungen für die Bereiche inner- und außerhalb der Lunge hervorhebt. Die Abbildung 2 auf Seite 3 (Bild links) zeigt das Beispiel eines großen Pneumothorax (Lungenrand durch Pfeile gekennzeichnet). Das Bild in Abbildung 2 auf der rechten Seite zeigt eine eingefügte Darstellung, die die Optimierung durch Anwendung des Texturfilters illustriert.



**Abbildung 2 – Links: Thoraxaufnahme mit einem großen Pneumothorax. Rechts: eine eingefügte Darstellung mit den Texturunterschieden aufgrund der Bildverarbeitung mit dem Pneumothorax-Optimierungsfilter.**

In den Bildern von Abbildung 3 steht sich die gleiche Thoraxaufnahme gegenüber, einmal mit Standardverarbeitung (links) und einmal mit angewendetem Pneumothorax-Optimierungsfilter (rechts).

## White Paper | CARESTREAM Software zur besseren Erkennbarkeit von Tuben und Kathetern, CARESTREAM Software zur besseren Erkennbarkeit eines Pneumothorax



**Abbildung 3 – Links: Thoraxaufnahme eines Patienten mit einem Pneumothorax. Rechts: die mit dem Filter zur Pneumothorax-Texturoptimierung verarbeitete Abbildansicht. Der Lungenrand ist durch Pfeile gekennzeichnet.**

### Abbildansichten sorgen für eine sichere Auswertung und höhere Befundungseffizienz von Radiologen

PACS-Workstations stellen Anpassungsfunktionen für „Window Leveling“ zur Verfügung, um den allgemeinen Defiziten aufgrund eines unzureichenden Luminanz-Dynamikumfangs auf PACS-Monitoren zu begegnen und den Kontrast feiner Merkmale zu erhöhen. Interaktives „Window Leveling“ ist jedoch zeitaufwendig und wirkt sich negativ auf die Befundungseffizienz von Radiologen aus. Da das optimierte Darstellungsergebnis als Abbildansicht und zusammen mit dem standardmäßig verarbeiteten Bild an das PACS-System übertragen wird, sind Radiologen und Klinikmitarbeiter in der Lage, schnell zwischen der zur allgemeinen Auswertung optimierten Standarddarstellung und der für eine bestimmte diagnostische Aufgabe vorgesehenen angepassten Darstellung zu wechseln. Zwischen der Abbildansicht und dem standardmäßig verarbeiteten Bild kann hin- und hergewechselt werden, sodass das Auswertungsverfahren für Radiologen vereinfacht wird – bei minimaler Interaktion mit der Workstation.

Es wurde eine Studie unter Beteiligung von Radiologen und auf Intensivstationen tätigen Lungenfachärzten durchgeführt, um den Nutzwert von Tuben- und Katheter-Abbildansichten in Bezug auf die Auswertung und Befundungseffizienz zu untersuchen<sup>2</sup>. Die auf Abbildansichten zurückgreifende Methode wurde von zwei für die Befundung von Röntgenbildern zuständigen Gruppen beurteilt: Radiologen und Lungenfachärzten auf Intensivstationen. Jede Gruppe bewertete die Bilder unter den Anzeigebedingungen, die den ihrer jeweiligen typischen Befundungsumgebung entsprechen. Wenn statt „Window Leveling“-Anpassungen auf der PACS-Workstation Abbildansichten verwendet wurden, verbesserte sich nachweislich die Diagnosesicherheit und -effizienz von Radiologen (30 % schnellere Befundung) sowie die Diagnosesicherheit von auf der Intensivstation tätigen Lungenfachärzten bei gleichem Zeitaufwand.

### Zusammenfassung

Die nun von Carestream angebotene Verarbeitungsfunktion für Abbildansichten führt zu einer verbesserten Darstellung von Tuben, Kathetern und Pneumothoraxen in mithilfe von Carestream CR- und DR-

---

## White Paper | CARESTREAM Software zur besseren Erkennbarkeit von Tuben und Kathetern, CARESTREAM Software zur besseren Erkennbarkeit eines Pneumothorax

Modalitäten erfassten Thoraxaufnahmen. Diese Abbildansichten ergänzen das standardmäßige, von der Aufnahmeaufnahme an das PACS-System übertragene Rendering mit einem zweiten Bild, das zur Optimierung von Merkmalen für eine bestimmte diagnostische oder klinische Indikation verarbeitet wird. Die

Software zur besseren Erkennbarkeit von Tuben und Kathetern erhöht nachweislich die Diagnosesicherheit für Radiologen und Lungenfachärzten auf Intensivstationen sowie die Befundungseffizienz von Radiologen.

### Literaturnachweis

1. M. E. Couwenhoven, R. A. Senn, D. H. Foos, Enhancement method that provides direct and independent control of fundamental attributes of image quality for radiographic imagery, SPIE Medical Imaging Proceedings; 5367, 474-481, 2004.
2. D. H. Foos, D. F. Yankelevitz, X. Wang, D. Berlin, D. Zappetti, M. Cham, A. Sanders, K. Novak Parker, C. I. Henschke, Improved visualization of tubes and lines in portable intensive care unit radiographs: a study comparing a new approach to the standard approach. Clinical Imaging, Band 35, Ausgabe 5, September-Oktober 2011, Seiten 346-352.