

Alexander Schumm

Volume Rendering – Welche Bedeutung hat Volume Rendering bei kinderradiologischen Untersuchungen?

Im Gegensatz zu anderen 3D-Rekonstruktionsverfahren werden beim Volume Rendering (VR) den einzelnen Bildelementen eines 3D-Datensatzes (Voxeln) zwei Eigenschaften zugewiesen: ein Farbwert und ein Opazitätswert. Moderne Workstations haben dafür fertige Transferfunktionen, die auf Mausklick die gewünschten Strukturen zur Darstellung bringen. Wenn jedoch der Bolus vielleicht nicht genau gepasst hat, der Knochen aufgrund von Erkrankungen Veränderungen zeigt oder bestimmte Weichteilsituationen dargestellt werden sollen, stößt man bei der Anwendung leicht an die Grenzen dieser vordefinierten sog. Protokolle. In diesem Artikel soll das Prinzip des VR am Beispiel von pädiatrischen CT-Volumendatensätzen gezeigt werden. CT-Daten lassen sich leichter bearbeiten, da die Dichteskala nach Hounsfield absolute Werte aufweist im Gegensatz zu den Intensitätsbetrachtungen der MRT.

3D-Rekonstruktion

In der zweidimensionalen Schnittbilddiagnostik wird einem Intervall auf der Intensitäts- (MRT) bzw. Dichteskala (CT) ein linearer Schwarzweißverlauf zugewiesen: das sog. Fenster. Nun kann man mit der Spiral-CT (sowie Volumensequenzen im MRT) die Daten wieder zu einem 3D-Datensatz zusammensetzen und nachberechnen (rendern).

Gängige und bekannte Verfahren sind die multiplanare Reformatierung (MPR) und die Maximum-Intensitäts-Projektion (MIP) bzw. Minimum-Intensitäts-Projektion (MinIP). Das resultierende Ergebnis ist wiederum 2-dimensional (Schnittebene bei der MPR bzw. Projektion bei der MIP/MinIP).

Als eigentliches 3D-Verfahren gibt es die 3D-Rekonstruktion (SSD, Sur-

face shaded Display). Dieses ist ein binäres Verfahren, welches jedem Voxel als Eigenschaft zuweist, ob es ins Objekt gehört oder nicht; dies geschieht schwellwertbasiert.

In der Darstellung von Hochkontrastsituationen hat die 3D-Rekonstruktion, etwa von Knochen, immer noch ihre Berechtigung – und die virtuelle Darstellung wird umgesetzt in Form eines 3D-Modells (z.B.

■ *Abb. 1a: 3D-Rekonstruktion am Beispiel eines Thorax-Skelettes*

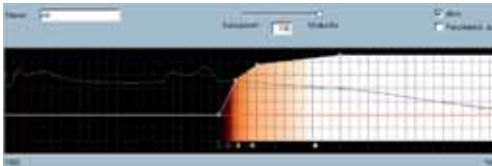


■ *Abb. 1b: 3D-Rekonstruktion der Lunge mit Trachea*



■ *Abb. 1c: 3D-Rekonstruktion der Lunge mit Thorax-Skelett*





■ Abb. 2a: Knöcherner Thorax im Volume Rendering
Abb. 2b: Die dazu gehörende Transferfunktion

zur OP-Planung bei frühkindlichen Nahtsynostosen des Schädels).

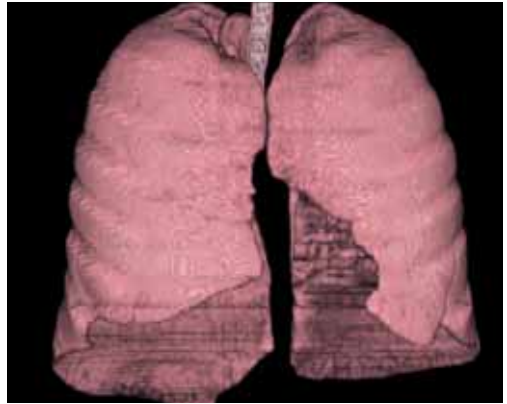
Übliche Programme erlauben die Segmentierung mehrerer Gewebe in unterschiedlichen Farben. Bei nicht kontrastmittelgestützten Untersuchungen genügt hier eine Gewebedefinition anhand des Schwellwertes (in diesem Beispiel Voxel oberhalb 160 HU). Man erkennt hier als Normvariante die synostosierte Rippen rechts (7. und 8.).

Eine Segmentierung qua Schwellwert (alle Voxel < 150 HU) erfordert das zusätzliche Entfernen der Luft außerhalb des Körpers, die nicht dargestellt werden soll. Dies gelingt, indem man zusammenhängende Gewebe segmentiert; alternativ kann man unerwünschte Strukturen mit einem Freihandwerkzeug wegschneiden.

Volume Rendering

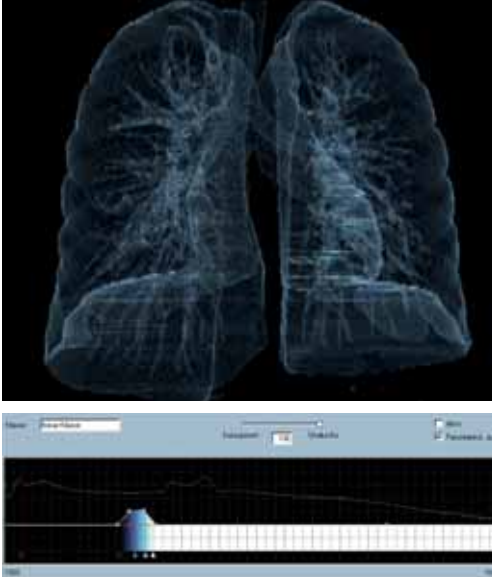
Volume Rendering hingegen weist mit einer sogenannten Transferfunktion Voxeln aufgrund ihres Hounsfield-Wertes zwei Eigenschaften zu: einen Farbwert und einen Opazitätswert.

Dabei versteht man unter Opazität die Blickdichte. Eine Opazität von 100% ist gar nicht durchscheinend. 0% ist vollständig durchsichtig. Dies erlaubt eine deutlich differenziertere Darstellung. Genaugenommen kann man die 3D-Rekonstruktion als Spezialfall des VR betrachten: jedes Gewebe erhält genau eine Farbe und die Opazität 100% zu-



■ Abb. 3a: Lunge im Volume Rendering
Abb. 3b: Lunge mit coronaler Schnittebene
Abb. 3c: Die dazu gehörende Transferfunktion

gewiesen. In dem Graphen der Transferfunktion (Abb. 2b) markiert die X-Achse den Hounsfield-Verlauf und die Y-Achse die Opazität. Die rote Linie ist bei 0% Opazität. Jedes Voxel unterhalb 140 HU ist transparent und somit nicht sichtbar. Die resultierende Darstellung wirkt natürlicher und zudem detaillierter als die binäre 3D-Segmentierung. Tat-



■ Abb. 4a: Lunge transparent
Abb. 4b: Die zugehörige Transferfunktion



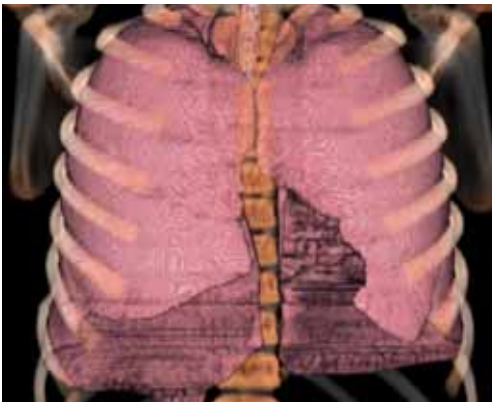
■ Abb. 5a: Knöcherner Thorax mit Lunge
Abb. 5b: Die zugehörige Transferfunktion

sächlich wird der Partialvolumeneffekt ausgenutzt: All die Voxel, die weder Knochen noch Weichteil eindeutig zuordenbar sind, werden mit graduell transparenter und dunkler dargestellt, je niedriger ihre Dichte ist. Für die Lunge gibt es verschiede-

ne Möglichkeiten der Darstellung: Solide: Hierbei wird die Luft innerhalb der Lunge dargestellt; eingefärbt sind HU-Werte unterhalb -500. Alternativ kann man, weil es in diesem Falle zwischen Lunge und knöchernem Thorax keine gemein-

same Voxel gibt, eine einzelne Klasse mit einer geeigneten Transferfunktion verwenden, die alle betreffenden Hounsfield-Bereiche abdeckt.

webe über unterschiedliche Klassen anzusteuern. Dann kann man die Transparenz einer Klasse verändern, hier am Beispiel des Thoraxskelettes. Hier wird der ansonsten in Abb. 5a vom Manubrium sterni verdeckte Lobus venae azygos durch die transparentere Darstellung des Knochens wieder sichtbar.



■ Abb. 6: Knöcherner Thorax, transparent, mit Lunge.

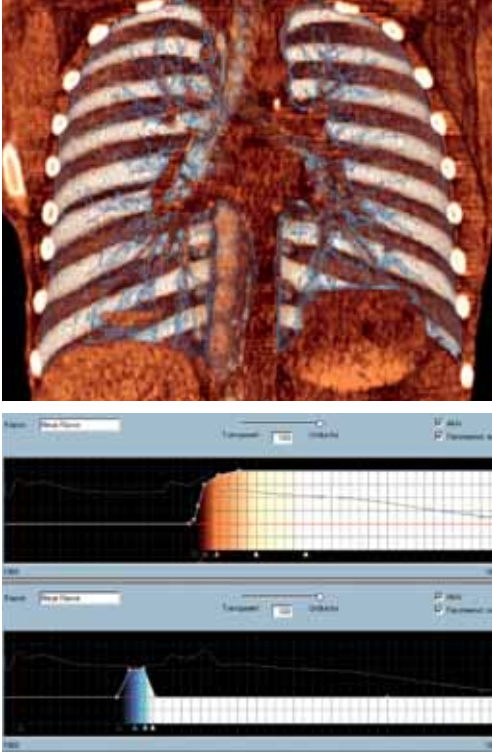
saamen Voxel gibt, eine einzelne Klasse mit einer geeigneten Transferfunktion verwenden, die alle betreffenden Hounsfield-Bereiche abdeckt.

Jedoch ist es von Vorteil, unterschiedliche Ge-

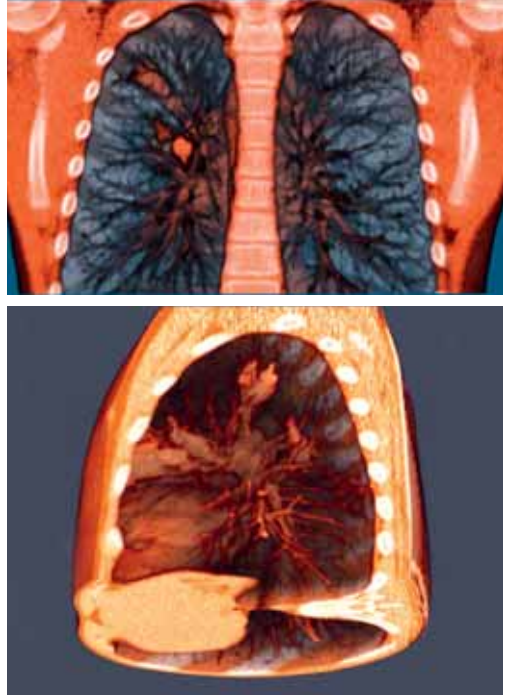
Es gibt vielerlei Möglichkeiten für Transferfunktionen: Hier wird Weichteilgewebe mit andeuteter Lunge dargestellt. Man beachte die V. azygos. Abb. 7b zeigt die Transferfunktion, aufgeteilt in zwei Klassen.

Schlusswort

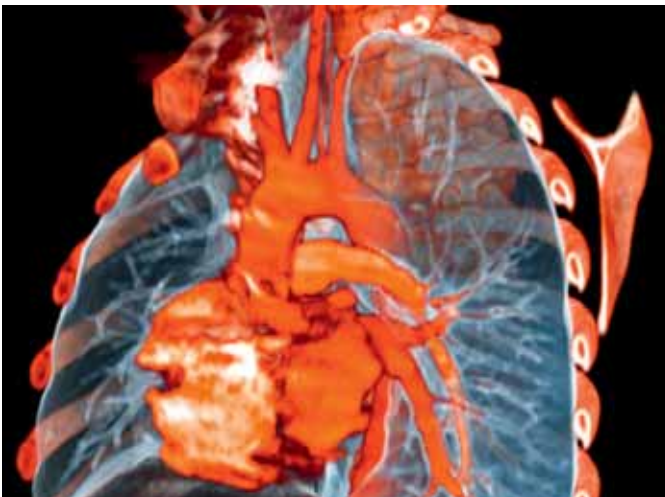
Das Volume Rendering erlaubt die räumliche Darstellung unterschied-



■ Abb. 7a: Weichteilgewebe mit angedeuteter Lunge dargestellt. Man beachte die Vena azygos.
Abb. 7b: Die Transferfunktion, aufgeteilt in zwei Klassen



■ Abb. 8a: Fallbeispiel - Cystische Fibrose, coronale Darstellung im coronalen Anschnitt: Flüssigkeitsgefüllte Bronchiektasen links, 15J 1M, m.
Abb. 8b: Fallbeispiel -Cystische Fibrose, sagittaler Anschnitt der linken Lunge mit flüssigkeitsgefüllten Bronchiektasen



■ Abb. 9: Linke A. vertebralis entspringt dem Aortenbogen. 17J1M, w.

licher Strukturen in ihrem anatomischen Zusammenhang: durch die Verwendung von Farb- und Opazitätsverläufen wirkt die Darstellung realistisch. Die Bildinformation ist so für den Kliniker besser verständlich. Durch geschicktes Anschneiden des Volumens lassen sich geeignete Ansichten erzeugen („Surgeon’s View“).

► Dipl.-Math. Alexander Schumm
MVZ Radiologie
Prüner Gang 16-20
D-24103 KIEL