

Beurteilung der Bildqualität eines CT-Scanners

Matteo Gabriele Riccardi

Bachelor-Thesis, Studienrichtung Medizintechnik

Auftraggeber: Herr Dr. Götz Kohler, Universitätsspital Basel
Expertin: Frau Dipl.-Phys. Angelika Pfäfflin, Bildungszentrum für Gesundheit Basel
Verantwortliche: Frau Prof. Dr. Simone Hemm-Ode, Fachhochschule Nordwestschweiz Muttenz



Einleitung und Zielsetzung

Eine hohe Bildqualität im Planungs-CT ist grundlegend für eine sichere und präzise Strahlentherapie. Rekonstruktionsparameter wie Field of View (FOV) und Kernel beeinflussen direkt Auflösung, Kontrast und Rauschen – und damit die Sichtbarkeit anatomischer Strukturen.

Diese Arbeit untersucht ihren Einfluss an zwei CT-Systemen (Basel und Liestal) mithilfe standardisierter Catphan 504-Scans. Die Auswertung erfolgt objektiv mit automatisierten Skripten in 3D Slicer sowie ergänzend subjektiv durch visuelle Bewertung. Die Ergebnisse sollen zeigen, wie technische Einstellungen die Bildqualität beeinflussen – und welches Potenzial in der Kombination beider Bewertungsmethoden für die Qualitätssicherung liegt.

Daraus ergibt sich folgende Fragestellung:

Wie wirken sich unterschiedliche Rekonstruktionsparameter auf die Bildqualität in der CT-gestützten Strahlentherapieplanung aus, und inwiefern kann eine objektive Auswertung mithilfe entwickelter Skripte zur Analyse der Bildqualität beitragen?

Ergebnisse

High-Resolution-Analyse

Vergleich Standardprotokolle: Sichtbare Linienpaare

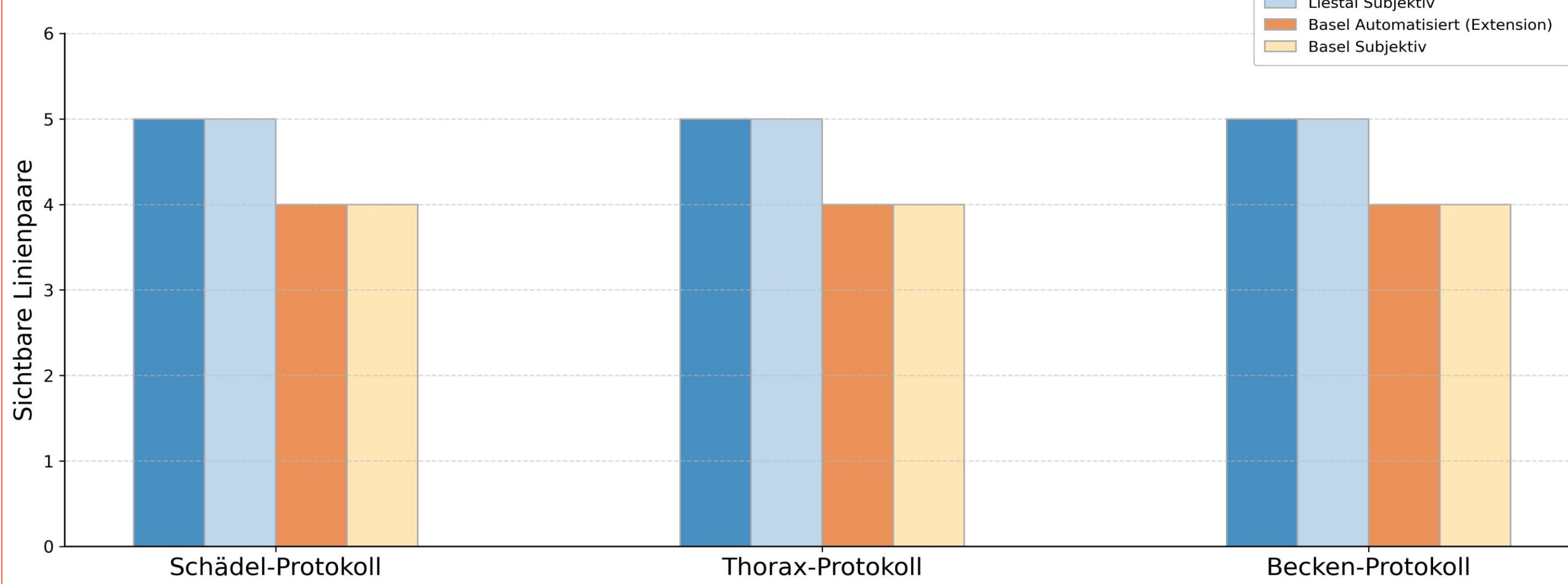
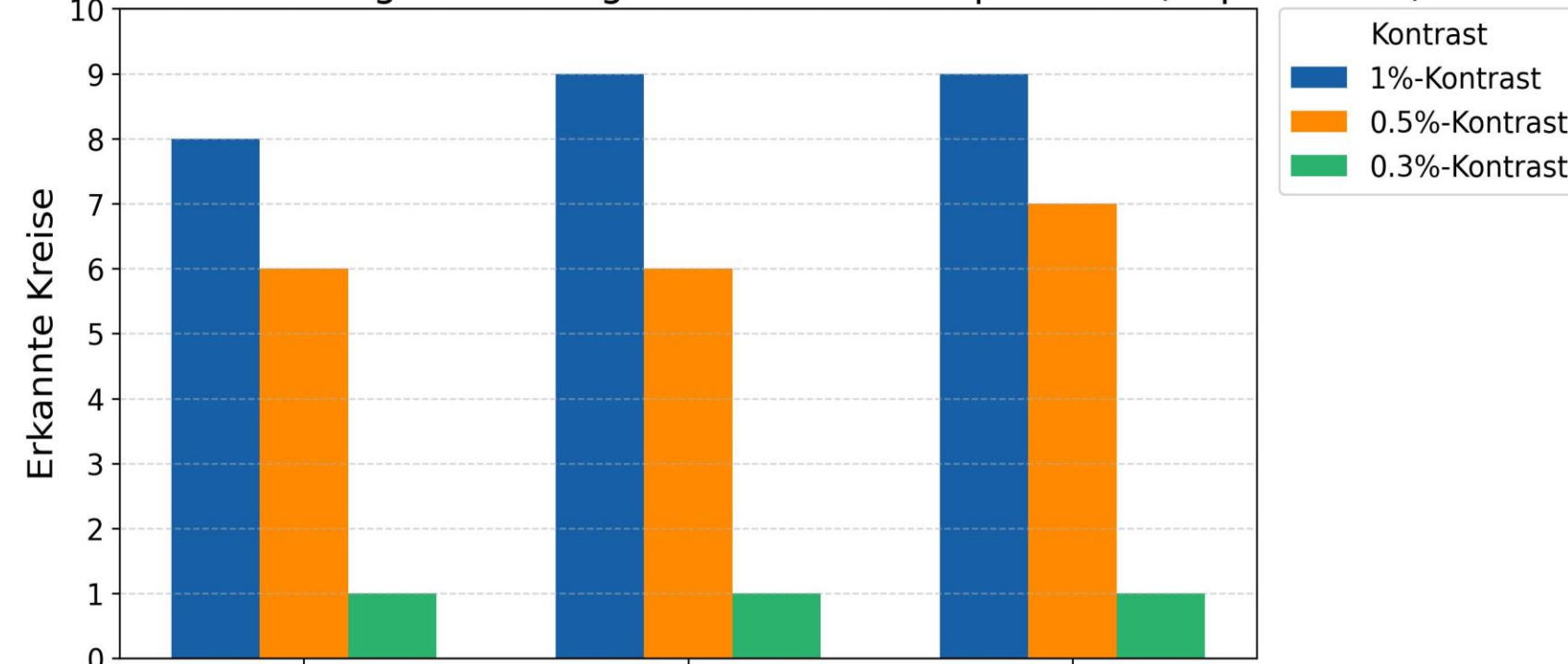


Abbildung 5: Vergleich der Standardprotokolle (Schädel, Thorax und Becken) hinsichtlich der sichtbaren Linienpaare im Modul CTP528.

- Die automatisierte Auswertung mit der Slicer-Extension ergab durchgehend höhere Werte an sichtbaren Linienpaaren als die subjektive Sichtprüfung.
- Standort Liestal schnitt bei allen Protokollen (Schädel, Thorax, Becken) tendenziell am besten ab.
- Unterschiede zwischen den Protokollen sind gering; der Vorteil der Automatisierung ist klar erkennbar.
- Die automatisierte Auswertung erhöht die Objektivität und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse; subjektive Methoden zeigen grössere Schwankungen.

Low-Contrast-Analyse

Low Contrast - Matrixgrößen-Vergleich FOV Schädelprotokoll (Supra-Slices)



Low Contrast - Matrixgrößen-Vergleich FOV Schädelprotokoll (Sub-Slices)

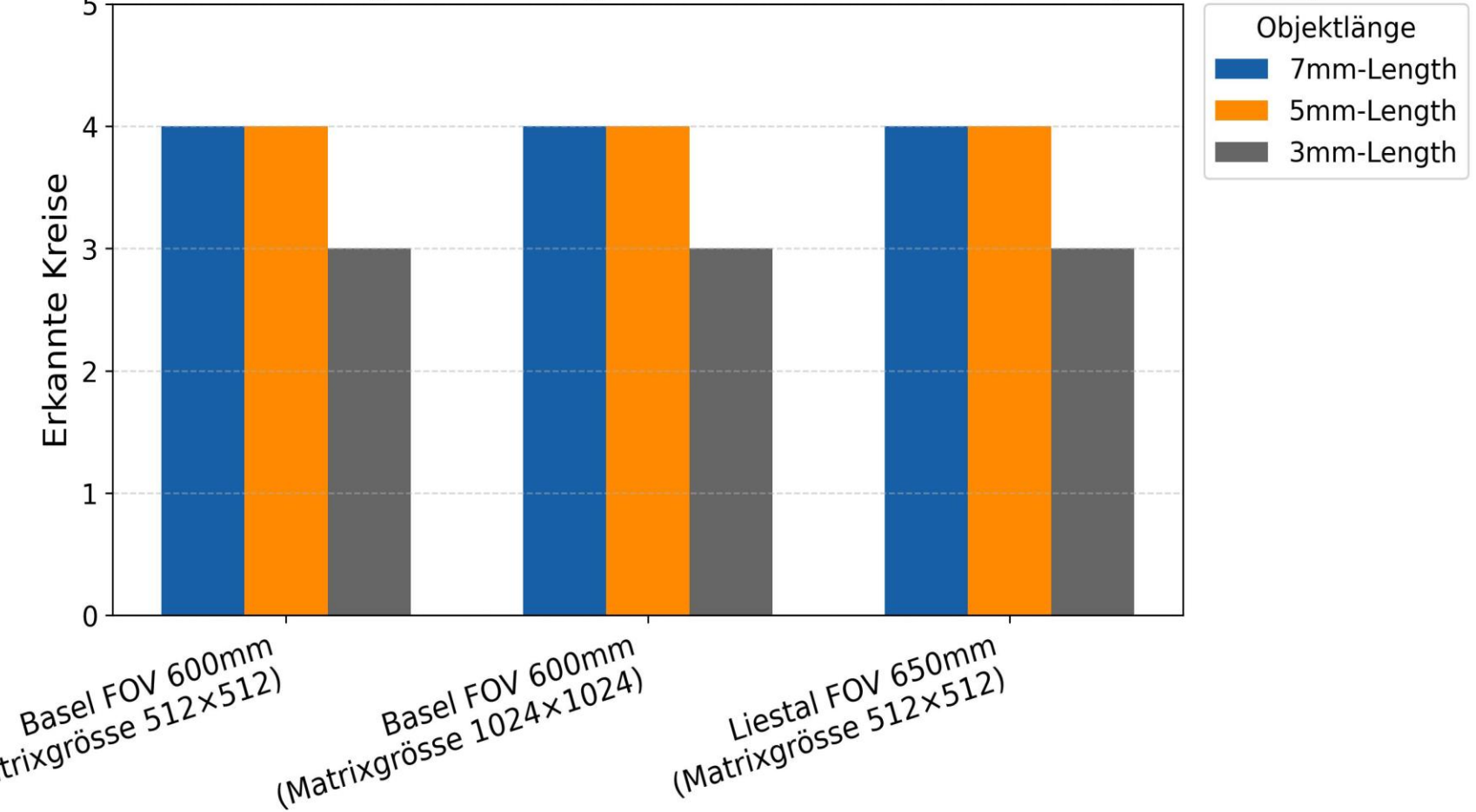


Abbildung 6: Vergleich der Anzahl erkannter Low-Contrast-Objekte beim Schädelprotokoll in Abhängigkeit von FoV und Matrixgröße. Oben: Supra-Slices, unten: Sub-Slices.

- Die Anzahl erkennbarer Low-Contrast-Kreise nimmt mit abnehmendem Kontrast deutlich ab.
- Die Matrixgröße und das Field of View (FoV) hatten im untersuchten Bereich keinen wesentlichen Einfluss auf die Low-Contrast-Detektion.
- Der Kontrasteffekt ist stärker als der Standort- oder Matrixgrösseneffekt.
- Für Low-Contrast bleibt das Bildrauschen der limitierende Faktor, nicht Matrix oder FoV.

Catphan 504

- Standardisiertes CT-Phantom zur objektiven Bewertung der Bildqualität
- Enthält spezialisierte Module für:
 - Hochauflösung: Linienpaarmuster, MTF (Modulationsübertragungsfunktion)
 - Niederkontrastauflösung: Kontrastkreise unterschiedlicher Größe und Dichte
- Weitere Qualitätsmerkmale messbar: Rauschen, Homogenität, Artefaktverhalten
- Modularer Aufbau ermöglicht gezielte Analysen zentraler Bildqualitätsparameter
- Wichtiges Werkzeug für die Qualitätssicherung in der CT-Bildgebung

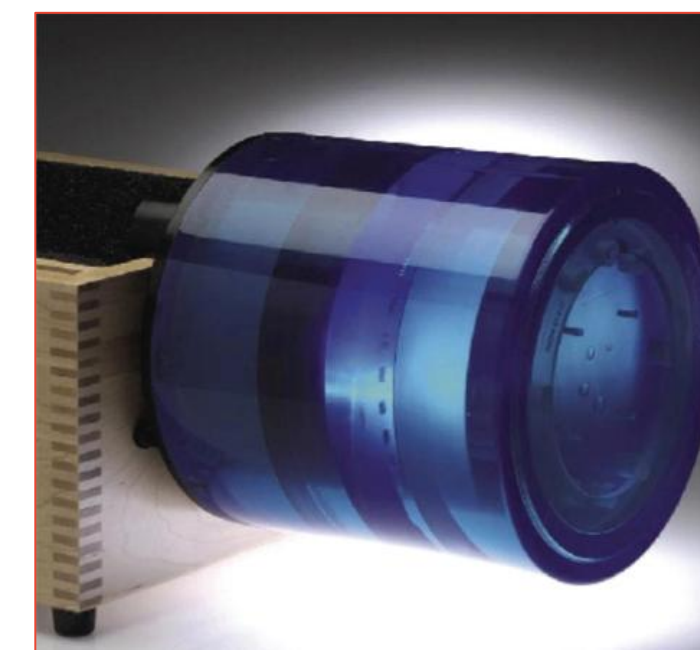


Abbildung 1: Catphan 504 Phantom mit Modulschichten

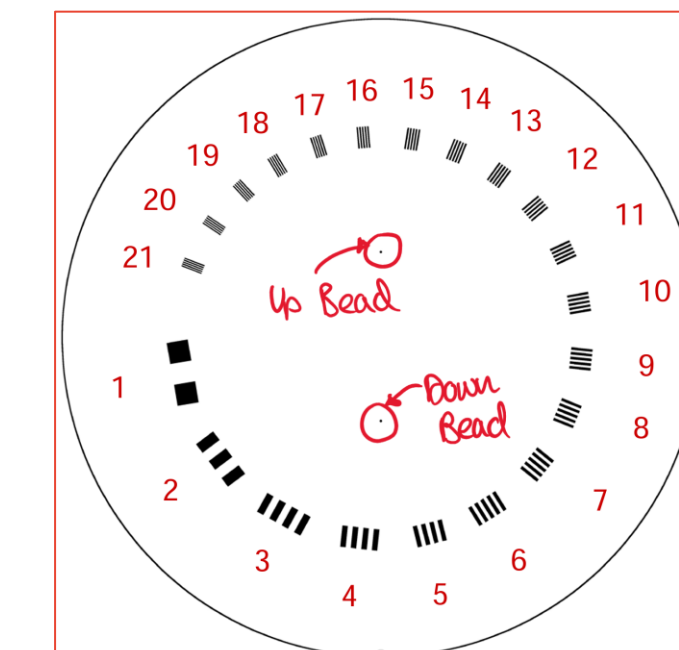


Abbildung 2: Linienpaare im Modul CTP528 zur Auflösungsbewertung.

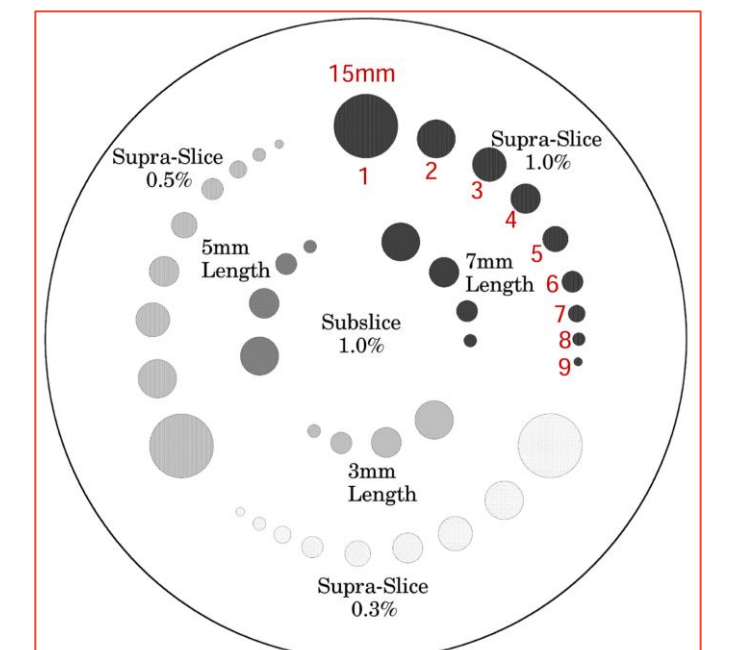


Abbildung 3: Kontrastkreise im Modul CTP515 zur Beurteilung der Niederkontrastauflösung

Auswertungspipeline

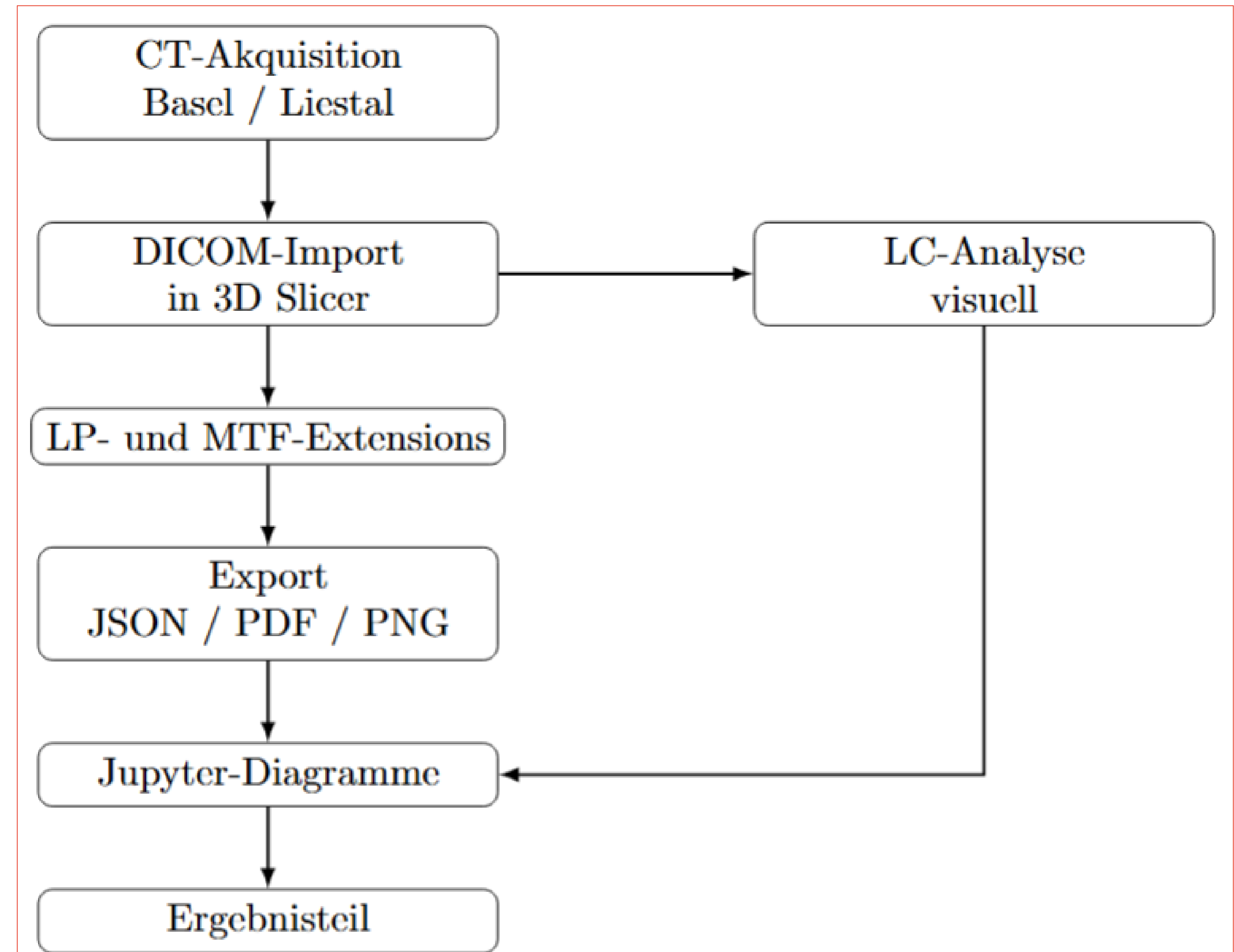


Abbildung 4: Überblick der Auswertungspipeline. Die LC-Analyse verläuft manuell, LP und MTF automatisiert.

Fazit

- Die automatisierte Auswertung mit 3D Slicer ermöglicht eine objektive und reproduzierbare Bildqualitätsbewertung.
- Unterschiede zwischen Standorten und Protokollen sind messbar, aber insgesamt gering.
- Kontrasteffekt ist entscheidend für die Low-Contrast-Detektion – technische Parameter haben dabei aber ebenfalls Einfluss.
- Standardisierte Analyseverfahren verbessern die Vergleichbarkeit und Aussagekraft von Bildqualitätsstudien.
- Die vorgestellten Methoden leisten einen Beitrag zur systematischen Qualitätssicherung in der CT-Bildgebung.

Quellen

- Alle Abbildungen und Informationen zum Catphan-Phantom basieren auf den Herstellerangaben und Dokumentationen des Catphan 504 Manual (The Phantom Laboratory, 2013).