4. Zusammenfassung

4.1. Englisch

In recent years, dual energy computed tomography (DECT) has been an emerging technology that allows for reconstruction of quantitative parametric maps from routine CT examinations. Among others, there are so-called iodine maps that highlight the distribution of iodinated contrast medium which is frequently administered in oncologic imaging. Furthermore, these maps allow for a quantification of perfusion at time point of imaging. The latter holds potential for the application towards quantitative oncology, which addresses an unmet need in medical imaging. The publications included in this thesis aimed to validate the *ex-vivo* and *in-vivo* consistency of these maps in order to build a foundation towards their clinical use.

The first publication evaluated the *ex-vivo* consistency using an anthropomorphic abdominal phantom that included surrogates of a liver with multiple lesions inside. As the matrix material of both were identical, the only difference in CT appearance can be attributed to the iodine added to the lesions. To avoid any possible confounders during the manufacturing process virtual non-contrast images (the *negative* of iodine maps) were evaluated with respect to supposedly not altered matrix attenuation. While a general tendency towards over estimation of iodine content was found, this error was consistent with regards to investigated acquisition and reconstruction parameters indicating technical appropriateness. The evaluation of the *in-vivo* consistency (i.e. the intra-individual consistency throughout different timepoints) was

scope of the second publication. Here, patients with a history of dermatological cancer referred for repetitive follow-up imaging were included if a macroscopic tumor burden could be excluded. Then, the distribution of iodine concentration in the blood pool and renal cortex were evaluated. Here, differences in the order of $\pm 20\%$ were identified in both inter- and intra-individual comparison. Reasons for this likely are differences in hemodynamic status (i.e. hydration state and cardiac output during imaging). Strategies to reduce the intra-individual variability were evaluated. It was found, that normalization to the afferent vessels was the most robust approach and should be used in further studies.

Concluding, it appears that knowledge on the biological variability of iodine concentration assessments in DECT imaging are of importance to those using these maps in clinical imaging. To reduce the variability, it is recommended to normalize data to the concentration in the afferent vessel. Further studies are warranted to investigate a clinical benefit from quantitative iodine maps in clinical routine.

4.2. Deutsch

Die Dual-Energy-Computertomographie (DECT) ist ein in den letzten Jahren vermehrt zum Einsatz kommendes Verfahren, welches die Rekonstruktion quantitativer parametrischer Karten aus Routine-CT-Untersuchungen ermöglicht. Unter anderem erlaubt die DECT die Rekonstruktion so genannter Iodkarten, die die Verteilung von iodhaltigem Kontrastmittel, das in der onkologischen Bildgebung häufig verabreicht wird, aufzeigen. Darüber hinaus ermöglichen diese Parameterkarten die Quantifizierung

der Perfusion zum Zeitpunkt der Bildgebung. Letzteres besitzt großes Potenzial für die Anwendung in der quantitativen onkologischen Bildgebung, sodass sich hier ein ungedeckter Bedarf in der medizinischen Bildgebung ergibt. Die in dieser Arbeit enthaltenen Veröffentlichungen zielten darauf ab, die *ex-vivo*- und *in-vivo*-Konsistenz dieser Karten zu validieren um eine Grundlage für ihre klinische Anwendung zu schaffen.

In der ersten Publikation wurde die *ex-vivo*-Konsistenz anhand eines anthropomorphen abdominellen Phantoms bewertet. Dieses verfügte über Gewebesurrogate einer Leber mit mehreren Läsionen. Da das Matrixmaterial in beiden Fällen identisch war, kann der einzige Unterschied im CT-Erscheinungsbild auf das den Läsionen zugesetzte Jod zurückgeführt werden. Um mögliche Störfaktoren während des Herstellungsprozesses des Phantoms zu unberücksichtigt zu lassen, wurden virtuelle native Bildrekonstruktion (die als das *Negativ* von Iodkarten aufgefasst werden können) in Hinblick auf die idealerweise unveränderte Matrixabschwächung ausgewertet. Während eine allgemeine Tendenz zur Überschätzung des Iodgehaltes beobachtet werden konnte, war dieser Fehler in Bezug auf die untersuchten Aufnahme- und Rekonstruktionsparameter konsistent. Dies bestätigt die in der Literatur vorbeschriebene technische Robustheit der Methodik. Die Bewertung der *in-vivo*-Konsistenz (d.h. der intra-individuellen Konsistenz über verschiedene Untersuchungszeitpunkte hinweg) war Gegenstand der zweiten Veröffentlichung. Hier wurden Patienten in der Nachsorge nach dermatologischer Tumorerkrankung eingeschlossen die mehrere DECT-Untersuchungen erhielten. Bei allen Patienten wurde eine makroskopische Tumormasse ausgeschlossen. Anschließend wurde die Verteilung der Iodkonzentration im

Blutpool und im Nierenkortex erfasst und ausgewertet. Hierbei wurden sowohl im inter- als auch im intraindividuellen Vergleich Unterschiede in der Größenordnung von $\pm 20\%$ festgestellt. Grund hierfür sind mutmaßlich vor allem biologische Unterschiede (insb. Hydratationszustand und Herzminutenvolumen). Zusätzlich wurden Strategien zur Verringerung der intra-individuellen Variabilität untersucht: Hier konnte die Normierung der Iodkonzentration auf die Konzentration im afferenten Gefäß als robustester Ansatz identifiziert werden. Es wird empfohlen, diesen Parameter der absoluten Iodkonzentration gegenüber zu bevorzugen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Wissen über die biologische Variabilität der Iodkonzentrations-Messungen in der DECT-Bildgebung für diejenigen von großer Bedeutung ist, die diese Karten in der klinischen Bildgebung verwenden. Um die Variabilität zu verringern, wird empfohlen, die Daten auf die Konzentration im afferenten Gefäß zu normieren. Zukünftige Studien sollten den zusätzlichen klinischen Nutzen von Iodkarten gegenüber rein quantitativen Verfahren untersuchen.