



# Abstract: Verbesserung des 2D U-Nets für die 3D Mikrotomographie mit Synchrotronstrahlung mittels Multi-Axes Fusing

Ivo M. Baltruschat<sup>1</sup>, Hanna Ćwieka<sup>2</sup>, Diana Krüger<sup>2</sup>, Berit Zeller-Plumhoff<sup>2</sup>, Frank Schlünzen<sup>1</sup>, Regine Willumeit-Römer<sup>2</sup>, Julian Moosmann<sup>3</sup>, Philipp Heuser<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup>Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Notkestr. 85, 22607 Hamburg, Germany

<sup>2</sup>Institute of Metallic Biomaterials, Helmholtz-Zentrum hereon, Geesthacht, Germany

<sup>3</sup>Institute of Materials Physics, Helmholtz-Zentrum hereon, Geesthacht, Germany

<sup>4</sup>Helmholtz Imaging, Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Germany

ivo.baltruschat@desy.de

Die genaue Segmentierung großer 3D-Volumina ist eine sehr zeitaufwendige und für die Analyse und Interpretation unabdingbare Aufgabe. Die am Synchrotron gemessene Mikrotomogramme (SR $\mu$ CT) zu segmentieren, ist besonders anspruchsvoll, sowohl für algorithmische Lösungen, als auch für die Experten, da sich die Daten durch geringen Kontrast, hohe räumliche Variabilität und Messartefakte auszeichnen. Am Beispiel von 3D Tomogrammen zu Biodegradationsprozessen von Knochenimplantaten untersuchen wir die Skalierung des 2D U-Nets für hochaufgelöste Graustufenvolumina unter Verwendung von drei wichtigen Modellhyperparametern (d. h. Modellbreite, -tiefe und Eingabegröße) [1]. Um die 3D-Informationen der SR $\mu$ CTs zu nutzen, wird die Vorhersage der Segmentierung aus drei orthogonalen Blickrichtungen gemacht und anschließend fusioniert. Wir haben diese Fusionierung erweitert und den Effekt der Nutzung von mehr als drei Achsen untersucht. In der Auswertung vergleichen wir die Ergebnisse der Skalierung des U-Nets durch Intersection over Union (IoU) und quantitative Messungen von Osseointegrations- und Degradationsparametern. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass eine kombinierte Skalierung des U-Netzes (d.h. alle drei Modellparameter werden gemeinsam geändert) und eine Mehrachsenvorhersage, die mit Soft Voting fusioniert wird, den höchsten IoU für die Klasse „Degradationsschicht“ von 0.813 gegenüber der Baseline von 0.801 ergibt. Abschließend zeigte die quantitative Analyse, dass die auf der Grundlage der Modellsegmentierung berechneten Parameter weniger von den Ground-Truth-Ergebnissen abweichen als die auf der Grundlage der halbautomatischen Segmentierungsmethode berechneten.

## References

1. Baltruschat IM, Ćwieka H, Krüger D, Zeller-Plumhoff B, Schlünzen F, Willumeit-Römer R et al. Scaling the U-Net: segmentation of biodegradable bone implants in high-resolution synchrotron radiation microtomograms. *Sci Rep.* 2021;11(1):24237.