

# Full-Arch-Scanner

## Verfahren für die Vermessung und Modellierung von Zahnreihen

### Diplomanden



Patrick Walser



Marco Roth

**Einleitung:** In der dentalen Abformung, dem Bindeglied zwischen Zahnarztpraxis und Zahntechnik, wird der unangenehme Gebissabdruck allmählich durch digitale Intraoralscanner ersetzt. Solche Scanner weisen durch die handgeführte Bedienung einige Schwierigkeiten auf. Gefragt wäre deshalb ein sogenannter Full-Arch-Scanner, der einen kompletten Zahnbogen auf einmal erfassen kann. Im Rahmen eines Industrieprojektes, das sich mit der Entwicklung eines solchen Systems befasst, werden in dieser Bachelorarbeit mögliche Lösungsvarianten erarbeitet. Ziel der Arbeit ist es, sich in unterschiedliche in Frage kommende Messverfahren einzuarbeiten, ein Messverfahren auszuwählen und einen funktionsfähigen Demonstrator für die digitale Modellierung von Teilen einer Zahnreihe zu realisieren. Anhand von Messungen soll mit diesem Demonstrator aufgezeigt werden, ob das gewählte Verfahren für einen Full-Arch-Scanner geeignet ist und wie ein solches System weiterentwickelt werden könnte.

**Vorgehen:** Auf Basis eines Technologiescreenings entschied man sich in dieser Arbeit, die beiden Messverfahren Streifenprojektion und Active Wavefront Sampling (AWS) genauer zu evaluieren. Für beide Varianten wurden Konzepte ausgearbeitet und bewertet. Letztendlich wurde entschieden, das AWS weiterzuverfolgen. Um erste praktische Erkenntnisse zu gewinnen, wurden mehrere Testaufbauten umgesetzt. Da das erste Konzept des Samplings mit einem DMD (Digital Micromirror Device) verworfen werden musste, wurde eine Anordnung mit einer rotierenden Blende umgesetzt. Nach mehreren Tests erfolgte die Auslegung des AWS-Messsystems und der finale Demonstrator für das AWS wurde schrittweise mit einer Kamera, einem Projektor und einer rotierenden Apertur realisiert. Neben der Auswahl der Hardware-Komponenten wurde auch eine eigene Software zum Erfassen und Verarbeiten von Bildern sowie zur Erzeugung und Visualisierung von 3D-Punktwolken entwickelt. Mit dem finalen System konnten Messungen an verschiedenen Objekten durchgeführt werden, wobei auch ein Modell eines Zahnbogens eingesetzt wurde. Die so erzeugten Punktwolken wurden ausgewertet und mit einer externen Referenzmessung verglichen.

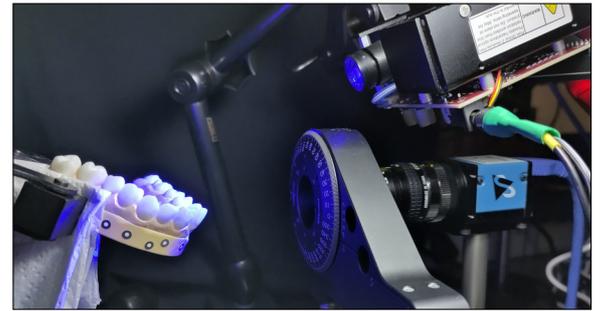
**Ergebnis:** Der Demonstrator erreicht ein Messvolumen von ca. 22 x 18 x 20 mm mit einer lateralen Auflösung von 0.112 mm. Die Auswertung der erzeugten Punktwolken zeigt, dass mit dem AWS-System prinzipiell flächige Messungen von verschiedenen Messobjekten, wie dem Zahnbogen-Modell, durchgeführt werden können. Dabei entstehen jedoch Abweichungen, unter anderem in Form einer Welligkeit in den Messdaten. Ein Vergleich mit der Referenzmessung zeigte über den kompletten z-Messbereich (Tiefe) eine maximale Abweichung von 0.21 mm (Welligkeit gemittelt). Bei

einer Wiederholmessung lag die Reproduzierbarkeit im Rahmen von 0.04 mm. Es wurde mit verschiedenen Tests versucht, die Ursachen der Messabweichungen zu finden. Auch wenn diese noch nicht abschliessend geklärt sind, so werden u.a. Einflüsse durch die Muster-Projektion und durch die Temperatur vermutet.

Das System könnte durch Anpassungen der Hard- und Software noch deutlich verbessert werden. Zudem könnten die verwendeten Komponenten mit verschiedenen Ansätzen miniaturisiert werden, was zusätzliche Herausforderungen mit sich bringt. Für das Projekt Full-Arch-Scanner wird empfohlen, das Active Wavefront Sampling durch Weiterentwicklung des Demonstrators aktiv weiterzuverfolgen.

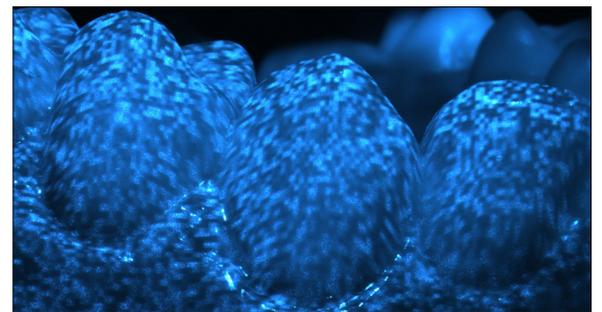
### Demonstrator beim Messen einer Zahnreihe

Eigene Darstellung



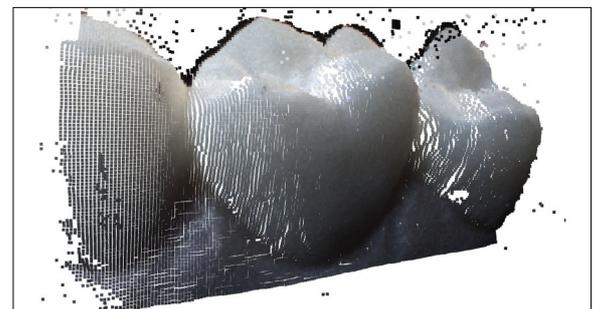
### Bild des projizierten Random-Patterns aus der Messung einer Zahnreihe

Eigene Darstellung



### Ergebnis: Punktwolke einer Zahnreihe

Eigene Darstellung



### Referent

Prof. Dr. Markus Michler

### Korreferent

Prof. Dr. Carlo Bach

### Themengebiet

Photonik