

Untersuchung der Eignung photogrammetrisch erzeugter Punktwolken für 3D-Modellierung und 3D-Druck am Anwendungsbeispiel der Oldtimerrestauration

In vielen Bereichen werden 3D gedruckte Modelle für Ersatzteile, Bauteilkopien oder für die Erstellung von Nachbildungen in verschiedenen Maßstäben benötigt. Auch im Bereich der Oldtimerrestauration bieten 3D-Technologien sowie die Modellierung aus 3D-Punktwolken neue Perspektiven und Chancen. Die Verwendung von photogrammetrisch erzeugten Punktwolken kann dazu beitragen, komplexe Bauteile detailgetreu zu erfassen und virtuelle Modelle mit hoher Genauigkeit zu

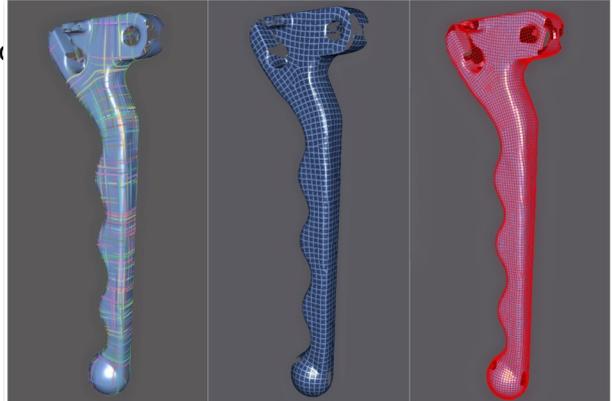


generieren, welche wiederum als Basis für den 3D-Druck dienen. Die Bauteilkopien werden benötigt, da es oft schwierig ist, Originalteile zu finden oder diese nachzubauen. Dies ist verstärkt ein Problem, wenn es sich dabei um seltene oder veraltete Teile handelt.

Für die Untersuchung wird eine Punktwolkengenerierung mittels Streifenlichtscanner sowie der Structure from Motion-Methode am Beispiel eines Bremshebels durchgeführt. Aus diesen Grunddaten wird anschließend eine Modellierung vollzogen und die Ergebnisse hinsichtlich des visuellen Eindrucks, Wirtschaftlichkeit, Vollständigkeit, Modellierbarkeit und Genauigkeit untersucht, um die Leistungsfähigkeit der Punktwolken sowie Meshes zu evaluieren. Dabei spielen besonders die repräsentativen Bereiche eine Rolle, welche sich in geometrisch wichtige Bereiche sowie Freiformflächen unterscheiden lassen. Geometrisch wichtige Bereiche sind dabei vor allem solche, die eine besondere Bedeutung für die Funktionalität oder die technischen Anforderungen des Modells haben. Gegensätzlich zu diesen Bereichen haben Freiformflächen vor allem Anforderungen an die Ästhetik des Modells. Freiformflächen sind komplexe Oberflächen, die nicht durch einfache geometrische Formen wie Quadrate, Kreise oder Kugeln beschrieben werden können.

Die Bilddatensammlung der Structure-from-Motion-Methode wurde mit einer Spiegelreflexkamera, die Auswertung der Bilddaten wurde mit der proprietären Software Agisoft Metashape Professional durchgeführt. Die daraus resultierende Punktwolke wurde in dem Programm in ein Oberflächenmodell umgewandelt und stand für die weitere Auswertung bereit. Als Aufnahmegesetz für die Datenakquise mittels Streifenlichtscanner dient der SmartScan-HE der Firma Hexagon. Dieser arbeitet nach der aktiven, berührungslosen Streifenlichtscanning-Technologie. Das für die Auswertung genutzte Programm OptoCat deckt dabei den gesamten 3D-Scanprozess ab, beginnend mit der Kalibrierung, über das Scannen bis hin zur Nachbearbeitung und Auswertung der erfassten 3D-Daten. Für die anschließende Modellierung der Oberflächenmodelle wurden die Programme Instant-Field-Aligned-Meshes sowie Blender durchge-

führt. Ersteres wurde für ein Remeshing der Oberflächenmodelle genutzt, bei dem ein bestehendes Netzgitter oder eine polygonale Struktur eines 3D-Modells neu aufgeteilt wird, um die Anzahl der Polygone anzupassen oder die Geometrie zu verbessern. Dadurch kann die Effizienz bei der weiteren Modellierung verbessert werden. Bei der weiteren Modellierung im Programm Blender wurden offene Lücken geschlossen und Artefakte entfernt, wodurch ein 3D-Modell für den 3D-Druck zur Verfügung stand. Das gedruckte Modell konnte dabei erfolgreich am Fahrzeug eingebaut werden.



Die durchgeführten Untersuchungen haben gezeigt, dass die photogrammetrisch erzeugten Punktwolken eine vielversprechende Methode für die Erfassung von Oldtimern sowie ihren Bauteilen darstellen. Die hohe räumliche Genauigkeit und die detailreiche Erfassung, besonders bei der Nutzung des Streifenlichtscanners, ermöglichen eine präzise Aufnahme sowie anschließende 3D-Modellierung. Eine effizientere Modellierung gelang dabei insbesondere bei Freiformflächen. Diese können mithilfe der photogrammetrischen Verfahren deutlich wirtschaftlicher und originalgetreuer abgebildet werden, als es beispielsweise durch eine CAD-Konstruktion möglich wäre. Herausforderungen und Limitationen der Punktwolken kann durch Faktoren wie Lichtverhältnisse, Oberflächenreflexionen und der Qualität der aufgenommenen Bilddaten beeinflusst werden. Nimmt die Qualität der aufgenommenen Daten ab, kann es zu starkem Rauschen innerhalb der Punktwolke und somit zu Abweichungen vom Aufnahmeobjekt kommen. Dieses Rauschen beeinträchtigt die visuelle Qualität und hat eine höhere Bearbeitungszeit bei der Bereinigung und Modellierung zur Folge. Diese Bearbeitungszeit ist insbesondere bei geometrisch wichtigen Bereichen nötig, da scharfe Kanten oder genaue Maße teilweise unzureichend abgebildet werden. Daraus kann der Schluss gezogen werden, dass eine Aufnahme von Freiformflächen effizienter möglich ist, bei geometrisch wichtigen Bereichen jedoch eine Konstruktion in CAD bessere Ergebnisse liefert. Die vorliegende Bewertung kommt ebenfalls zu der Erkenntnis, dass der erfolgreiche Einbau eines selbstgedruckten Bremshebels an einem Simson-Kraftrad eine effektive und kostengünstige Alternative darstellt. Dabei erreichte auch das genutzte Plastikfilament eine ausreichende Stabilität, welche durch die Verwendung anderer, hochfester Materialien weiter verbessert werden. Die Arbeit legt darüber hinaus den Grundstein für zukünftige Forschungen zur Optimierung der Datenerfassung, Automatisierung des Prozesses und Materialentwicklung in der Oldtimerrestauration.