

**Patrick Wiechert**

Virtuelle Anatomie mit der Unity Engine.  
Entwicklung und Evaluationsentwurf eines  
VR-Simulators zur Implantation einer  
Endoprothese des Hüftgelenks

**Bachelorarbeit**

# BEI GRIN MACHT SICH IHR WISSEN BEZAHLT



- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit, Bachelor- und Masterarbeit
- Ihr eigenes eBook und Buch - weltweit in allen wichtigen Shops
- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei [www.GRIN.com](http://www.GRIN.com) hochladen  
und kostenlos publizieren



## **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:**

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

## **Impressum:**

Copyright © 2016 GRIN Verlag  
ISBN: 9783668240124

## **Dieses Buch bei GRIN:**

<https://www.grin.com/document/333950>

**Patrick Wiechert**

**Virtuelle Anatomie mit der Unity Engine. Entwicklung  
und Evaluationsentwurf eines VR-Simulators zur  
Implantation einer Endoprothese des Hüftgelenks**

## **GRIN - Your knowledge has value**

Der GRIN Verlag publiziert seit 1998 wissenschaftliche Arbeiten von Studenten, Hochschullehrern und anderen Akademikern als eBook und gedrucktes Buch. Die Verlagswebsite [www.grin.com](http://www.grin.com) ist die ideale Plattform zur Veröffentlichung von Hausarbeiten, Abschlussarbeiten, wissenschaftlichen Aufsätzen, Dissertationen und Fachbüchern.

### **Besuchen Sie uns im Internet:**

<http://www.grin.com/>

<http://www.facebook.com/grincom>

[http://www.twitter.com/grin\\_com](http://www.twitter.com/grin_com)

# Technische Universität Chemnitz

Fakultäten für Naturwissenschaften und Maschinenbau

## Bachelorarbeit

**Thema:** Umsetzung eines virtuellen anatomischen Menschenmodelles in einer virtuellen Umgebung mit anschließender Vorbereitung einer Evaluierung

**vorgelegt von:** Wiechert, Patrick

geb. am: 14.07.1994

in: Wismar

**Studiengang:** Sensorik und kognitive Psychologie

# Beschreibung der Bachelorarbeit

Wiechert, Patrick:

Umsetzung eines virtuellen anatomischen Menschenmodelles in einer virtuellen Umgebung mit anschließender Vorbereitung einer Evaluierung

Bachelorarbeit an der Fakultät Maschinenbau der Technischen Universität Chemnitz, Professur Werkzeugmaschinen und Umformtechnik, Chemnitz, 2016

97 Seiten, 42 Abbildungen, 7 Tabellen, 6 Anlagen, 64 Quellen

## Kurzreferat

Für die Entwicklung eines Virtual Reality Simulators (VR-Simulator) zur Implantation einer Endoprothese des Hüftgelenks wird die Game-Engine Unity getestet. Dazu werden im ersten Teil der Arbeit die Implementierung eines 3D-Modells und die Simulationen des Blutes, Gewebes und Materialabtrages der Knochen in Unity untersucht. In den Versuchen wurde ein 3D-Modell der Hüfte modelliert und verschiedene Plugins zur Ausführung der Simulationen getestet. Während die Implementierung des 3D-Modells und die Simulation des Blutes lediglich geringe Mängel aufwiesen, wurden die Simulationen des Gewebes und des Materialabtrags den Anforderungen nicht gerecht. Dennoch ist eine Entwicklung des VR-Simulators in Unity vorstellbar. Im zweiten Teil der Arbeit wird eine Evaluierungsstudie zur Feststellung des Lernerfolges und der Qualität eines VR-Trainingssimulators für Hüftoperationen geplant. Diese sollen mittels Fragebögen durch die Prädiktoren Immersion, Presence und Nutzererfahrung erfasst werden und durch die Analyse von Interaktionen mit Nutzervariablen unterschiedliche Nutzergruppen identifizieren.

In order to develop a virtual reality simulator (VR simulator) for implantation of an endoprosthesis of the hip joint, the game engine Unity is tested. Therefore, the implementation of a 3D model and the simulations of the blood, tissue and material removal of bone in Unity are examined. In the experiments, a 3D model of the hip was modeled as well as tested and different plugins for the performance of the simulation were tested, too. Concerning the implementation of the 3D model and the simulation of the

blood merely minor defects were detected. On the other hand, the simulation of the tissue and the material removal of the bones did not meet requirements. Nevertheless, a development of the VR simulator in Unity is conceivable. In the second part, an evaluation study to determine the learning success and the quality of a VR training simulator for the insertion of endoprosthesis of the hip is planned. These are to be detected by means of questionnaires by the use of the predictors immersion, presence and user experience and different user groups are to be identified by analyzing interactions with user variables.

# Inhaltsverzeichnis

Beschreibung der Bachelorarbeit .....	I
Kurzreferat.....	I
Abkürzungsverzeichnis .....	VI
Abbildungsverzeichnis .....	VII
Tabellenverzeichnis .....	IX
Anlagenverzeichnis.....	IX
1 Einleitung.....	1
1.1 Motivation .....	1
1.2 Forschungsfragen.....	2
1.3 Struktur der Arbeit.....	3
2 Stand der Technik.....	5
2.1 Virtual Continuum .....	5
2.2 Technische Aspekte der Virtuellen Realität.....	7
2.2.1 Interaktion in der Virtual Reality .....	7
2.2.2 Stereoskopie in der VR-Technik .....	7
2.2.3 VR-Visualisierungssysteme .....	10
2.2.4 Tracking-Methoden.....	12
2.3 VR-Simulatoren im chirurgischen Training.....	14
2.3.1 Voraussetzungen für einen chirurgischen VR-Trainingssimulator .....	15
2.3.2 Prinzipielle Schritte einer Hüftoperation .....	16
2.4 Die Game-Engine Unity .....	19
2.4.1 Funktionsweise.....	19
2.4.2 Unity Render.....	20
2.4.3 3D-Modelle in Unity .....	20
2.5 Variablen zur Evaluierung von VR-Anwendungen .....	20

2.5.1	Immersion und Presence .....	20
2.5.2	Nutzererfahrung.....	21
3	Simulationen in Unity .....	23
3.1	Methoden .....	23
3.1.1	Technische Plattform .....	23
3.1.2	Implementierung eines 3D-Modells in Unity .....	23
3.1.3	Materialabtrag.....	26
3.1.4	Blutsimulation .....	29
3.1.5	Gewebedeformationen .....	32
3.2	Versuchsdurchführung und Ergebnisse .....	37
3.2.1	Ergebnisse 3D-Modell .....	37
3.2.2	Ergebnisse Materialabtrag.....	38
3.2.3	Ergebnisse Blutsimulation.....	40
3.2.4	Ergebnisse Gewebedeformationen.....	41
3.3	Diskussion .....	45
3.3.1	3D-Modell .....	45
3.3.2	Materialabtrag.....	46
3.3.3	Blutsimulation .....	48
3.3.4	Gewebedeformationen .....	50
3.3.5	Gesamteinschätzung von Unity .....	52
4	Planung einer Evaluationsstudie für einen VR-Hüftoperationssimulator .....	54
4.1	Methode .....	54
4.1.1	Hypothesen und Anforderungen .....	54
4.1.2	Versuchsplan.....	55
4.1.3	Methodische Anwendung .....	56
4.2	Auswertung.....	62

4.2.1	Auswertung der Studie 1 .....	62
4.2.2	Auswertung der Studie 2 .....	63
4.3	Diskussion .....	66
5	Ausblick .....	68
6	Literaturverzeichnis.....	69
Anlagen	.....	75
Hypothesen	.....	85