



Optimierung der Schaftkomponente von Kurzschaftendoprothesen mittels Finite-Elemente-Analyse

EEE 2016

30. Juni 2016

*Claudia Kleinschrodt, Hans-Georg Simank,
Bettina Alber-Laukant, Frank Rieg*



„Das Geheimnis des Vorwärtkommens besteht darin, den ersten Schritt zu tun.“

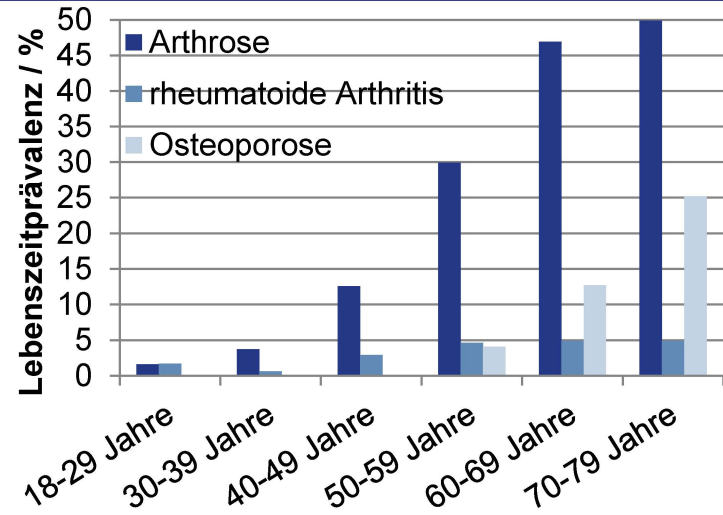
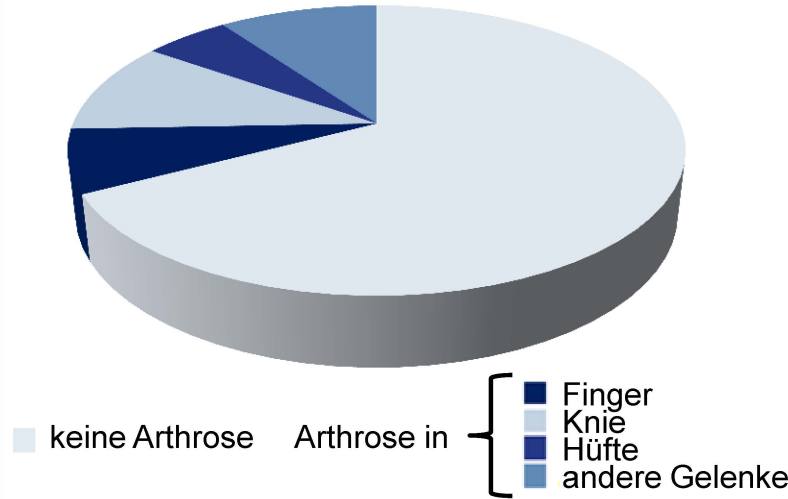
Mark Twain, US-amerikanischer Schriftsteller, 1835 – 1910

Medizinische Grundlagen

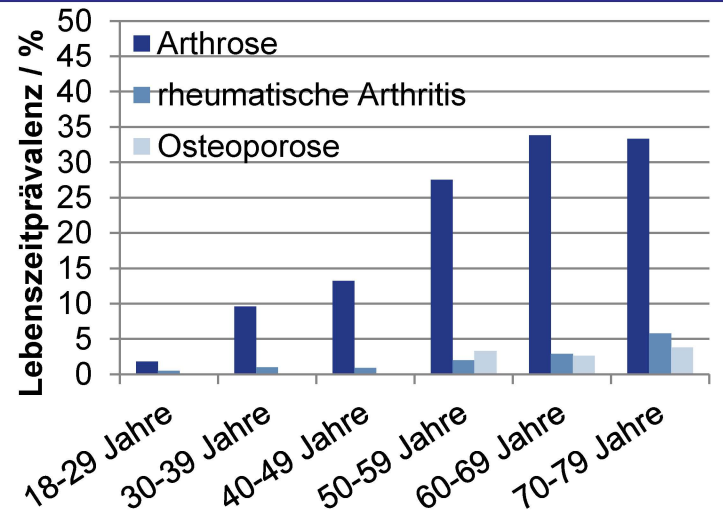
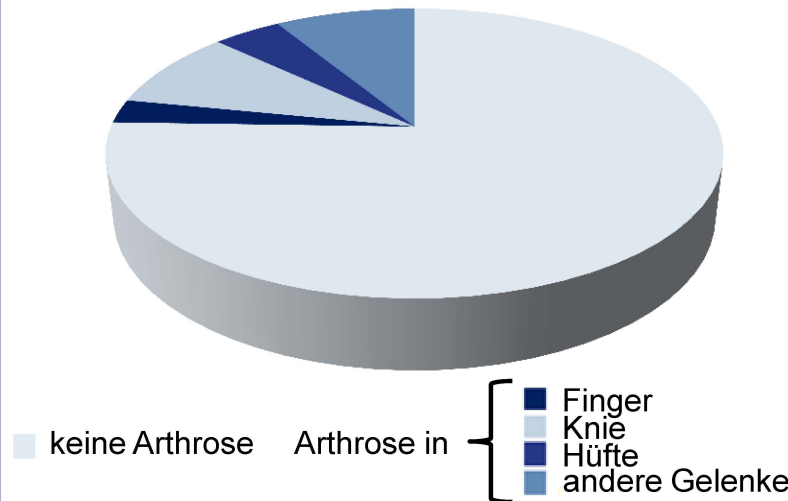
Arthrose - die häufigste aller Gelenkerkrankungen

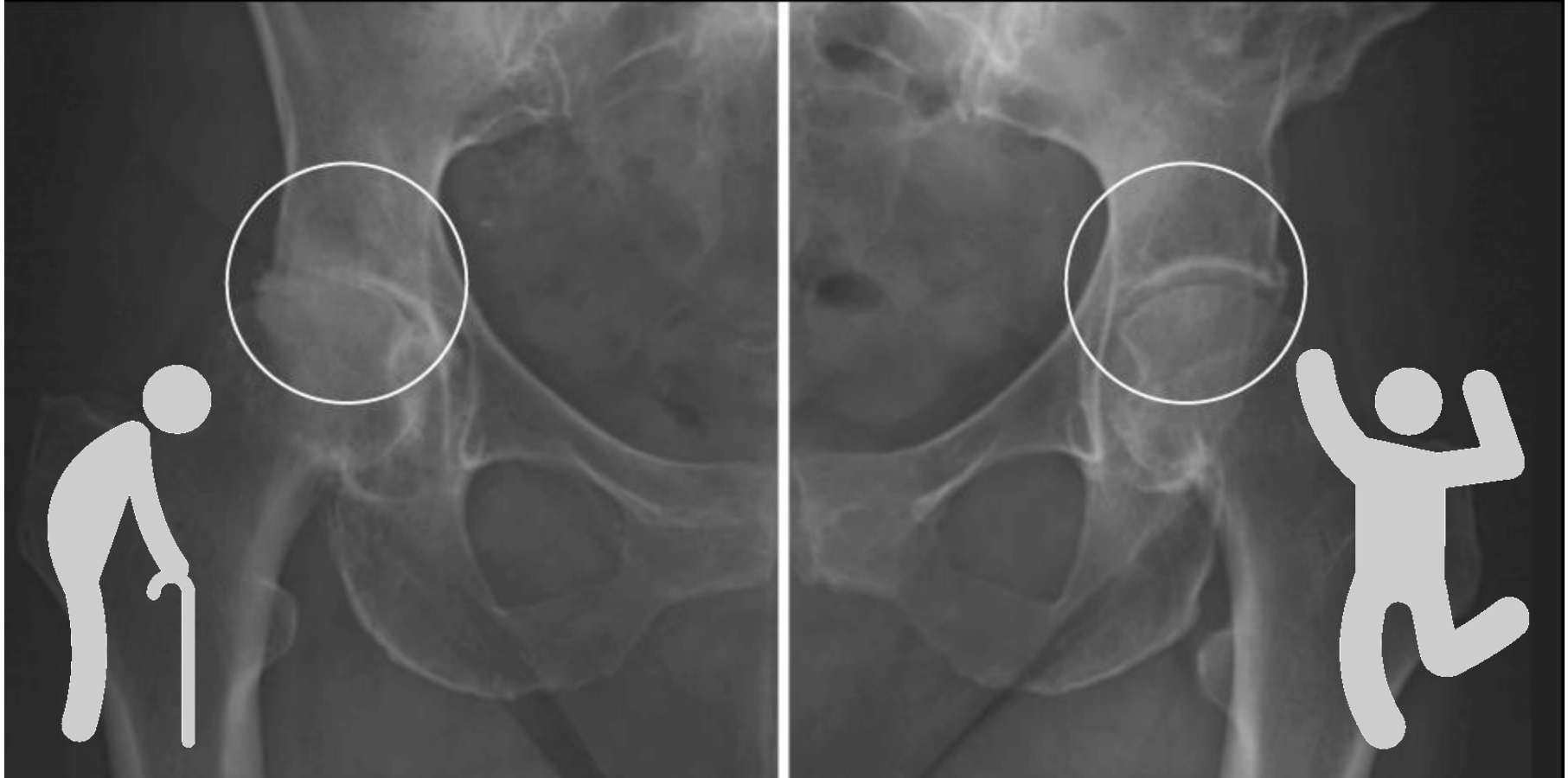


Frauen



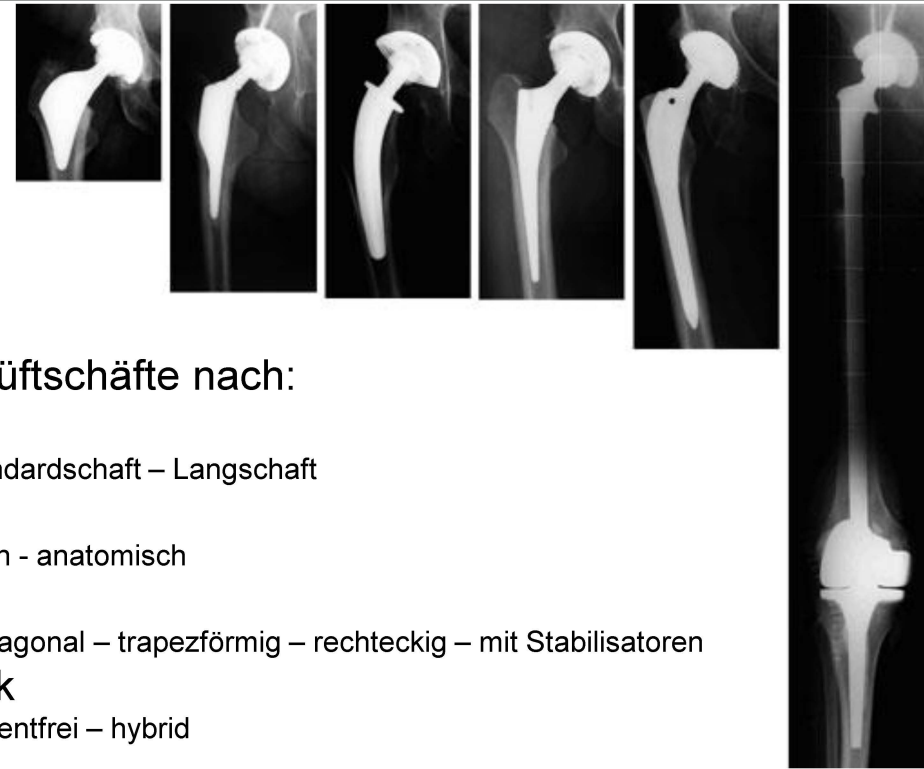
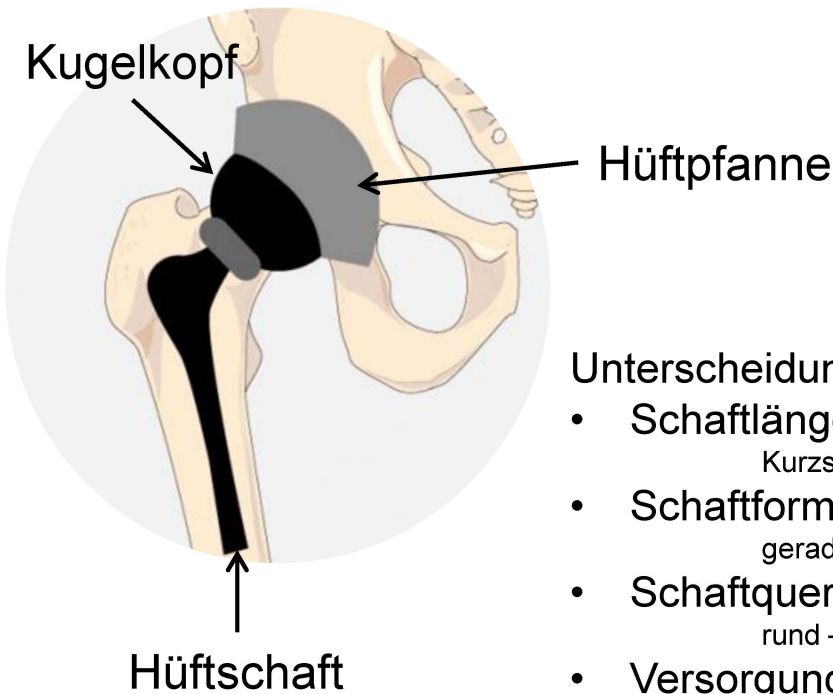
Männer





Medizinische Grundlagen

Hüft-TEP: Totale Endoprothese der Hüfte



Unterscheidung der Hüftschäfte nach:

- **Schafftlänge**
Kurzschafft – Standardschafft – Langschafft
- **Schafftform**
gerade – gebogen – anatomisch
- **Schafftquerschnitt**
rund – oval – hexagonal – trapezförmig – rechteckig – mit Stabilisatoren
- **Versorgungstechnik**
zementiert – zementfrei – hybrid
- **Resektionsebenen**
schenkelhalserhaltend – schenkelhalsteilerhaltend – schenkelhalsresezierend
- **Modularität**
Monoblock – modular
- **Verankerung**
proximal – metaphysär – meta-diaphysär – diaphysär
- **Material**
Ti 6Al 4V – Ti 6Al 7Nb – Cobalt-Chrom – Strukturierung



Definition

Bezüglich Design, Verankerungsprinzip, Resektionshöhe des Schenkelhalses, Einstellung des Offsets und der Anteversion bestehen erhebliche Unterschiede zwischen den „Kurzschafthprothesen“. Eine einheitliche Definition ist daher nicht möglich.

Oft genannte Vorteile

- Knochensparend
- Weichteilschonend
- Schnellere Remobilisation
- Einfachere Revision
- Bessere Nachbildung der Physiologie

Indikation

- Geringes Alter
- Hohe Aktivität
- Gute Knochenqualität
- Stark abhängig von Anatomie



Jerosch 2013

6

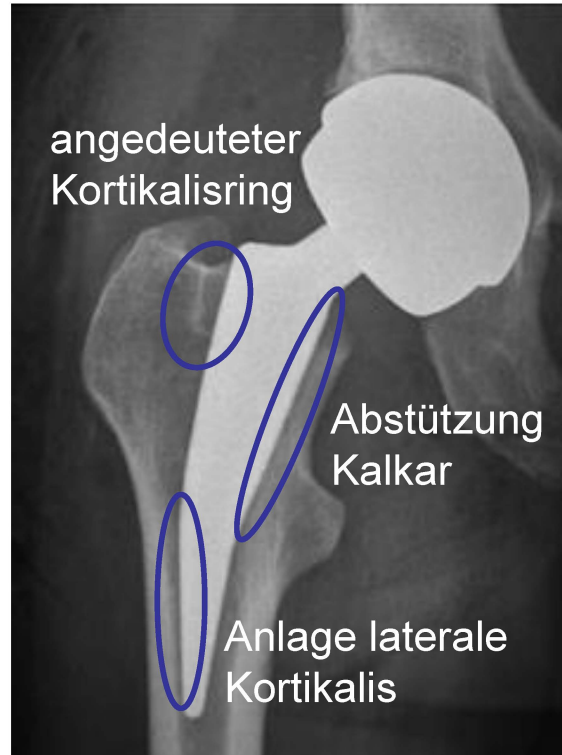


Original-Prothese

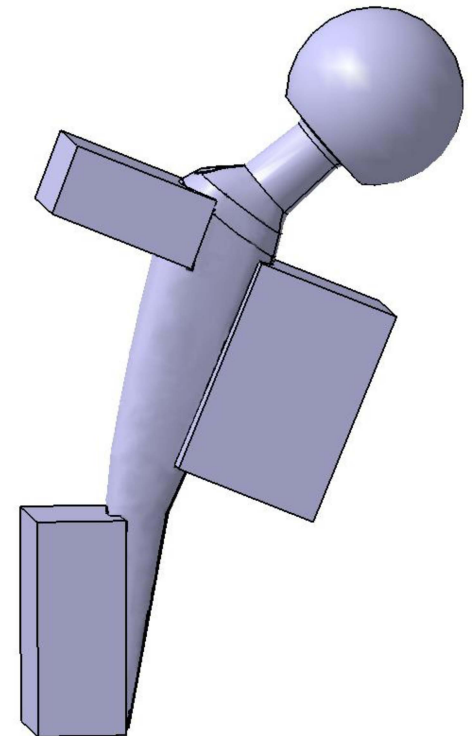


AIDA® Kurzschaft
(implantcast GmbH)
Größe: 3
CCD-Winkel: 130°
Material: TiAl₆V₄
mit Titan-Hydroxylapatit-B.

Verankerungsprinzip

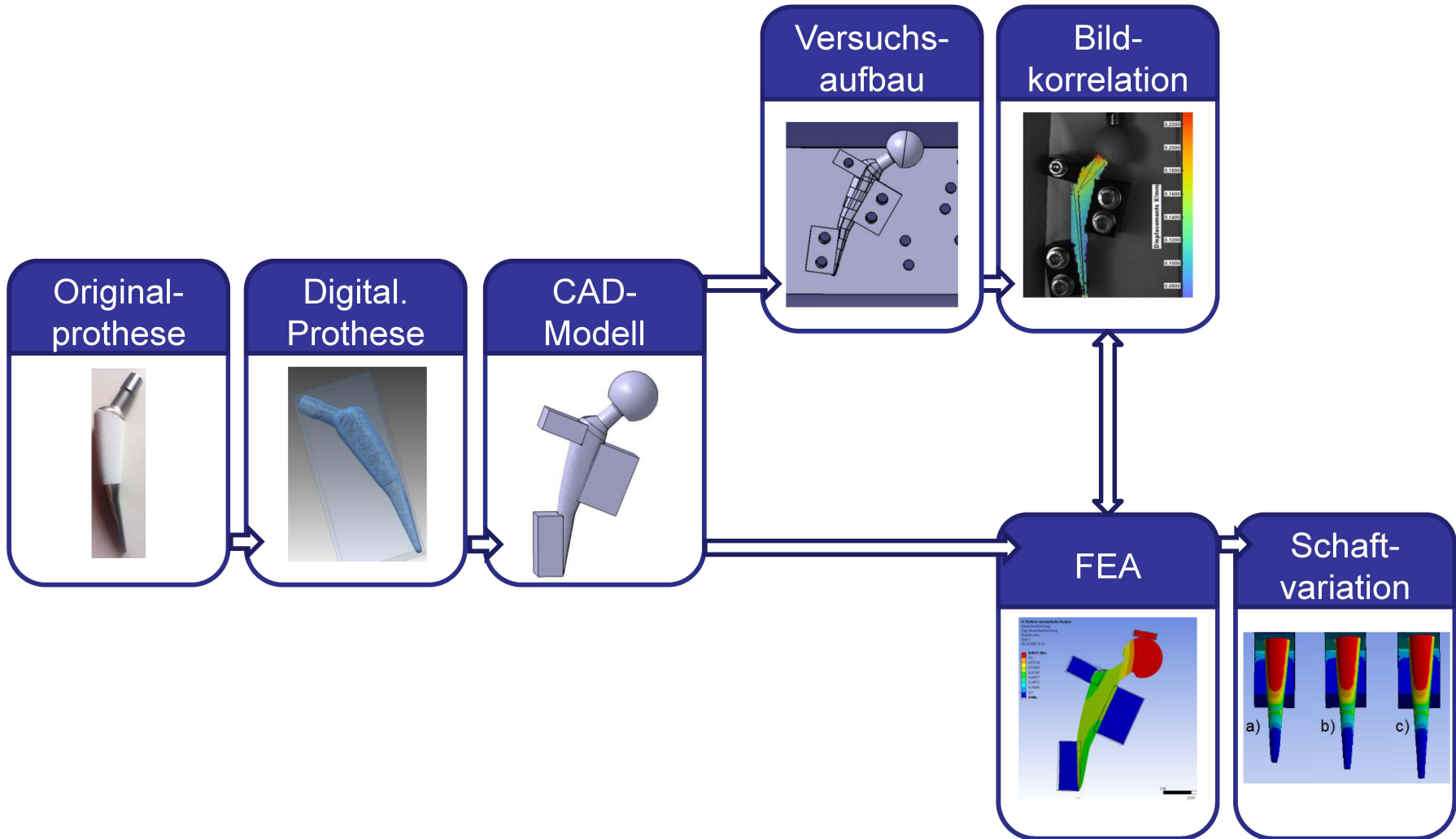


CAD-Modell



Vorgehen

Überblick



Validierung der FEA durch praktische Versuche



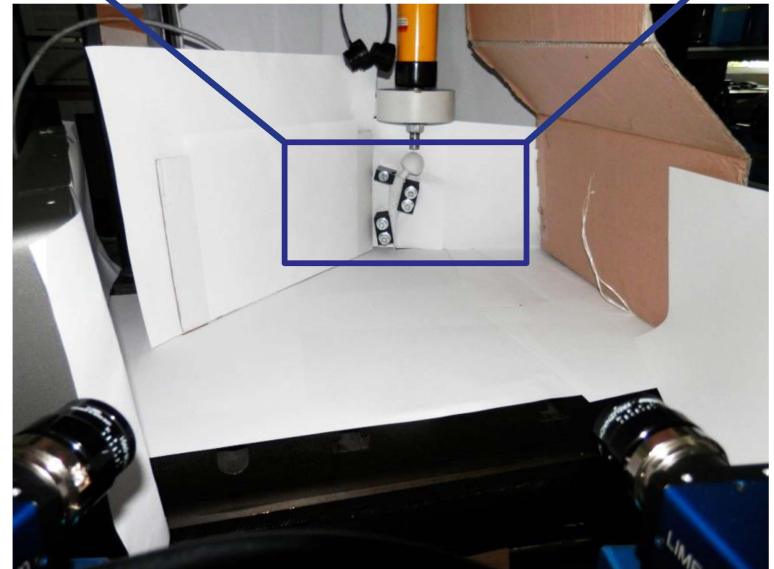
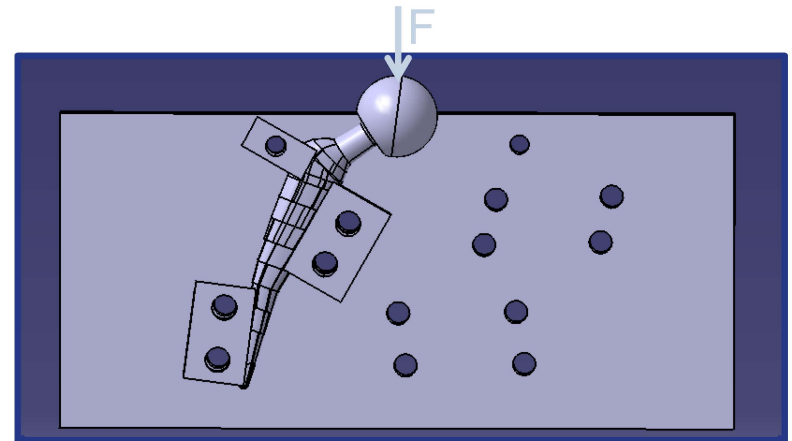
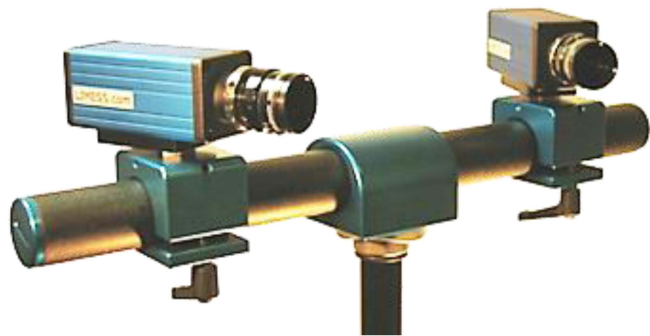
Praktische Versuche mittels Bildkorrelation

Exemplarischer Belastungsfall

Stolpern

Kraft: 4681N

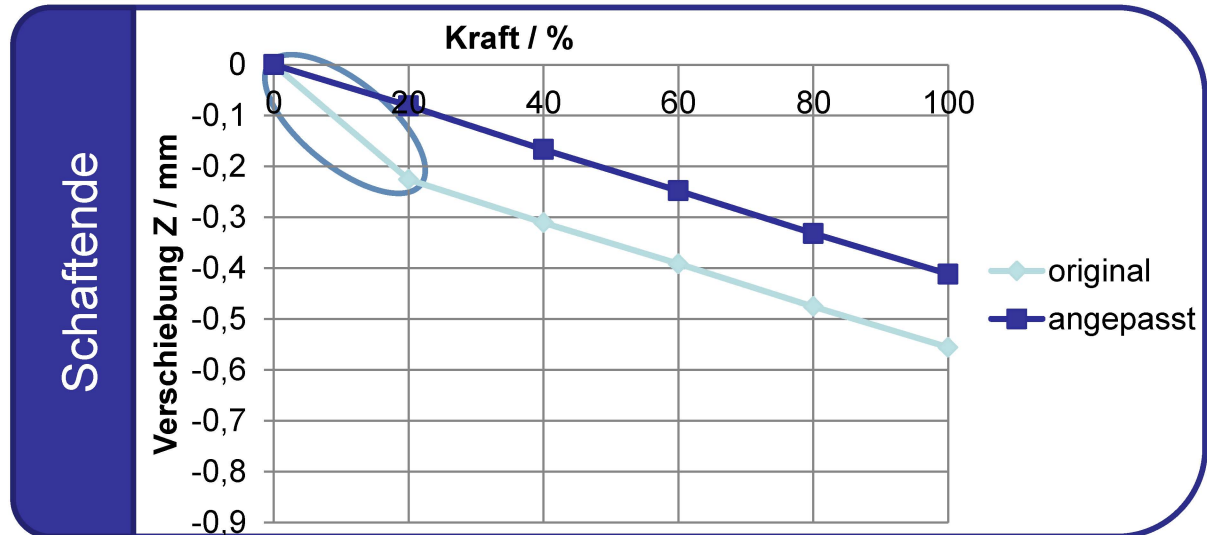
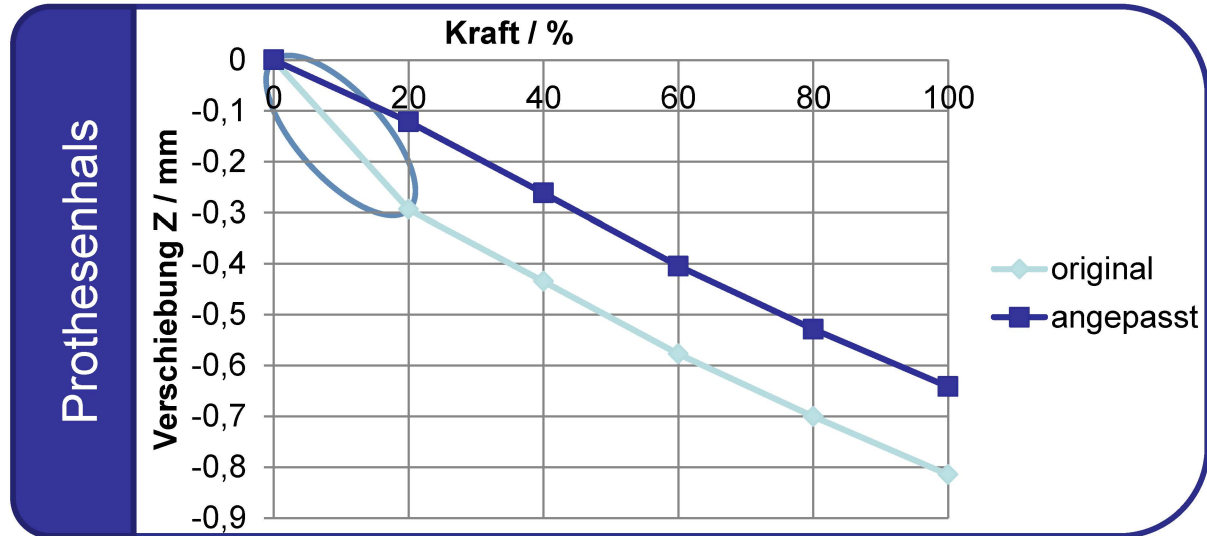
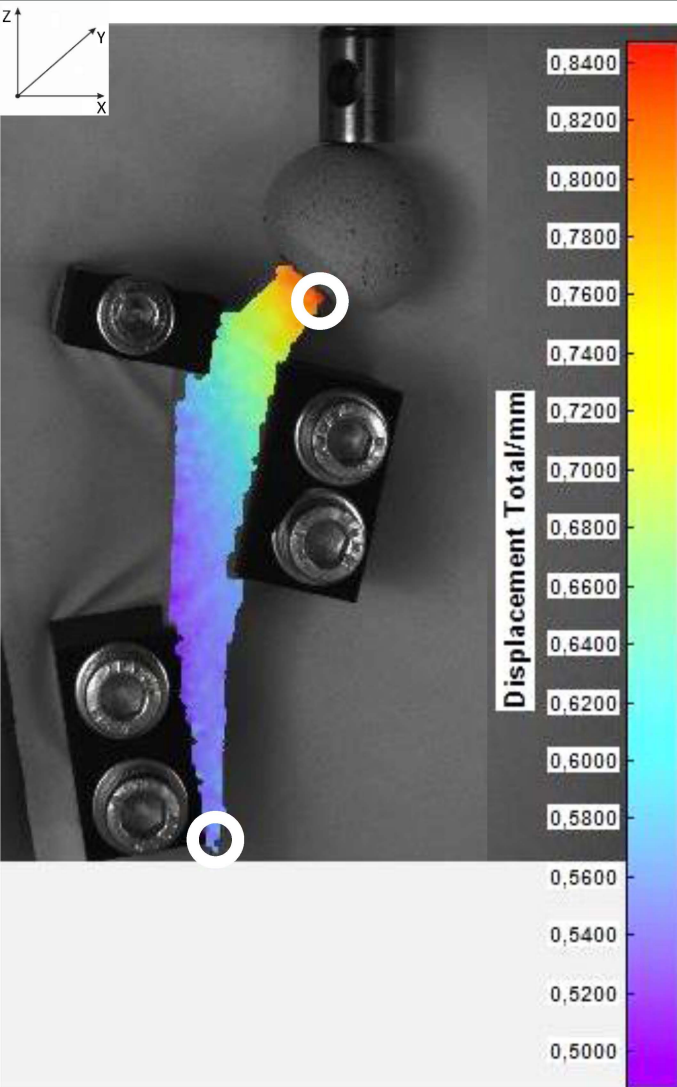
Neigungswinkel: $9,0^\circ$



Validierung der FEA durch praktische Versuche



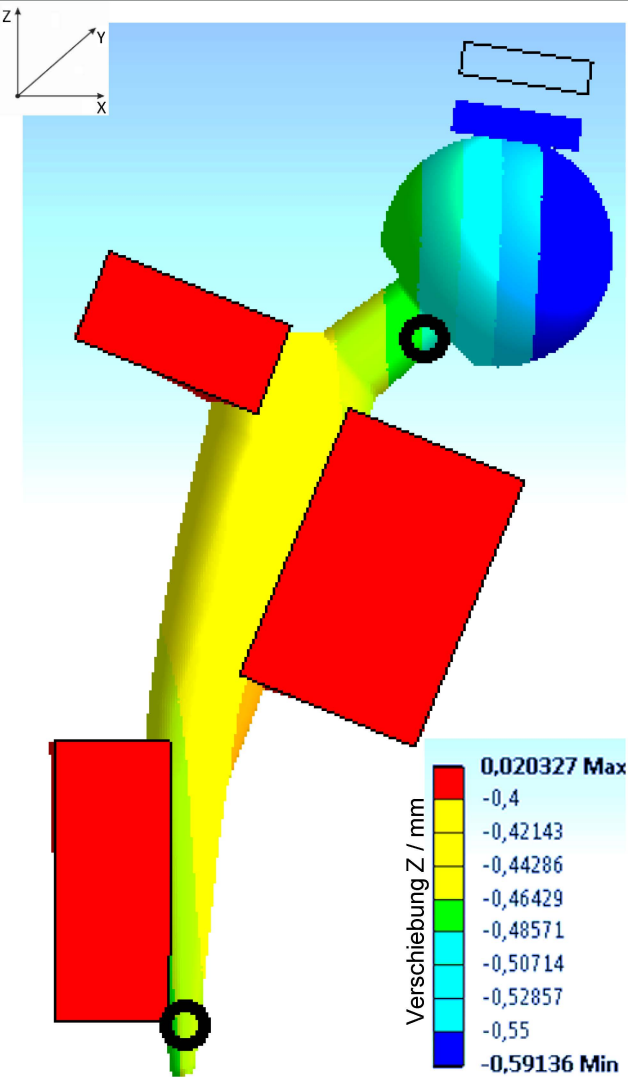
Praktische Versuche mittels Bildkorrelation



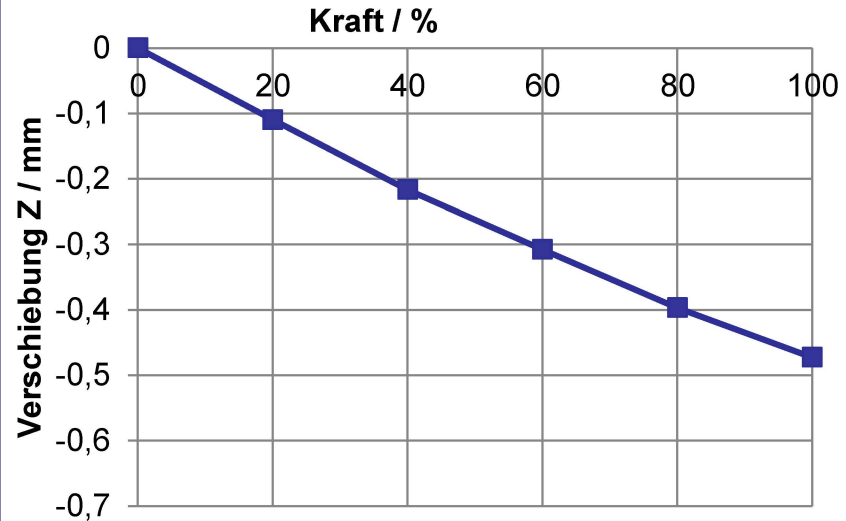
Validierung der FEA durch praktische Versuche



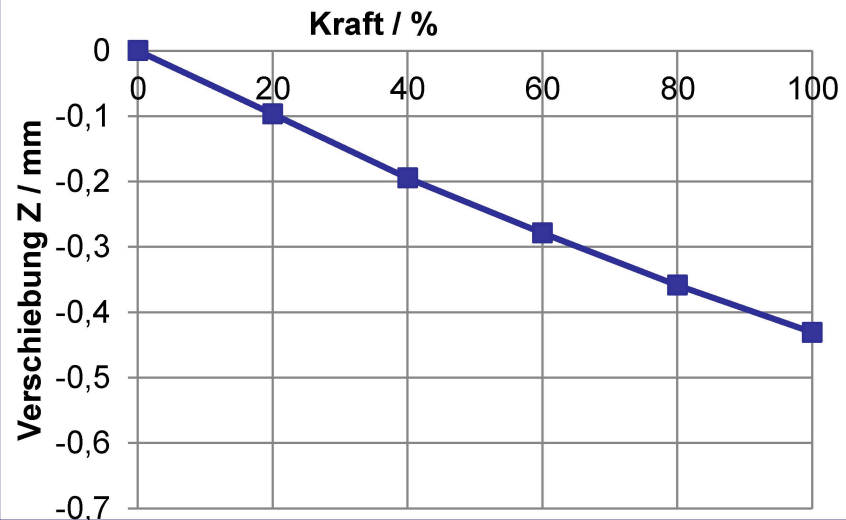
Ergebnisse der Finite-Elemente-Analyse



Prothesenhals



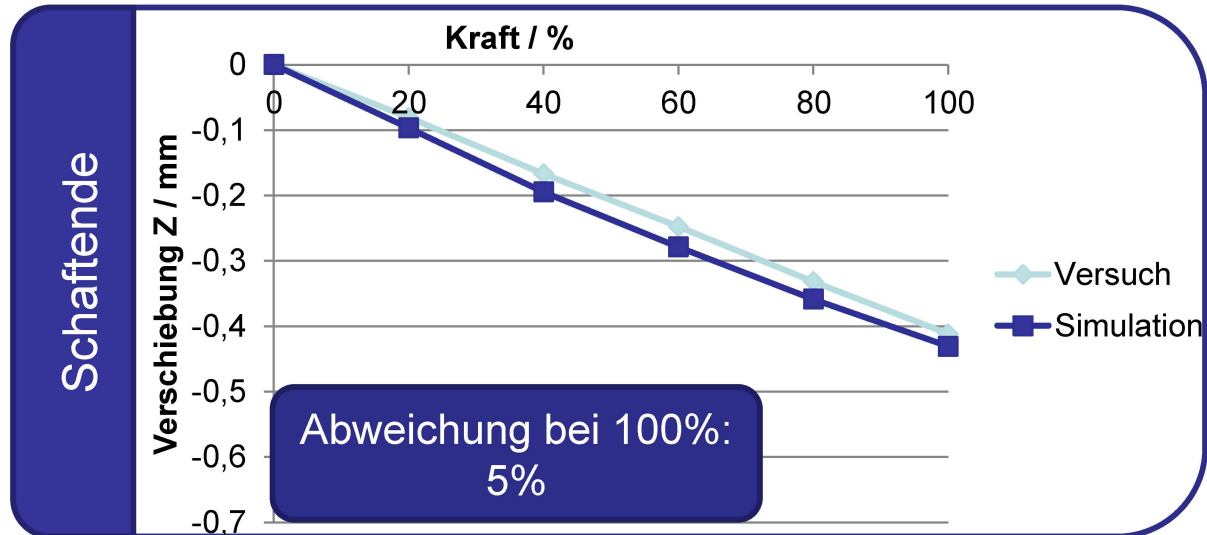
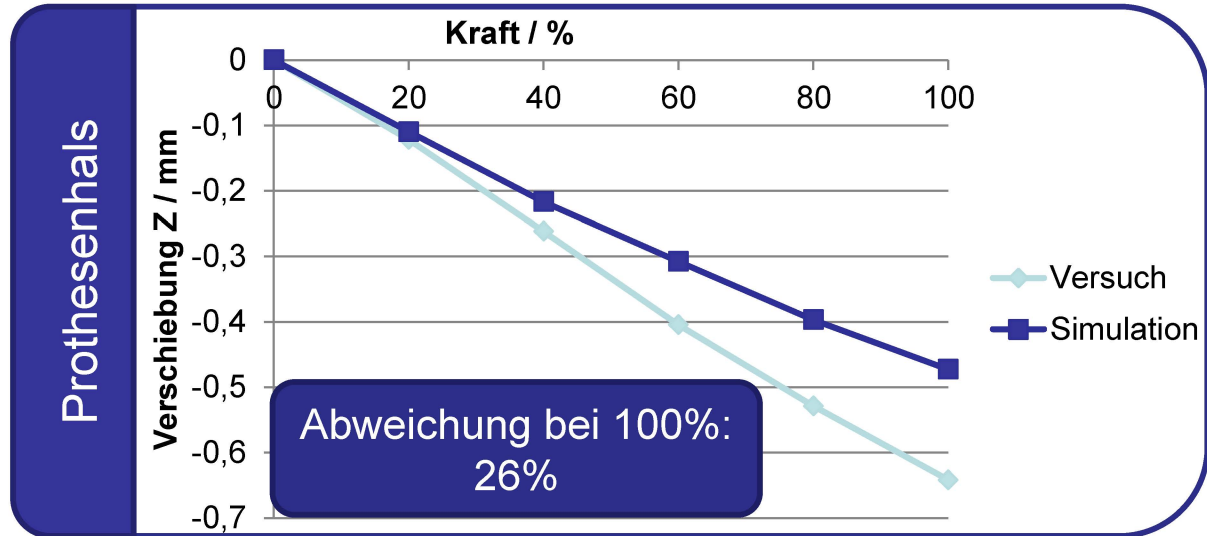
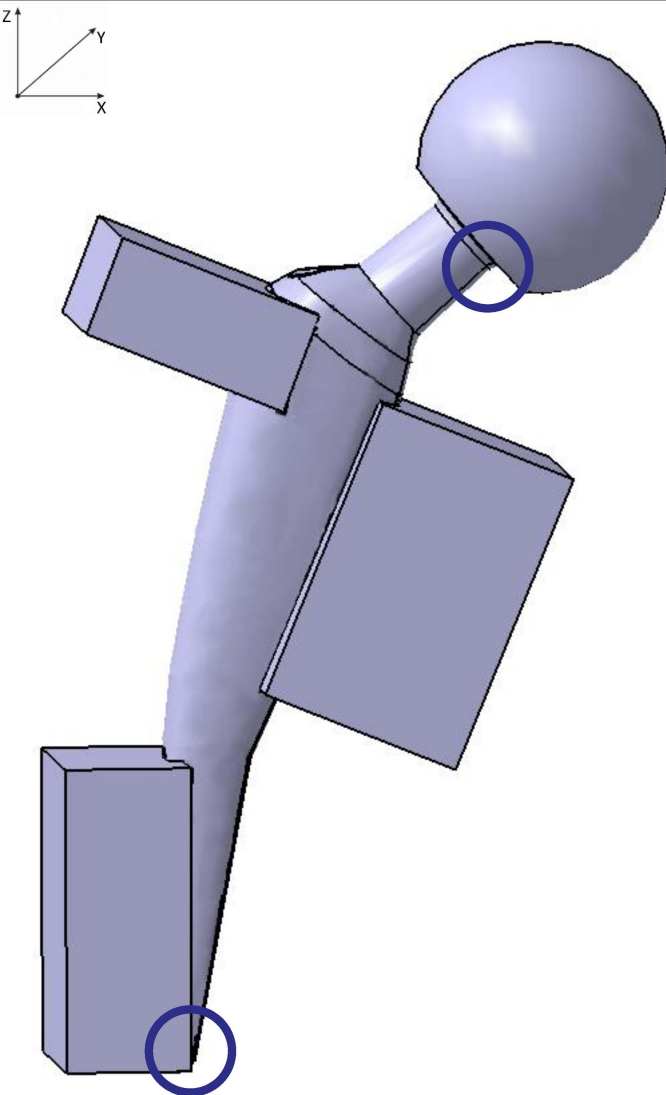
Schaftende



Validierung der FEA durch praktische Versuche



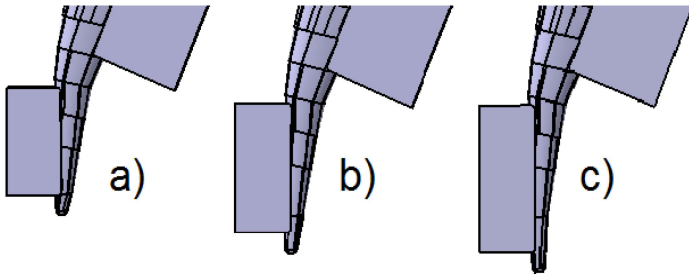
Vergleich





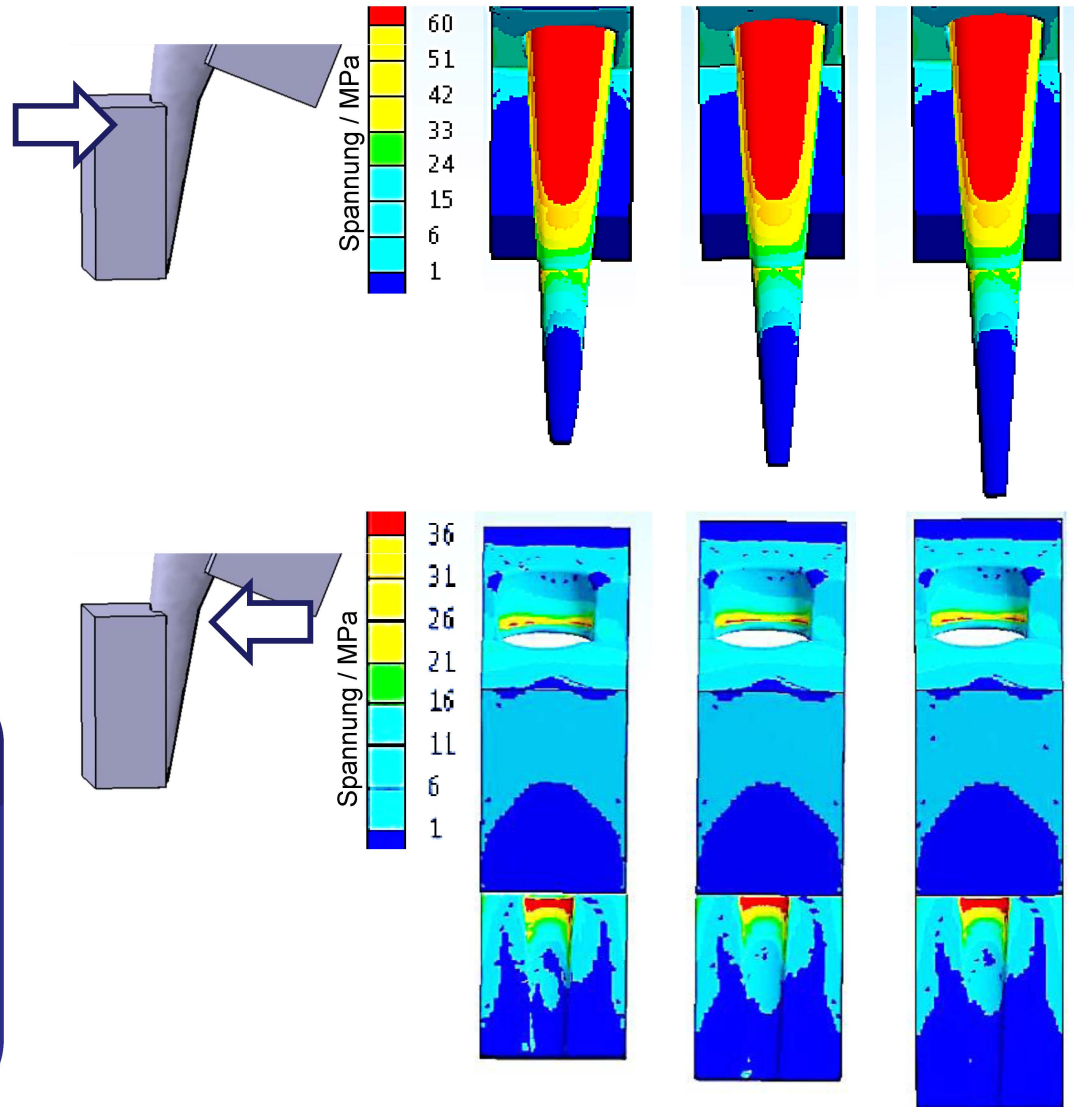
Schaftvariation

- a) Schaftkürzung um 5 mm
- b) Ursprungsschaftlänge
- c) Schaftverlängerung um 5 mm



Fazit

- Keine Beeinflussung des Verschiebungsverhaltens
- Kein resultierendes Kippen
- Kraftübertragung lediglich im oberen Anlagebereich

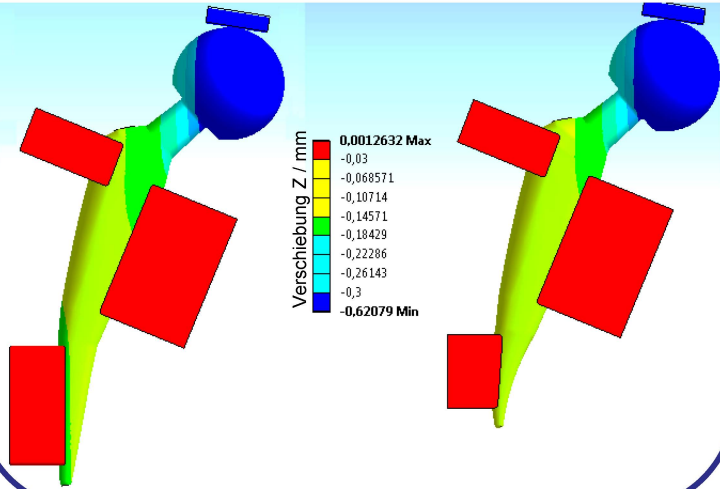


Variation der Schaftlänge

Verkürzung des Schafts auf angepasste Länge

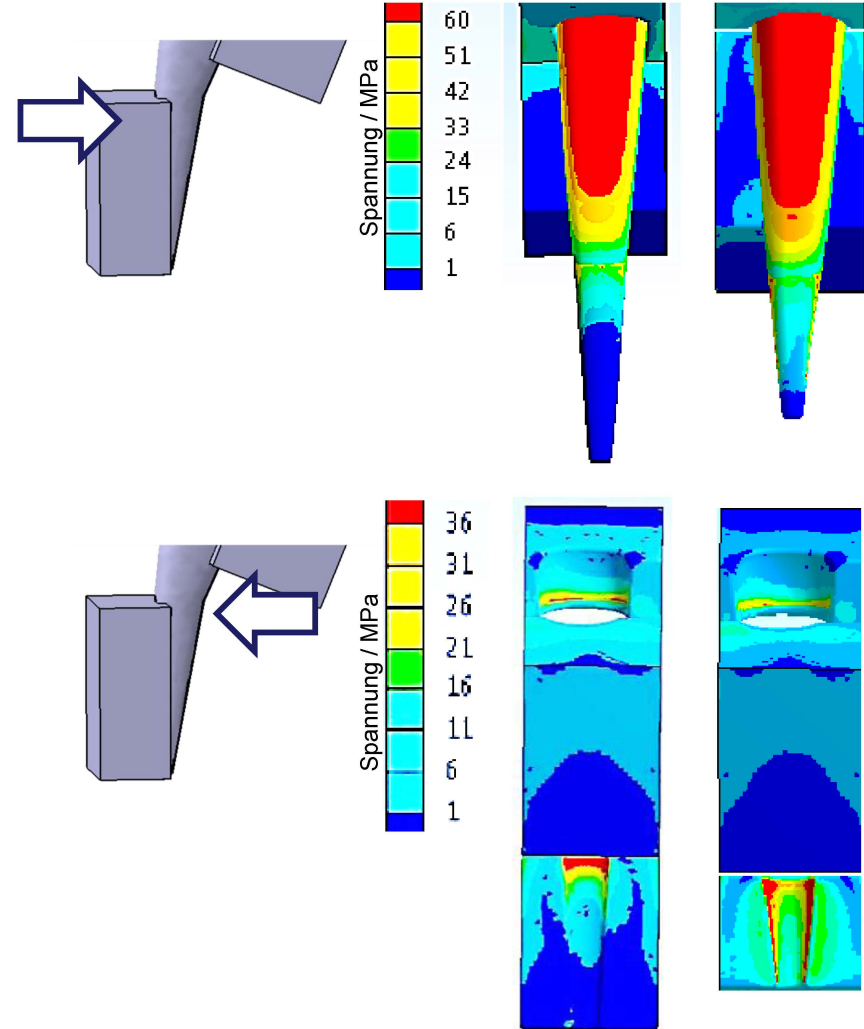


Verkürzung des Schafts um unbelasteten Teil



Fazit

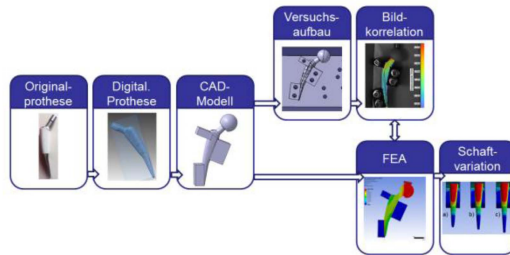
- Keine Veränderung des Spannungsverhaltens in der Prothese
- Gleichmäßigere Einleitung in den Knochen



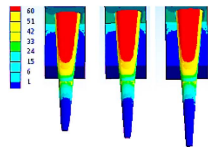


Zusammenfassung

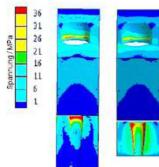
- Workflow zur Untersuchung von Kurzschaftprothesen



- kein Einfluss der Schaftlänge auf Spannungsverhalten in der Prothese



- Einfluss der Schaftlänge auf Spannungsverhalten im Knochen



Ausblick

- Optimierung des Versuchsaufbaus
- Detailliertere Modellbildung
- Betrachtung weiterer Lastfälle
- Berücksichtigung weiterer medizinischer Aspekte (Nachbildung der Physiologie, Individualität des Patienten, Operationstechnik etc.)
- Untersuchung weiterer Parameter von Kurzschaftprothesen
- ...



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Dipl.-Ing. Claudia Kleinschrodt
Wissenschaftliche Mitarbeiterin

Tel.: +49 (0) 921 55 7182

Fax: +49 (0) 921 55 7195

E-Mail: claudia.kleinschrodt@uni-bayreuth.de

Konstruktionslehre und CAD

Prof. Dr.-Ing. Frank Rieg

Universität Bayreuth

Universitätsstr. 30, 95447 Bayreuth

www.lscad.de

www.z88.de



- Damm, P., Kutzner, I. 2005: Orthoload, Loading of Orthopaedic Implants. <http://www.orthoload.com/database>, 16.3.2016
- Ender, S., Macher, A, Hubbe, J., Pap, G., Neumann, H. 2007: Mittelfristige Ergebnisse der zementfreien Schenkelhals-Endoprothese Typ CUT. In: Der Orthopäde, 4, 477–483
- Fallpauschalenbezogene Krankenhausstatistik (DRG-Statistik) 2015: Diagnosen und Prozeduren der vollstationären Patientinnen und Patienten in Krankenhäusern, Bonn: Statistisches Bundesamt
- Fuchs, J., Rabenberg, M. & Scheidt-Nave, C. 2013, Prävalenz ausgewählter muskuloskelettaler Erkrankungen. In: Bundesgesundheitsblatt 2013, 56, 678-686, Berlin: Springer Verlag
- Fröber, R. 2002: Funktionelle Anatomie des proximalen Femur. In: OP-Journal, 17, 86–90, Stuttgart: Georg Thieme Verlag
- Fratzl, P. 2002: Von Knochen, Holz und Zähnen. In: Physik Journal, 1 (5), 49-55
- implantcast GmbH 2015, Produktübersicht Hüftsyste.me. Buxtehude
- Jerosch, J., Heisel, J. & Imhoff, A. B. (Hrsg.) 2005: Fortbildung Orthopädie Traumatologie, Bd. 11: Hüfte, Darmstadt: Steinkopff
- Jerosch, J. 2011: Ist kürzer wirklich besser? In: Der Orthopäde, 40 (12) 1075–1083, Berlin: Springer
- Jerosch, J. 2012: Kurzschaft ist nicht gleich Kurzschaft – Eine Klassifikation der Kurzschaftprothesen. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag
- Jerosch, J. 2013, Kurzschaftendoprothesen, Wo liegen die Unterschiede. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag
- Kirschner, P. 2005: Hüftendoprothetik. In: Der Chirurg, 76 (1), 95-104
- LIMESS Messtechnik und Software GmbH 2016: DIC – Bildkorrelation. <http://www.limess.com/de/produkte/bildkorrelation>, 16.3.2016
- Rahimi, A. 2013, Numerische Simulation von Knochenumbauvorgängen um zahnärztliche Implantate mit der Finite-Elemente-Methode. Bonn: Universitäts- und Landesbibliothek Bonn
- Richard, H. A. & Kullmer, G. (2013): Biomechanik. Wiesbaden: Springer Verlag
- Schneider, M. (Hrsg) 2016a: Endoprothesen – künstliche Gelenke oder Gelenkersatz. <http://www.leading-medicine-guide.de/Medizinische-Fachartikel/Endoprothesen-kuenstliche-Gelenke-oder-Gelenkersatz>, 16.3.2016
- Schneider, M. (Hrsg) 2016b: Hüftrevision. <http://www.operation-endoprothetik.de/huefte/hueftrevision/>, 16.3.2016
- Schönau, E. 2005: Gesunde Knochen: Muskeln bringen´s. In: UGB-FORUM, 4, 166-169.
- Weghorn, P. 2016: FE-basierte Analyse von Kurzschaftendoprothesen. Bayreuth.
- Winter, E. 2009: Entwicklung und aktueller Stand der Hüftendoprothetik. In: Wintermantel, E. (Hrsg.): Medizintechnik. Berlin: Springer.