Ergebnisse einer "pre-launch" Finite-Elemente-Analyse eines neuen H-TEP Kurzschaftsystems mit zwei Schafttypen zur optimierten Lasteinleitung

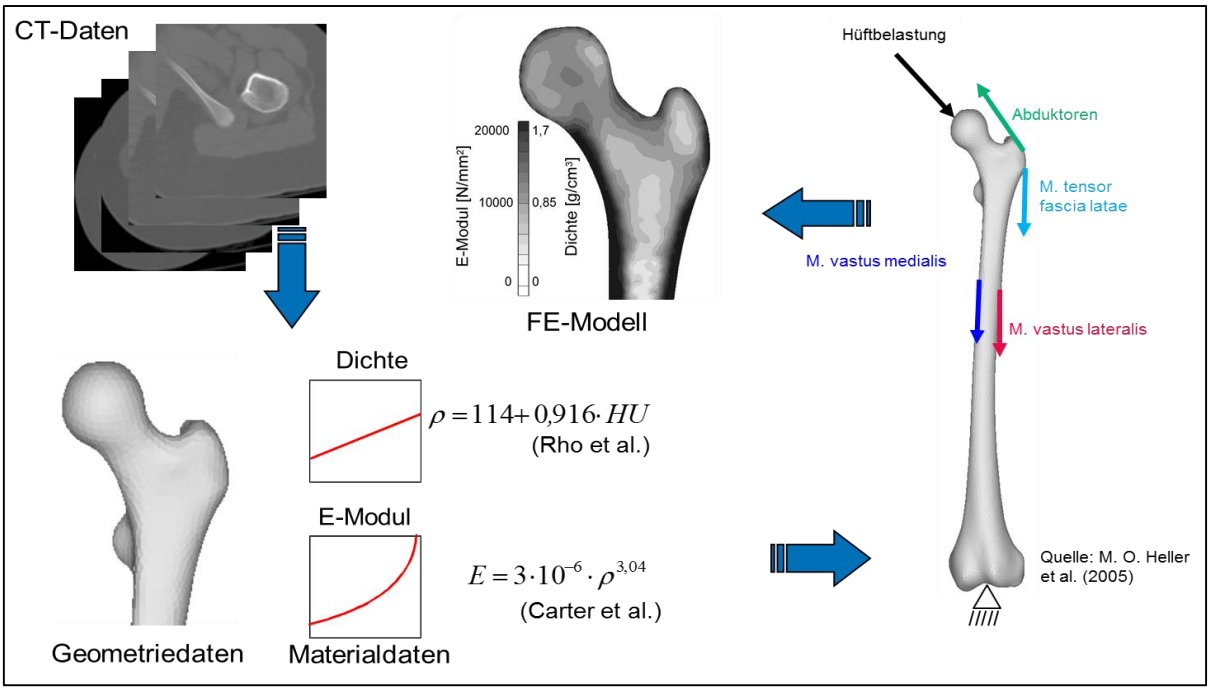
Whitepaper aus der numerisch präklinischen Evaluation des A2® Kurzschaftes von M.Lerch[1]

Einleitung:

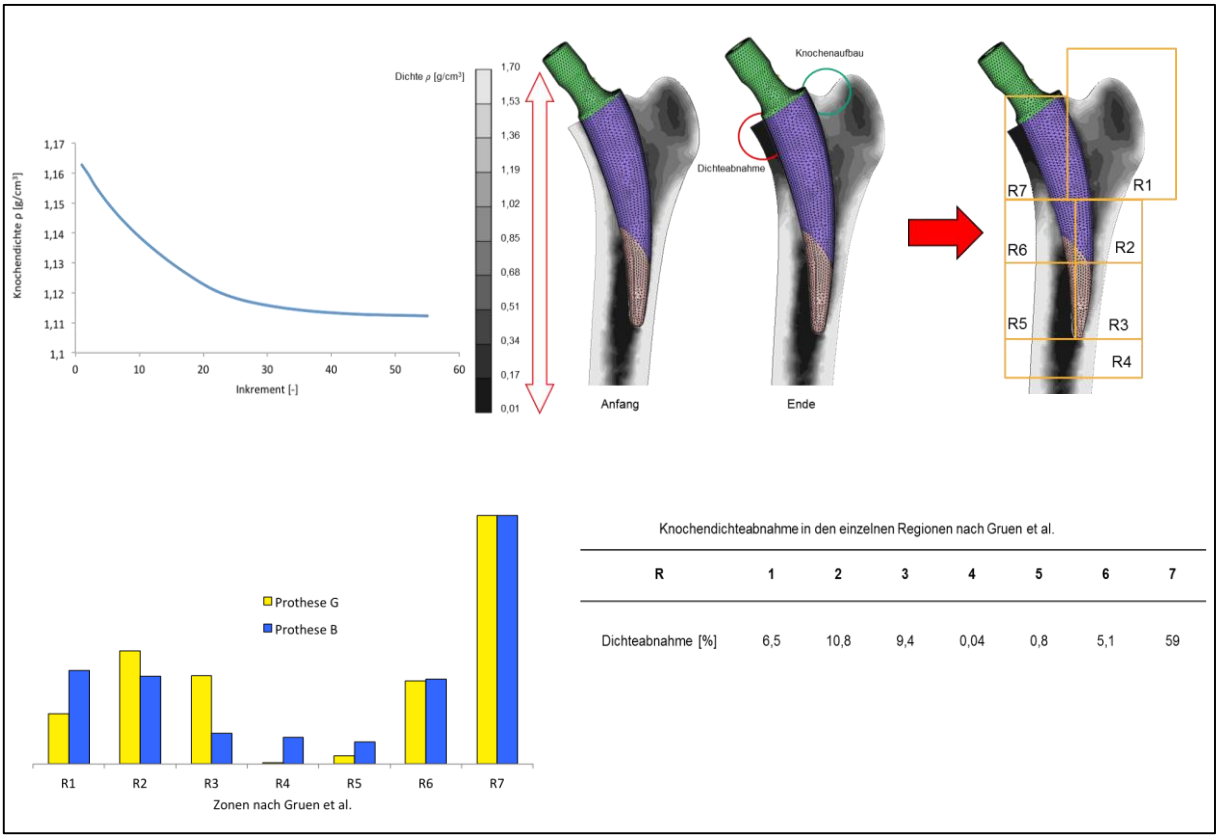
Um die Eignung eines neuen Prothesendesigns hinsichtlich Spanungsverteilung und daraus resultierender Veränderungen im Knochenumbau zu detektieren, können Implantate und deren Wirkung vor Markteinführung numerisch simuliert werden. Die gewonnen Daten führen zu mehr Transparenz und einer Reduktion des Risikos, ohne Patienten belasten zu müssen. Bei der vorliegenden Studie erfolgte dies bei einem hinsichtlich des Offset/CCD-Winkel und der Anpassungsfähigkeit an die Calcarauflagefläche und laterale Abstützung optimierten Prothesensystems. Das Designkonzept beinhaltet zwei verschiedene Grundkörper (Typ G und Typ B), welche Unterschiede im Halswinkel, an der Calcarauflage und im Winkel der Prothesenspitze aufweisen. Ziel der Studie ist die Detektion möglicher unerwünschter Effekte auf den periprothetischen Knochenumbau bzw. festzustellen, ob die errechnete Knochendichtereduktion im tolerablen Rahmen liegt.

Material und Methode:

Mit einem FE-Modell, welches vom IFUM der Leibniz Universität Hannover speziell zur Analyse von Kurzschaftprothesen erstellt und per prospektiver DEXA -Studie validiert wurde[2], erfolgte die Simulation von Knochenumbauprozessen der zwei Prothesentypen. Das Modell berücksichtigt den gesamten Gangzyklus und erfasst qualitative und quantitative Veränderungen der periprothetischen Knochendichte. Trotz der differenten Geometrien der beiden Prothesentypen erfolgte die virtuelle Implantation anhand der Implantationsempfehlungen in ein physiologisches Standardfemur, um die unterschiedlichen Knochenreaktionen abbilden zu können.



Ergebnisse:
Nach Erfüllung der Konvergenzkriterien wurde eine Gesamtdichtereduktion von 4,3% errechnet. Eine betonte Dichtereduktion wurde bei beiden Prothesen (Typ B und Typ G) im weit proximalen Calcarbereich simuliert. Bei beiden Typen wurde eine physiologische Lastverteilung ohne relevanten Lasttransfer nach distal gesehen. Eine umschriebene Dichteerhöhung am lateralen kortikalen Ring war in beiden Typen ausgeprägt. Das Modell zeigte Reaktionen auf die dezenten Designunterschiede in den analysierten Zonen nach Gruen.



Knochendichteabnahme in den einzelnen Regionen nach Gruen et al.

R	1	2	3	4	5	6	7
Dichteabnahme [%]	6,5	10,8	9,4	0,04	0,8	5,1	59

Zusammenfassung:
Mit dem Kurzschaftsystem A2® wurde erstmals eine Prothesendesign vor Markteinführung untersucht. Beide Prothesentypen weisen eine sehr geringe Gesamtdichtereduktion auf und zeigen somit einen knochensparenden Effekt. Es konnte kein unerwünschter Effekt wie distale Knochendichtererhöhung und fehlende proximale Abstützung gefunden werden. Die für Kurzschäfte wichtige Abstützung am lateralen kortikalen Ring kann als Indiz für eine Sicherheit vor einer valgischen Sinterung gewertet werden. Die Trochanterregion weist ebenfalls eine sehr geringe Dichteabnahme auf. Am distalen Beschichtungsende sind keine Abstützreaktionen erkennbar. In allen Zonen liegt die Knochendichteabnahme im tolerablen Rahmen.

[1]PD Dr. Matthias Lerch, Orthopädische Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover im Diakovere Annastift
[2]Lerch M, Kurtz A, Stukenborg-Colsman C, Nolte I, Weigel N, Bouguecha A, Behrens BA. Bone Remodeling after Total Hip Arthroplasty with a Short Stemmed Metaphyseal Loading Implant: Finite Element Analysis Validated by a Prospective DEXA Investigation. J Orthop Res. 2012 Nov;30(11):1822-9