

Statische Belastungsuntersuchung des 3D gedruckten Kniegelenks unter Berücksichtigung durchschnittlicher Körpermassenverteilung nach Bernstein

Static stress study of the 3D printed knee joint taking into account the average body mass distribution according to Bernstein

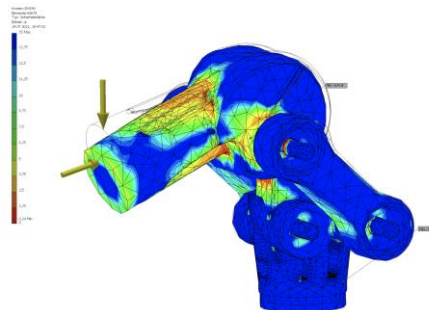
Von (by) Lars Thalm

Betreuer Dr. Nicole Lefort, TH / FB Werkstofftechnik & Materialwissenschaften
(supervisor) Prof. Dr. rer. nat. Michael Prange, TH / FB Vizepräsident für Forschung, Entwicklung und Transfer

Die Basis bildete eine 3D gedruckte Beinprothese, erstellt von der Organisation GiveMe5 aus Kolumbien, welche für Kinder bis 10 Jahre ausgelegt wurde. Die Thesis befasst sich mit dem verwendeten Kniegelenk, um von der Altersangabe auf Maße und Gewichte zu kommen, wurden diverse nationale und internationale Studien (WHO & RKI) herangezogen. Körpersegmente wurden über den Ansatz des griechischen Kanons bestimmt, den Segmenten konnten im Anschluss mit Hilfe der Biomechanik Studie von Bernstein prozentuale Massen zugewiesen werden, wodurch die ersten überschlägigen Kräfteberechnungen ermöglicht wurden. Bewegungsanalysen als Grundlage der beiden Knie-Endlagen führten in Kombination mit der Materialauswahl, welche auf nationale Gegebenheiten berücksichtigten, zu den ersten überschlägigen Spannungsberechnungen der Bauteile.

Folgende Labortest in den beiden Knie-Endlagen und bei zwei unterschiedlichen Temperaturen zeigten die Schwächen des Kniegelenks in der angewinkelten Stellung auf. Da das Gelenk in der Stellung versagte, wurde es entsprechend neu ausgelegt und in der FEM detailliert analysiert.

Die FEM berücksichtigte beide Materialausrichtungen (MD und TD), welche als unterschiedliche Materialien ausgelegt wurden. Weiter wurde jedes gebrochene Einzelteil der Bauteile Simulation unterzogen, gefolgt von der gesamten Baugruppen Simulation beider Knie-Endlagen, was zu vielversprechenden Ergebnissen führte.



FEM des angewinkelten Kniegelenks (FEM of the knee joint at angled position)

The foundation of this thesis was the 3D printed leg prosthesis, created by the organization GiveMe5 (Colombia), that was designed for children up to 10 years of age. The thesis focused on the used knee joint. Various national and international studies (WHO & RKI) created the relation from the age information to the persons height and weight. The body segments were determined using the Greek Canon approach, percentage masses could be assigned to the segments with the help of Bernstein's biomechanics study, all that enabled the first brief calculations of forces. Movement analyzes were forming the basis of the two knee end positions and had to be combined with the material selection, which took into account national conditions, that led to the first rough stress calculations for the components. The following laboratory tests deals with both knee end positions at two different temperatures, clearly showed the weaknesses of the knee joint in the bent position. Since the knee joint broke in its position, it was redesigned accordingly and analyzed in detail via FEM. The FEM took into account both material orientations (MD and TD), which were designed as different materials. Furthermore, every broken individual part was subject to the component simulation, followed by the entire assembly knee module of both knee end positions, which led to promising results.