

Patrick Alois Schiemann

Dr. med.

## **Verfahren zur dynamischen Belastung von Knochen und Knorpel**

Geboren am 15.04.1969 in 77652 Offenburg

Reifeprüfung am 10.05.1988 in 77694 Kehl

Studiengang der Fachrichtung Medizin vom WS 1994 bis SS 2001

Physikum am 04.04.1997 an der Universität Heidelberg

Klinisches Studium in Heidelberg

Praktisches Jahr in Heidelberg

3.Staatsexamen am 09.05.2001 an der Universität Heidelberg

Promotionsfach: Rechtsmedizin

Doktorvater: Prof. Dr. rer. nat. D. Kallieris

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein Verfahren entwickelt, welches es gestattet, organische Strukturen unter dynamischen Gesichtspunkten auf ihre Materialeigenschaften zu testen.

Hierzu wurde der Mini-Impaktor entwickelt, konstruiert und gefertigt.

Im Rahmen des H.U.M.O.S.-Projektes wurden mit diesem Verfahren organische Materialproben von vollständigen Rippen und Claviculae, sowie Segmenten von Rippen, Rippenknorpel, Claviculae und Sternum dynamisch auf Materialeigenschaften getestet.

Zum Vergleich wurden alle Versuche auch quasistatisch überprüft. Hierzu stand eine Zug-Druck-Prüfmaschine zur Verfügung.

Es wurden bisher über 400 Versuche durchgeführt.

Folgende Versuche wurden quasistatisch und dynamisch (in Klammern) in einem Geschwindigkeitsbereich von 2,5 mm/min bis 6m/s durchgeführt:

3-Punkt-Biegebelastung Rippe (E-Modul im Mittelwert 11,5 GPa (10,8GPa), maximale Spannung 250 MPa (109,8MPa)),

3-Punkt-Biegebelastung Clavicula (Steigung der Kraft/Wegkurve 395N/mm (472N/mm)\*),

axiale Druckbelastung Rippenbogensegment (E-Modul im Mittelwert 2,7 GPa (3,3GPa), maximale Spannung 105,3 Mpa (120,5MPa)),

axiale Druckbelastung Rippenknorpelsegment (E-Modul im Mittelwert 78,4 GPa (57,6GPa), maximale Spannung 14,8 MPa (6,8 MPa)),

axiale Druckbelastung Claviculasegment (E-Modul im Mittelwert 1,5 GPa (3,0GPa), maximale Spannung 90,9 Mpa (66,8MPa)),

axiale Druckbelastung komplette Clavicula (Steigung der Kraft/Wegkurve 629 N/mm (742 N/mm), maximale Kraft 2448 N (1829 N),

sagittale Druckbelastung Sternumsegment (E-Modul im Mittelwert 8,5 GPa (10,3 GPa), maximale Spannung 0,7 MPa (0,6MPa)).

Weitere über den Rahmen dieser Arbeit hinaus durchgeführte Versuchsarten waren die 3-Punkt-Biegung von Rippe-Sternum-Rippe-Komponenten und die laterale Kompression von Pelvissegmenten.

Die Ergebnisse wurden in Form von Kraft/Weg-Diagrammen aufgetragen. Die berechneten Materialkennwerte Elastizitätsmodul, maximale Biegespannung, Verformung bei maximaler Biegespannung und maximales Biegemoment wurden altersabhängig dargestellt.

Die Geschwindigkeitsabhängigkeit der Materialkennwerte konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht bestätigt werden.

Die Ergebnisse aller Versuche werden den Partnern des H.U.M.O.S.-Projektes zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung gestellt und dienen der Erstellung eines menschlichen F.E.M. Dieses am Computer generierte Modell soll die mechanischen und kinematischen Eigenschaften eines 50%-Mannes besitzen. Mechanische und kinematische Untersuchungen sollen am Computer simuliert werden und mit realen Untersuchungen verglichen werden.

Das F.E.M. soll u.a. in der PKW-Entwicklung der Erhöhung der Unfallsicherheit beim Strassenverkehrsunfall dienen. Die im Rahmen einer Fahrzeugneuentwicklung durchgeführten Fahrzeug-Crashtests werden mit Crashtest-Dummies durchgeführt. Diese Dummies besitzen als einfache physikalische Modelle eine begrenzte Biofidelität Ihr Verhalten ist nur bedingt mit dem Verhalten eines Menschen bei einem Unfall vergleichbar. Ein menschliches Rechenmodell dient der Erhöhung der Unfallsicherheit.