HTWD Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden
University of Applied Sciences

Entwicklung der Muskelaktivität im Biofidel-Dummy zur Verbesserung realistischer Kollisionssequenzen

Benjamin Härtel, Prof. Dr.-Ing. Lars Hannawald

Fakultät Maschinenbau

Bereich Fahrzeugtechnik

Einleitung - Entwicklungsfortschritt

Entwicklung

4-Phasen Prozess nach VDI-Richtlinie 2221

Entwicklung – Beispiel Thorax

1 Anatomierecherche

5% 25% 50% 75%

Dorsal Ventral

Rippengeometrie [10]

2 Trauma-Biomechanik

Thoraxbelastungen [11]

3 Materialauswahl

Eigenschaften des biologischen Gewebes [12]

Materialdaten [13]

	Knochen	Knochen-ersatz
Dichte [g/cm³]	1,7-2,3	1,39
Biegefestigkeit [N/mm²]	157-209	87
Zugfestigkeit [N/mm²]	51- 164	47
Elastizitätsmodul allgemein [N/mm²]	9600-27400	3400
Elastizitätsmodul Knochengelenk [N/mm²]	420-750	
Max. Dehnung bei Zug [%]	1,4-3,2	1,6

4 Konstruktion

Brustkorbkonstruktion

Konstruktion – Beispiel Femur-Dimensionierung

Schnittdarstellung des Femurkopfes [14]

Dummy-Konstruktion des Femurkopfes

Entwicklungs- und Konstruktionsergebnisse

Dummy-Skelett

Dummy-Größe:	1,75 m
Dummy-Gewicht:	79 kg
Baugruppen:	9
Bauteile:	238

Dummy mit Weichteilersatz

Validierung und Erprobung

Full-Scale Crashversuche

Pkw-Fußgänger 35 km/h

Pkw-Pkw 75 km/h

Pkw-Baum 52 km/h

Pkw-Rad 45 km/h

Pkw-Pkw 30 km/h

Pkw-Baum 65 km/h

Übersicht Full-Scale Crashversuche

Full-Scale Crashversuche: Pkw-Baum 65 km/h

Unfall Baumanprall [16]

Crashtest Baumanprall

Full-Scale Crashversuche: Pkw-Baum 65 km/h

Unfall

Crashtest

Simulation

Schlittenversuche

- Quellen und Datenbanken
  - Probandentests
    - Frontalanprall
    - Heckanprall
  - Leichenversuche
    - Seitenanprall

Halsmusukulatur

Quelle: Wikipedia

Natürliche Muskeln	Künstliche Muskeln
Sternocleidomastoideus	Kopfnicker
Trapezius Clavicular	Rechts-Links-Neigung
Scalenus Anterior	
Scalenus Medius	
Scalenus Posterior	
Splenius Capitis	Streckmuskel
Splenius Cervicis	
Longissimus Capitis	
Longissimus Cervicis	
Spinalis Cervicis	
Spinalis Capitis	
Semispinalis Capitis	
Semispinalis Cervicis	
Multifidis Cervical	
Longus Colli	Beugemuskel
Longus Capitis	

Daten- und Informationsquellen

Quelle: Uni Münster / Predimo

Kooperationspartner:

Prof. Dr. Heiko Wagner

Universität Münster

Myonardo ist ein von der WWU und Predimo entwickeltes „3D humanes Muskel-Skelett-Computermodell“, das sämtliche Bewegungsabläufe des Menschen analysieren und auf Basis der **ComputerMyoGrafie** Muskel- und Gelenkkräfte berechnen kann.“

Biofidel-Dummy mit Halsmuskulatur

Quelle: CTS

Schlittenversuche: Heckanprall nach Ono et. al.

Proband und Crashtest-Dummy im Vergleich bei maximaler Kopfauslenkung [15]

Heckanprall 8 km/h

$\omega_{maxDummy}$=32°

Kopfwinkel Ψ-t-Diagramm

Anwendung und Ausblick

Anwendung

Versuchsaufbau E-Scooter Crashtest [18]

Sitzende Anwendung im Sonderschutz [19]

FEM-Simulationsmodell

Rippenserienbruch in der FEM-Simulation

Forschungsthemen

HWS mit pneumatischen Ersatzmuskeln

Erweiterung mit Hohl- und Vollorganen im Thoraxbereich

FEM Simulationsmodell

Catia

- Creation of the CAD geometry

Ansa

- Pre-Processing
- Meshing

Impetus

- CAE-Model Setup
- Solving
- Post-Processing

FEM Simulationsmodell

AFUS Forschungsgesellschaft mbH

Biofidelic-Dummy (PRIMUS breakable)

Generic **Created:** 20.12.2022 **Updated:** 11.6.2024

Simulation model of the Biofidelic dummy (PRIMUS breakable, 50th percentile) Variant 1: standing dummy Variant 2: sitting dummy

Id: 4c6c5956-12d6-41c9-b566-c88c82a304dd **Revision:** 4

Required products: None **Unit system:** SI

Date: June 11, 2024 Version: 1.3 Revision: 4

https://market.impetus.no/objects/4c6c5956-12d6-41c9-b566-c88c82a304dd/4

HTWD Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden University of Applied Sciences

CTS crashtest-service

WWU MÜNSTER

ZIM Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dipl.-Ing. (FH) Benjamin Härtel

benjamin.haertel@htw-dresden.de

Prof. Dr.-Ing. Lars Hannawald

lars.hannawald@htw-dresden.de

Fakultät Maschinenbau

Studienrichtung Fahrzeugtechnik

Professur Kfz-Technik und Sicherheit

Quellen

[1] carhs.training gmbh: *Euro NCAP / ANCAP MPDB Frontal Impact*, S. 1–2. URL https://www.safetywissen.com – Überprüfungsdatum 2023-12-04

[2] Euro NCAP: Official BMW 5-Series 2017 safety rating. URL https://www.euroncap.com/en/results/bmw/5+series/26656. – Aktualisierungsdatum: 15.05.2024

[3] Opel: Lebensretter Nummer 1: THOR-50M. URL https://www.opelpost.com/wpcontent/uploads/2023/07/01_H8A0078.jpg. – Aktualisierungsdatum: 17.07.2023

[4] Kistler Gruppe: Beschleunigungsmesseinheiten. URL https://www.kistler.com/DE/de/cp/beschleunigungsmesseinheiten-dti-imu/P0001325. – Aktualisierungsdatum: 27.05.2024

[5] Cory, C. Z.; Jones, M. D.; James, D. S.; Leadbeatter, S.; Nokes, L. D.: The potential and limitations of utilising head impact injury models to assess the likelihood of significant head injury in infants after a fall. In: Forensic Science International, 2001

[6] Haasper, C.; Junge, M.; Ernstberger, A.; Brehme, H.; Hannawald, L.; Langer, C.; Nehmzow, J.; Otte, D.; Sander, U.; Krettek, C.; Zwipp, H.: Die Abbreviated Injury Scale (AIS). Potenzial und Probleme bei der Anwendung: Potenzial und Probleme bei der Anwendung. In: Der Unfallchirurg, 2010

Quellen

[7] Hertz, E.: A note on the head injury criterion (HIC) as a predictor of the risk of skull fracture. In: 37th annual proceedings of the AAAM, 1993

[8] Schmitt, K.-U.; Niederer, P. F.; Cronin, D. S.; Morrison III, B.; Muser, M. H.; Walz, F.: Trauma-Biomechanik: Einführung in die Biomechanik von Verletzungen. 3. Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Vieweg, 2020

[9] Humanetics Innovative Solutions, Inc.: THOR-M Advanced Male Dummy: Parts Catalog 472-0000. 2017

[10] Mohr, M.; Abrams, E.; Engel, C.; Long, W. B.; Bottlang, M.: Geometry of human ribs pertinent to orthopedic chest-wall reconstruction. In: Journal of Biomechanics, 2007

[11] Eickhoff, B.: Analyse, Mechanismen und Reduktion gurtinduzierter Thoraxbelastungen im Frontalcrash. Hamburg, Helmut-Schmidt-Universität, Fakultät für Maschinenbau, Dissertation, 2012

[12] Holzapfel, G. A.; Ogden, R. W.: *Mechanics of biological tissue*. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2006

[13] Richard, H. A.; Kullmer, G.; Nöcker, D.: Biomechanik: Grundlagen und Anwendungen auf den menschlichen Bewegungsapparat. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2013

Quellen

[14] Richard, H. A.; Kullmer, G.; Nöcker, D.: Biomechanik: Grundlagen und Anwendungen auf den menschlichen Bewegungsapparat. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2013

[15] Ono, K.; Kaneoka, K.; Wittek, A.; Kajzer, J.: Cervical Injury Mechanism Based on the Analysis of Human Cervical Vertebral Motion and Head-Neck-Torso Kinematics During Low Speed Rear Impacts. In: SAE Transactions, 1997

[16] Verkehrsunfallforschung an der TU Dresden GmbH: *Fall 1180018*: *VW Polo - Baum*. JPG Bilddateien, 2018

[17] Haasper, C.; Junge, M.; Ernstberger, A.; Brehme, H.; Hannawald, L.; Langer, C.; Nehmzow, J.; Otte, D.; Sander, U.; Krettek, C.; Zwipp, H.: Die Abbreviated Injury Scale (AIS). Potenzial und Probleme bei der Anwendung: Potenzial und Probleme bei der Anwendung. In: Der Unfallchirurg, 2010

[18] Leost, Y.; Bösl, P.; Matt, P.; Kurfiß, M.; Boljen, M.: Untersuchung der Kollision von E-Scooter-Fahrern mit Bordsteinkanten. Fraunhofer EMI. In: 3. Dummy-Crashtest Conference, 2023

[19] Preiss, H.: Sicher wie die Bank von England: S 680 Guard - der rollende Panzerschrank. In: n-tv NACHRICHTEN