

Neueste Forschungsergebnisse zum Thema: Halswirbelsäulenverletzungen aus Österreich

H. Steffan



UFO with 3D car target : drivers view



AEB City Crash



Soft Tissue Neck Injuries - Whiplash

€ 649.-



€ 643.-



Soft Tissue Neck Injuries - Whiplash

Case
€ 744.-



€ 481.-



Crash Tests – Injury Risk

WITkit Lite – Crash Tests 10 Km/h ΔV



**10km/h
Underride**

Might assume high risk of injury
and fast track treatment and/or
payment



**10km/h
Engagement**

Little evidence of damage so
might assume low risk of injury
and dispute claim

Whiplash Injury risk factors

Not just Delta V

- Crash configuration (front, side, rear, rollover)
- Delta V = Change of speed in the crash
- Vehicle stiffness
- Vehicle geometry and engagement (underride)
- Occupant seated position – head straight or turned
- Occupant profile (age, gender, previous injury)
- Restraint system and its adjustment
- Global research identifies and quantifies various risk factors
- Crash Pulse

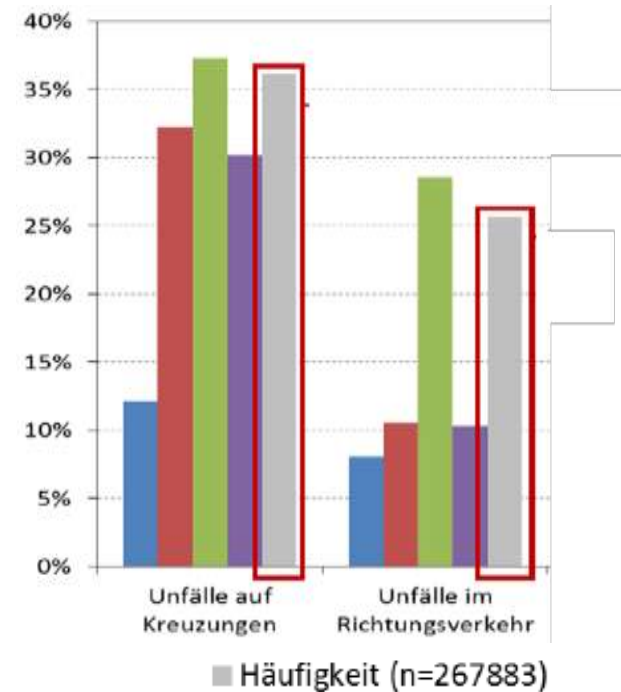
Summary



Quelle: winterthur-insurance.ch

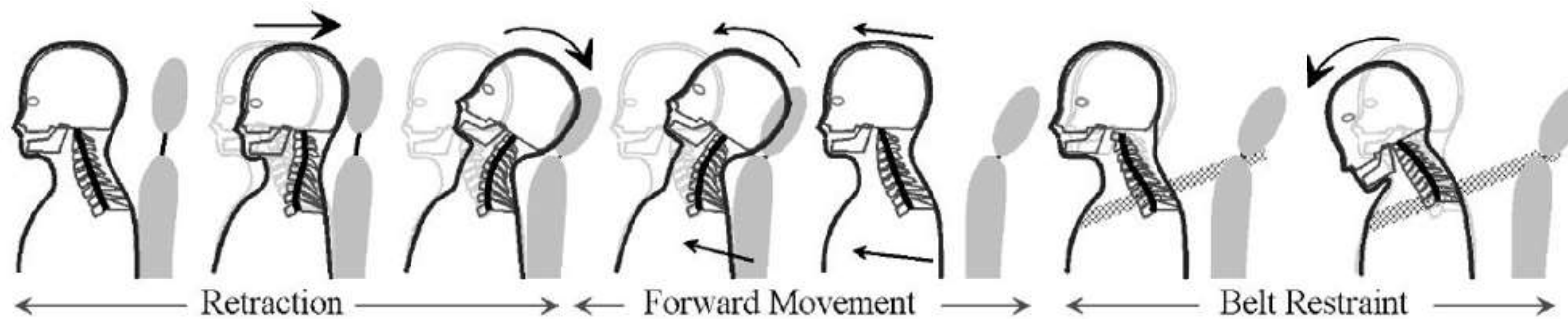


Quelle: Internet



Quelle: Statistik Austria

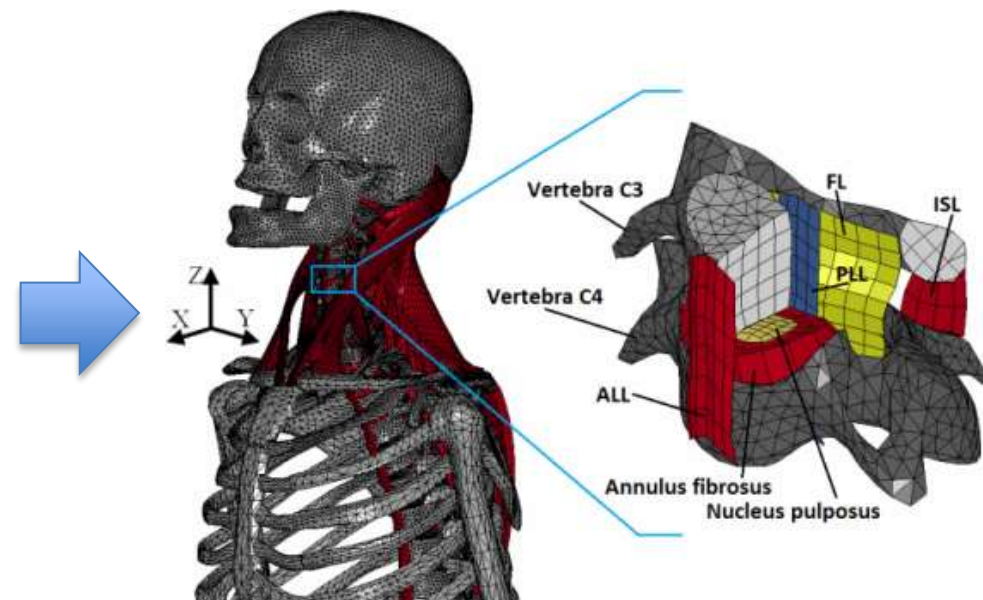
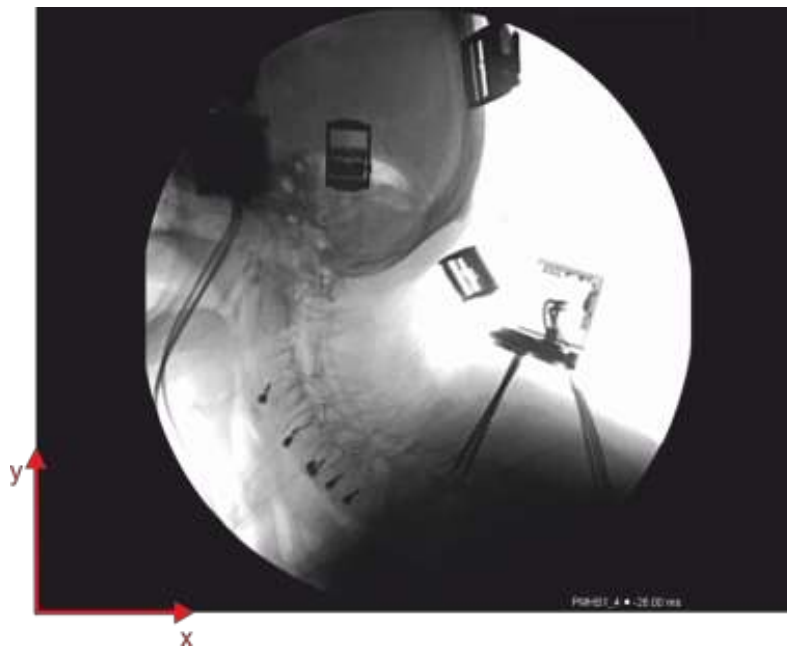
- HWS-Distorsion bei ca. **70%** aller Verkehrsunfälle
- Meist assoziiert mit Heckkollisionen
- Temming und Zobel: Anzahl tatsächlicher Verletzungen durch **Frontalkollisionen** überwiegt



Quelle: Schmitt et al: Trauma-Biomechanik, Verletzungen in Straßenverkehr und Sport

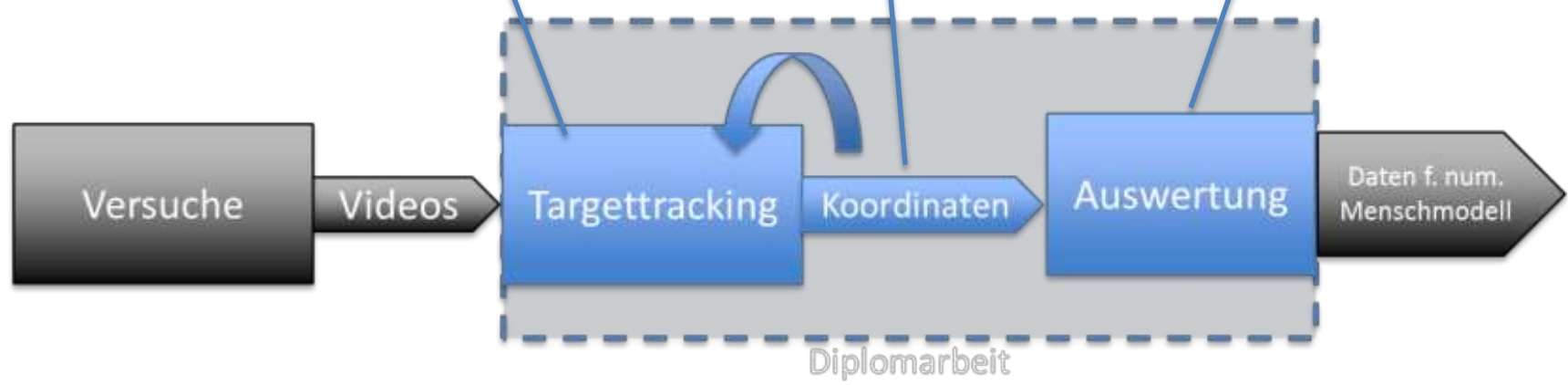
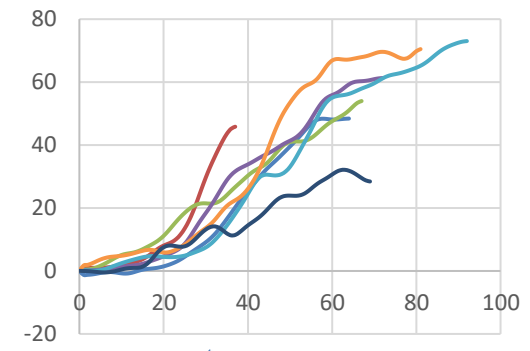
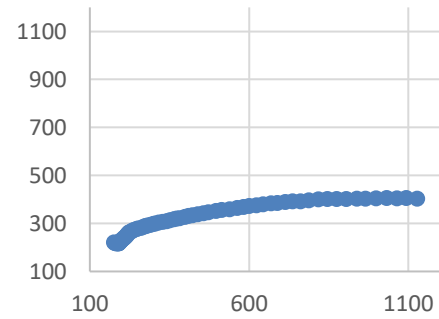
Ziel der Diplomarbeit

- Entwicklung einer Methodik zur Abbildung der Kinematik der HWS basierend auf gegebenen Highspeed-Röntgenvideos
- Durchführung verschiedener kinematischen Auswertungen

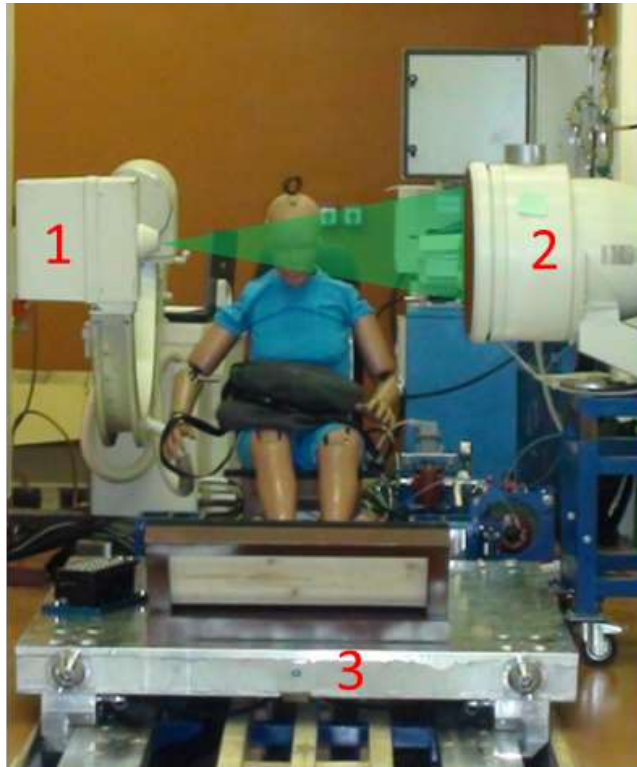


Quelle: University of Ljubljana, Faculty of Mechanical Engineering

Methodik



Methodik - Versuchsdurchführung



- 1: Röntgengerät
- 2: Bildverstärker
- 3: Schlittensystem
- 4: Highspeed-Kamera

- 4 PMHS (Alter 75-98, 2m, 2w) \approx 50 perzentilen m/w Dummy
- Je PMHS 2 Frontal- und 2 Heckversuche
- $\Delta v \approx 16$ km/h (IIWPG)

Methodik – Instrumentierung PMHS

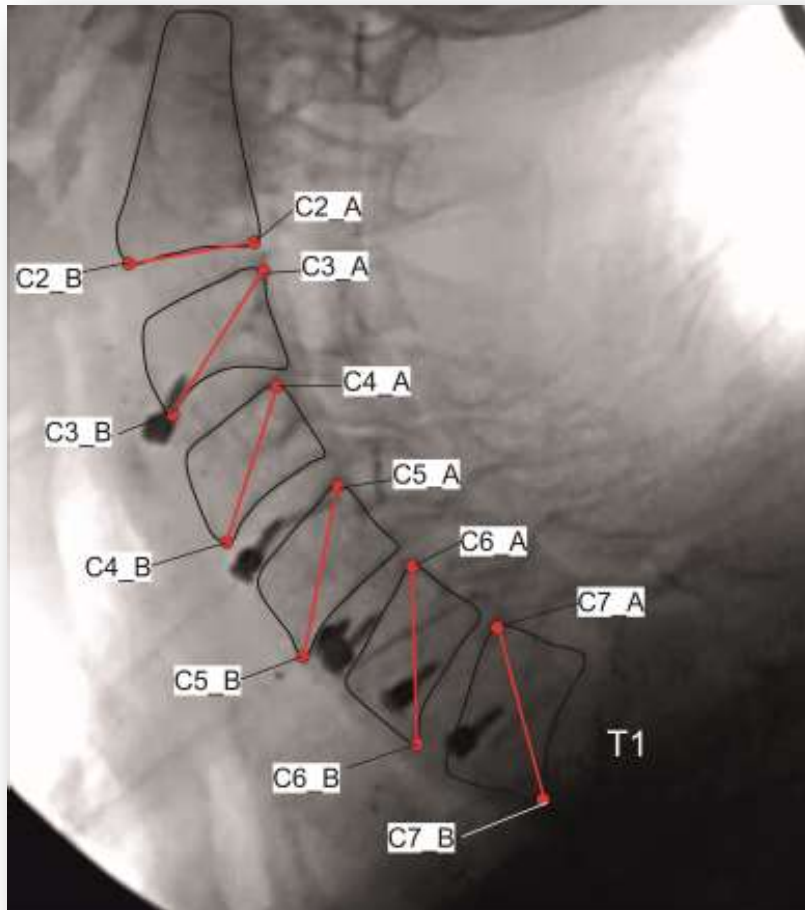


- Schrauben als Orientierungshilfe für die Videos
- Unterlegscheibe als Maßstab
- Zusätzlich 3 Dreiachsbeschleunigungssensoren

Methodik - Röntgenvideo



Methodik - Schema der Punktverfolgung



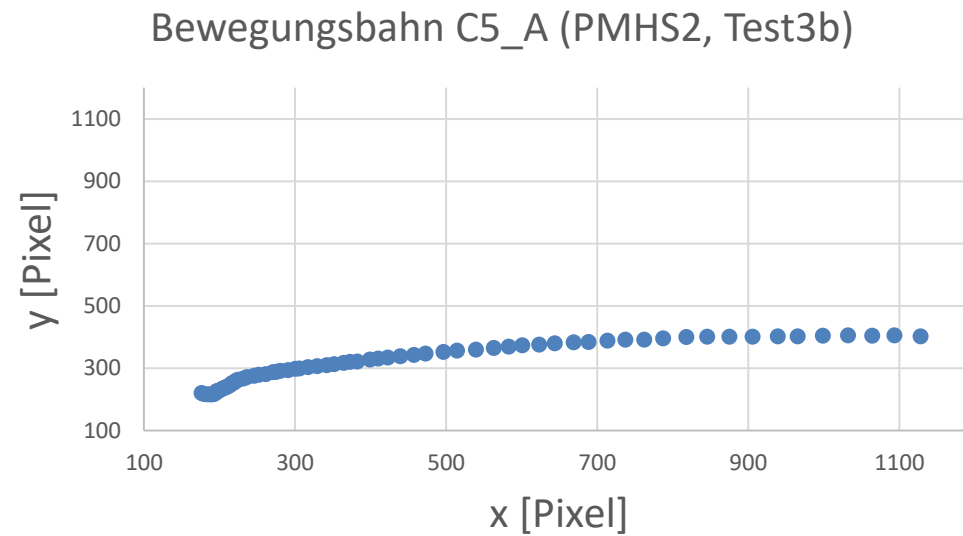
- Eckpunkte gewählt
- 2 Punkte je Halswirbelkörper
- Fixes Schema, unabhängig vom Kollisionstyp



Rasche und einheitliche Auswertungen

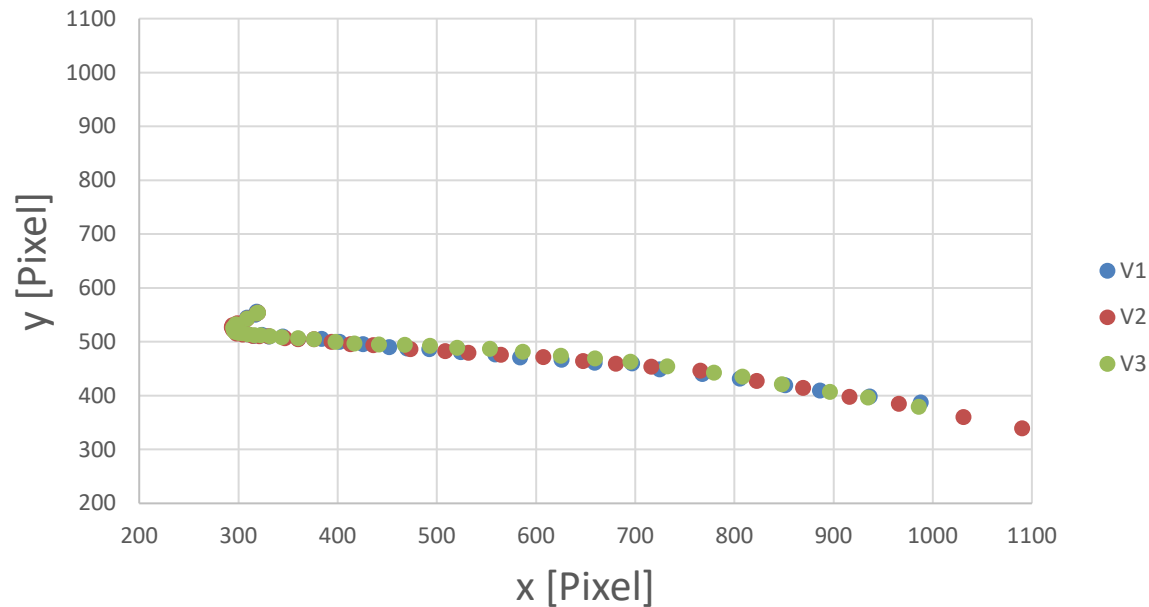
Methodik - Targettracking

Targettracking = Zeitliche Verfolgung der definierten Punkte



Methodik - Fehlerabschätzung

Ergebnisse 3x Targettracking



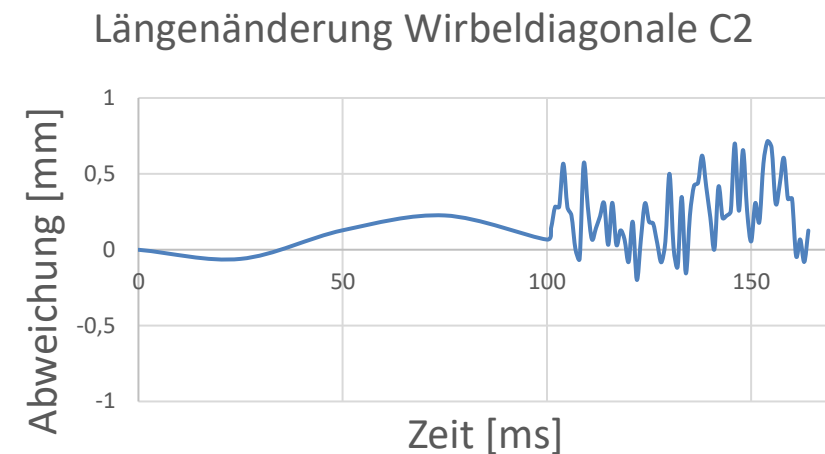
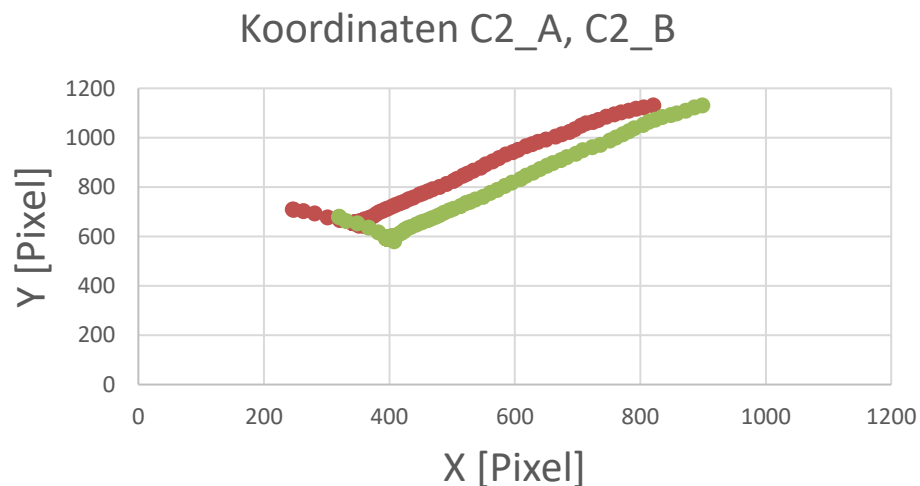
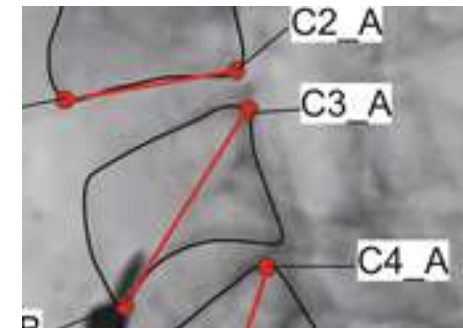
- Fehler durch Setzen der Punkte (Kontrast, Unschärfe)
- Pixelfehler (0,17-0,23 mm)

Wirbelpunkt	Bildqualität	dx [px]	dy [px]	dx [mm]	dy [mm]
PMHS1_Test_1a_C4_B	gut	-4.99	0.10	-1.00	0.02
PMHS1_Test4_C2_A	schlecht	-12.86	4.09	-2.89	0.92

Methodik – erweitertes Targettracking

Kontrolle d. Länge der „Wirbeldiagonale“

- Gleichzeitige Erfassung beider Punkte je Halswirbel
- Längenabweichung < 1 mm, in besten Fällen max. 0,5mm



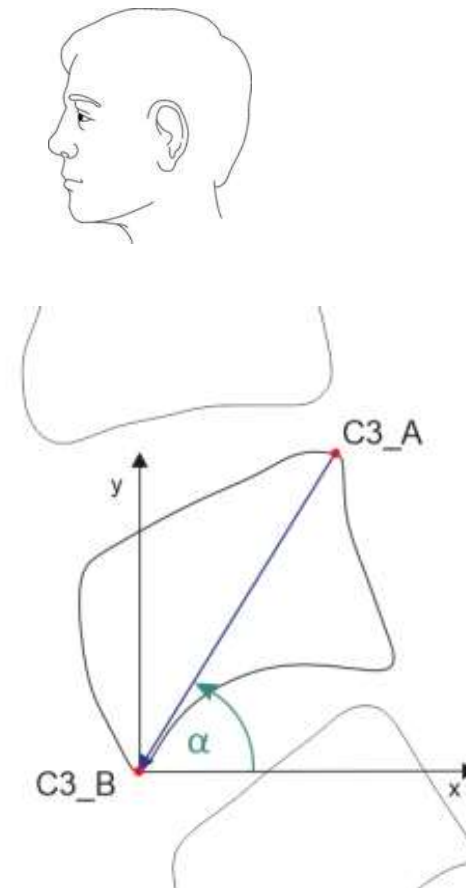
Auswertungen

- Winkeländerung der Halswirbel im globalen Koordinatensystem
- Winkeländerung angrenzender Halswirbel
- Scherung angrenzender Halswirbel

Auswertungen

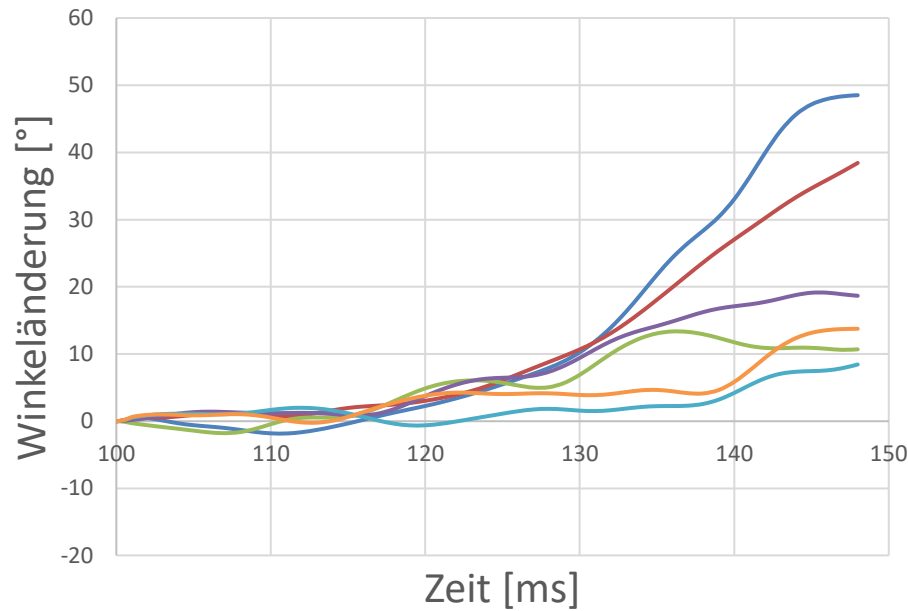
Winkeländerung der Halswirbel im globalen Koordinatensystem

- Bestimmung von α
- Referenzieren auf den Startwinkel α_0



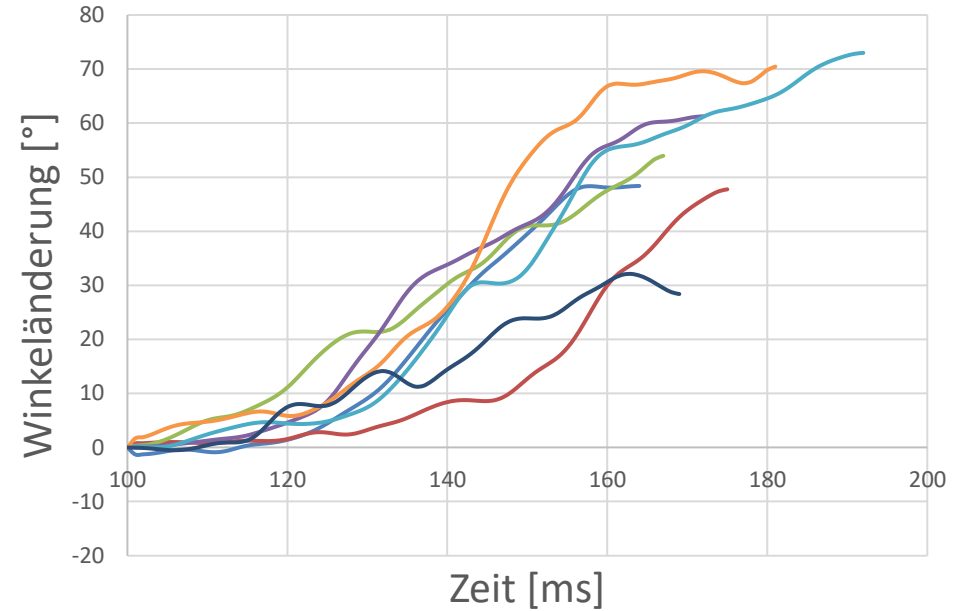
Auswertungen

Winkeländerung PMHS1_Test3_front



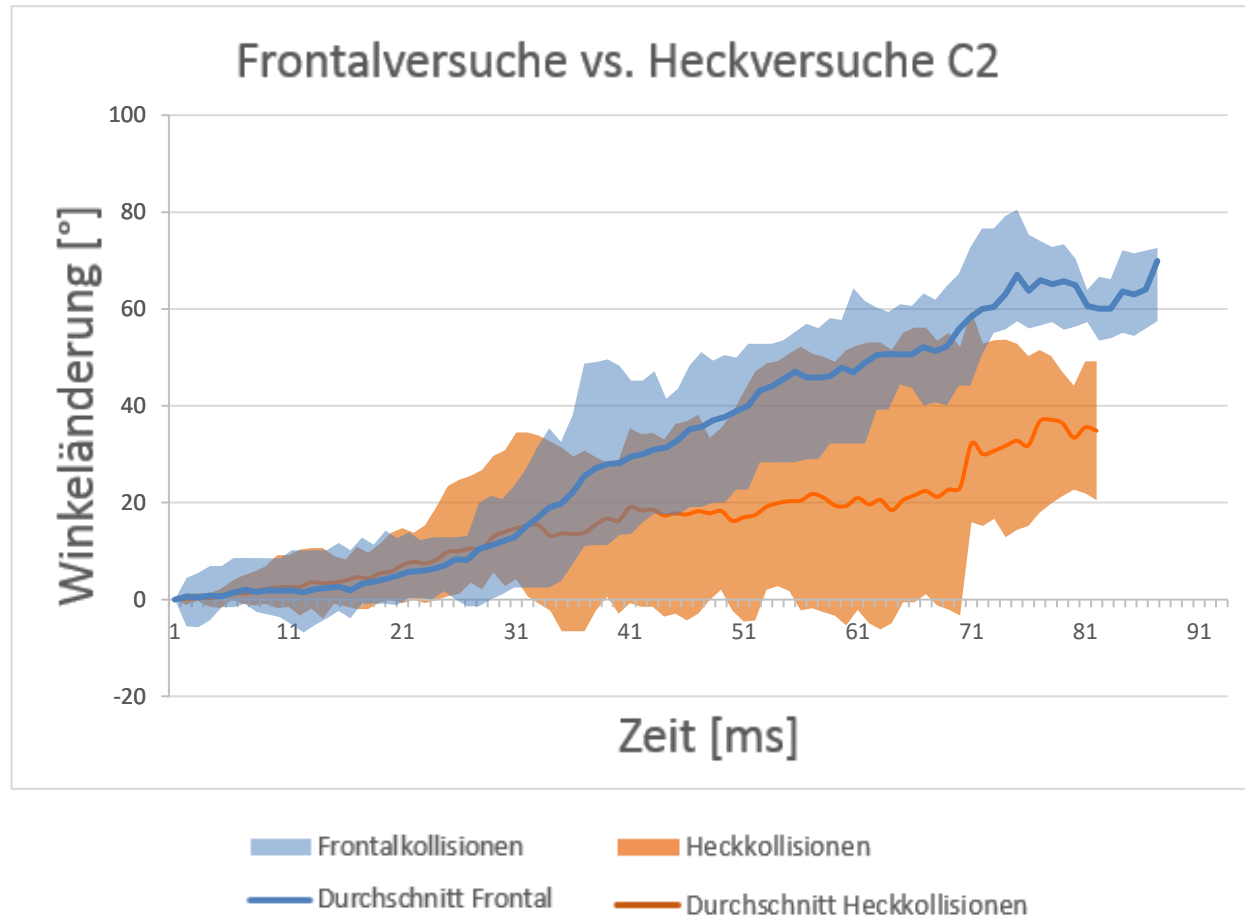
- C2
- C3
- C4
- C5
- C6
- C7

Winkeländerung C3 alle Frontalversuche

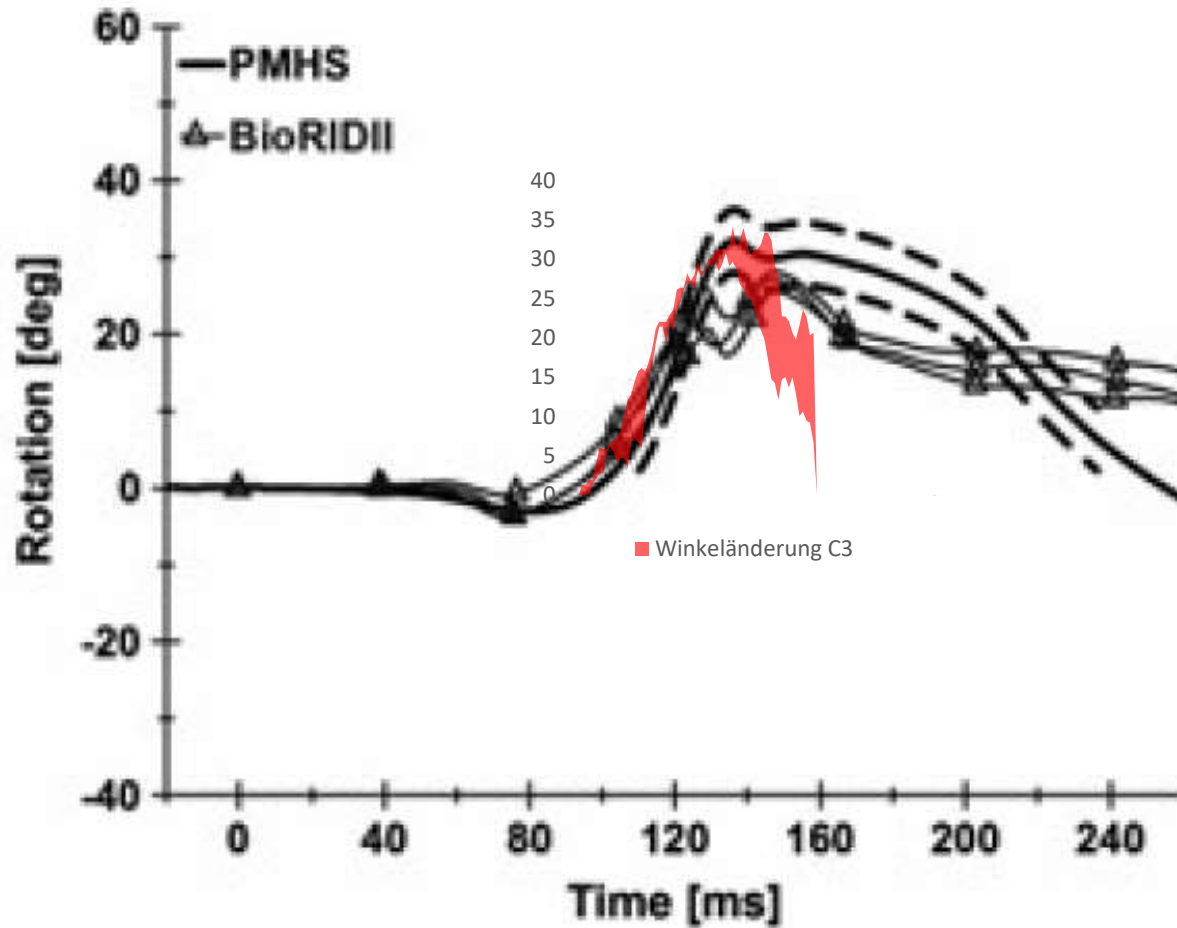


- PMHS1_Test3
- PMHS1_Test4
- PMHS2_Test1
- PMHS2_Test2
- PMHS3_Test3
- PMHS3_Test4
- PMHS4_Test1

Auswertungen – Front vs. Heck



Auswertungen - Vergleich mit Kang



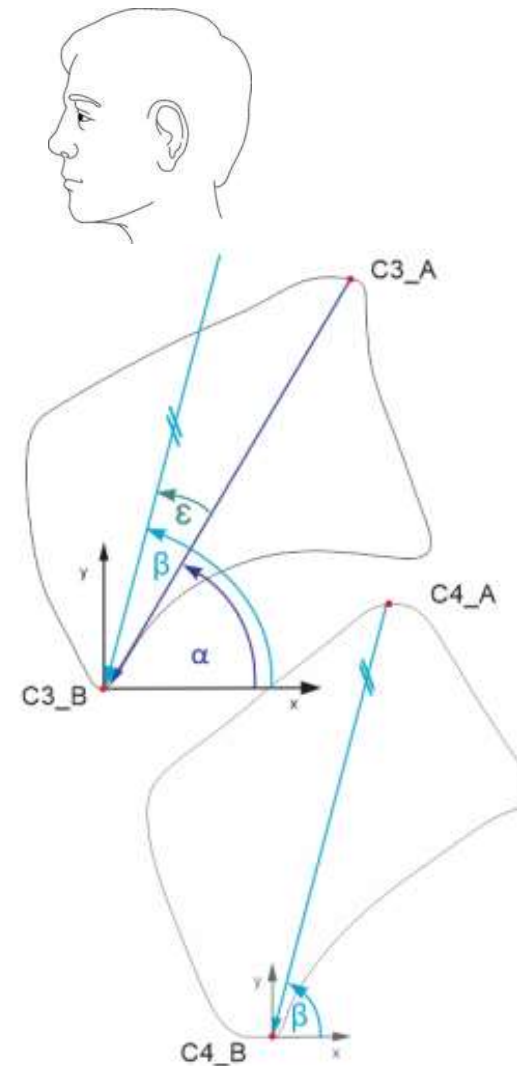
Auswertungen

Winkeländerung angrenzender Halswirbel

- Berechnung des Differenzwinkels ε
- Referenzieren von ε auf ε_0
- Berechnung der Winkel α und β

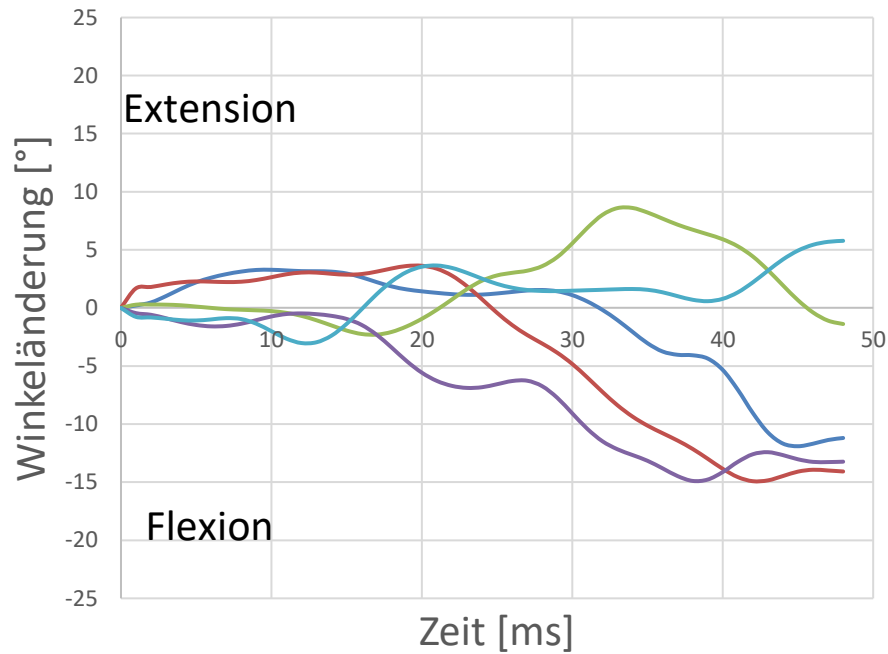


Lokale Flexion/Extension
angrenzender Halswirbel



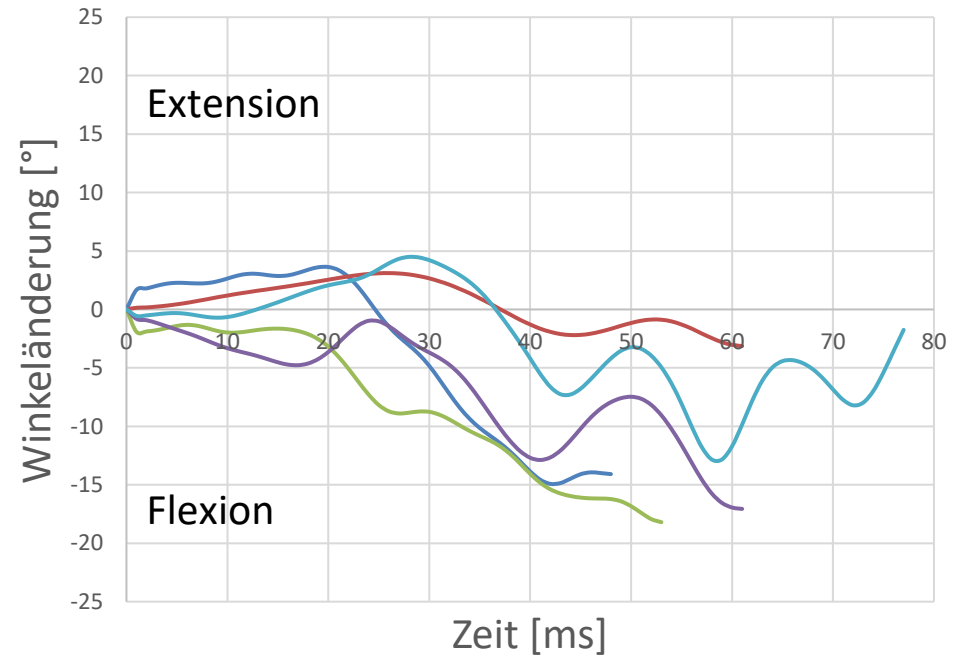
Auswertungen

Winkeländerung angrenzender Wirbel
PMHS1_Test3 (front)



- C2-C3 — C3-C4 — C4-C5
- C5-C6 — C6-C7

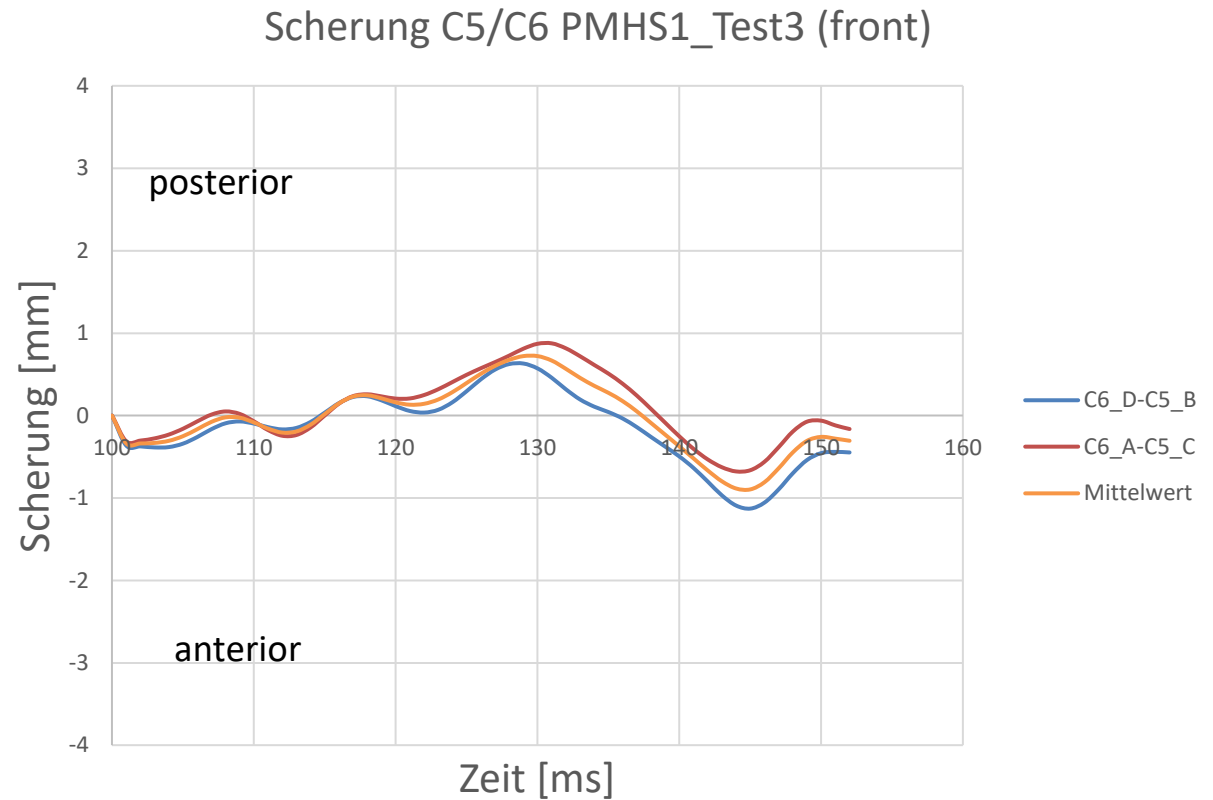
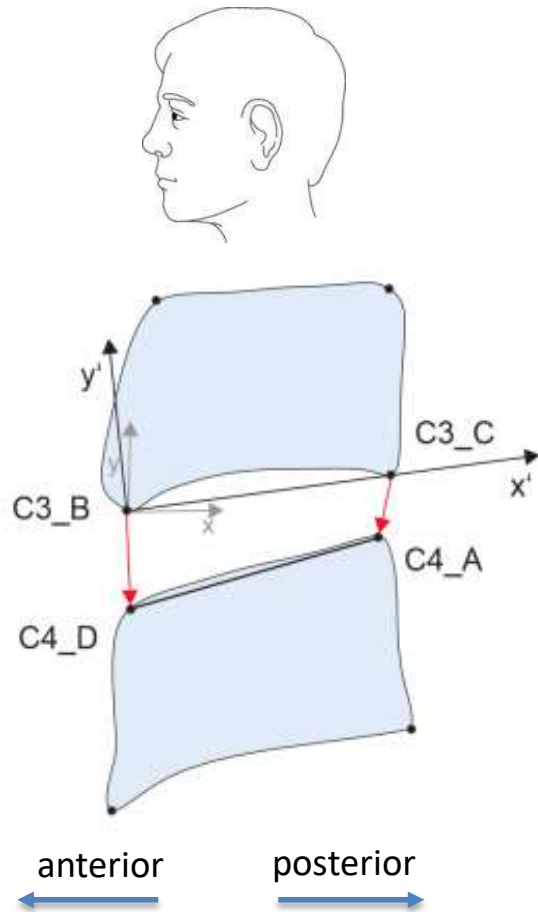
Winkeländerung C3-C4 aller Frontalversuche



- PMHS1_Test3 — PMHS1_Test4
- PMHS2_Test1 — PMHS2_Test2
- PMHS3_Test3

Auswertungen

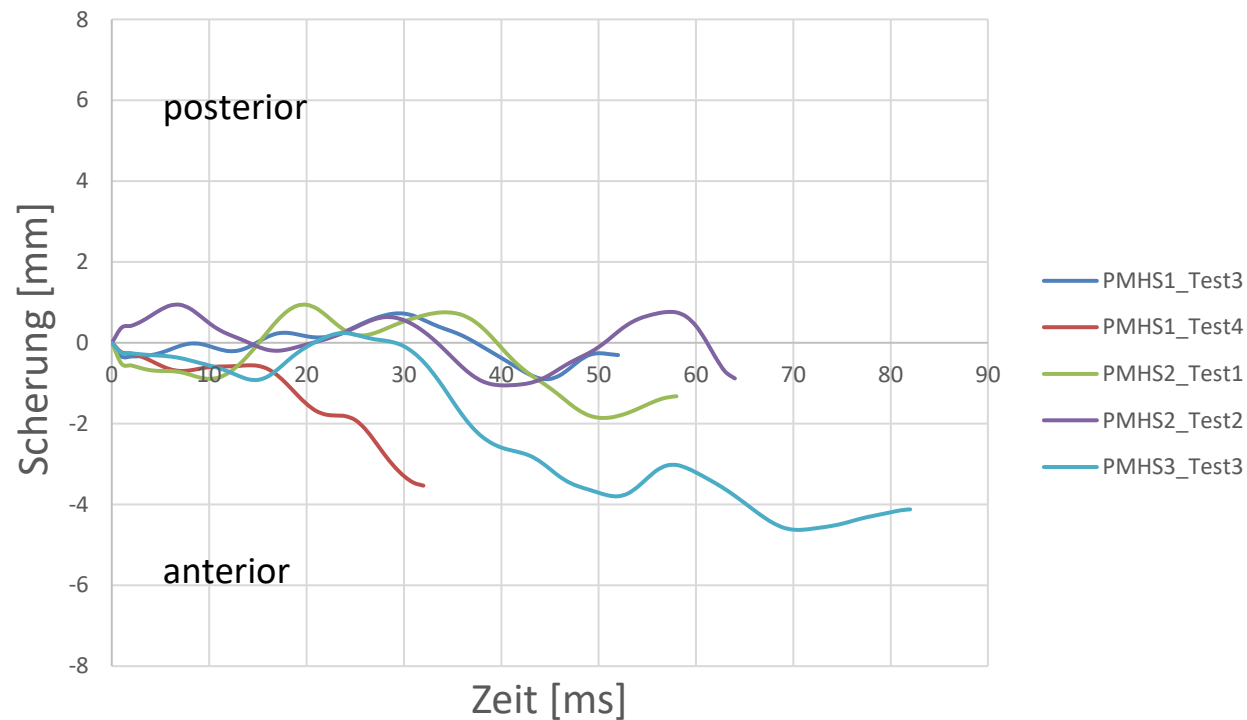
Scherung angrenzender Halswirbel



Auswertungen

Scherung angrenzender Halswirbel

Scherung des Wirbelpaares C5-C6 aller Frontalversuche



Einschränkungen der Arbeit

- Einschränkungen durch Tests mit PMHS
- Abweichungen durch die Methodik der Datengewinnung
 - Abweichung durch Targettracking (Kontrast/Unschärfe)
 - Abweichung durch Pixelfehler



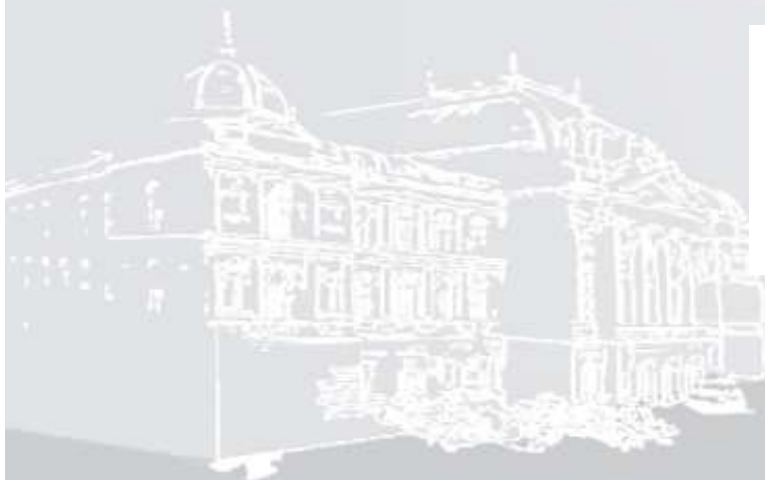
Diskussion

- Methodik der Datengewinnung aus Röntgenvideos und Targettracking gut geeignet (Abweichung unter 1 mm)
- Genauigkeit der Ergebnisse abhängig von der Videoqualität
- Ergebnisse von Heckkollisionen korrelieren tw. mit denen bekannter Studien
- Wenig vergleichbare Studien für Frontalkollisionen

ENCAP - Schleudertraumatest

Entwicklung der letzten Jahre

Rolf Lechner



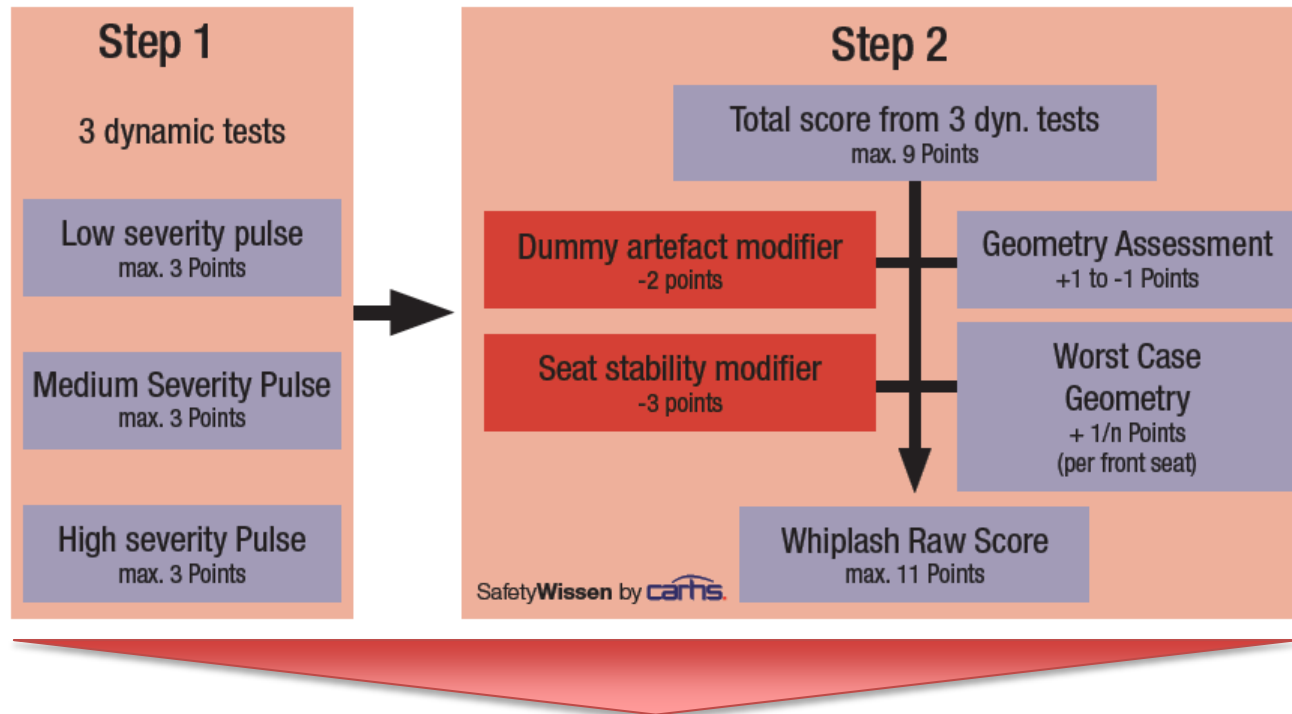
Forschungsfrage

Wie sieht eine Sitz-Leichtbaustruktur aus, die die relevanten Anforderungen des Heckaufpralls berücksichtigt?

- **Retrospektive statistische Analyse** der Einflussfaktoren des Sitzdesigns auf die Kinematik eines BioRID-II ATDs während eines Heckaufpralls.
- **Objektivierung** der Kinematik des BioRID-II ATDs relativ zum Sitz.
- Einfluss des Multi Material Design (MMD) -Ansatzes auf die robuste Sitzauslegung.
- Identifizierung der **Wechselwirkung** des Gesamt-Sitzes, der Sitz-Systeme und der Sitz-Komponenten zwischen Komfort und Sicherheit.



Punkteverteilung



**Gesamtbewertung wird auf max. 2 Punkte skaliert
Ab nächstem Jahr auf 1,5 Punkte**

Definiert in dem „ASSESSMENT PROTOCOL – ADULT OCCUPANT PROTECTION“ Version 6.0, July 2013 Punkt 5.3.1.2

Entwicklung der Versuchsergebnisse

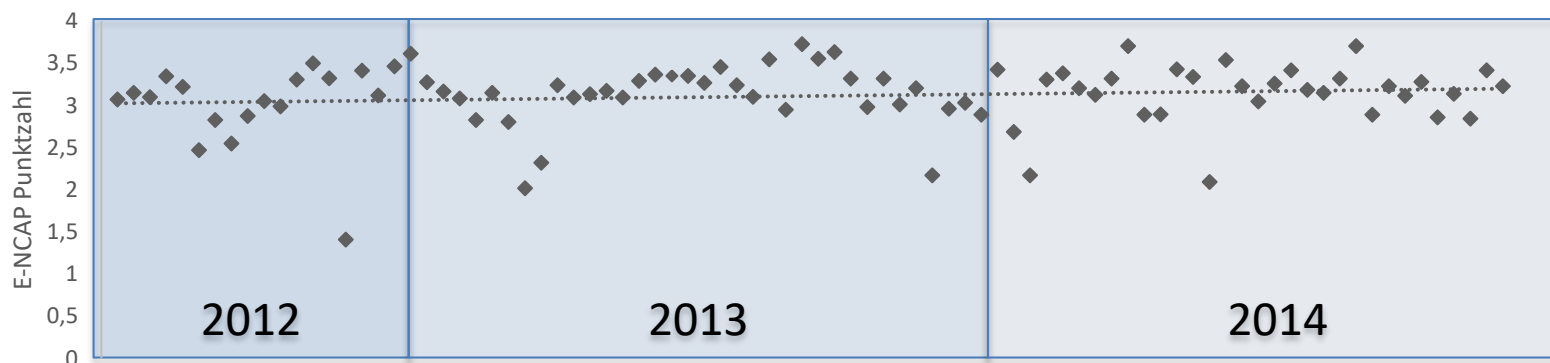
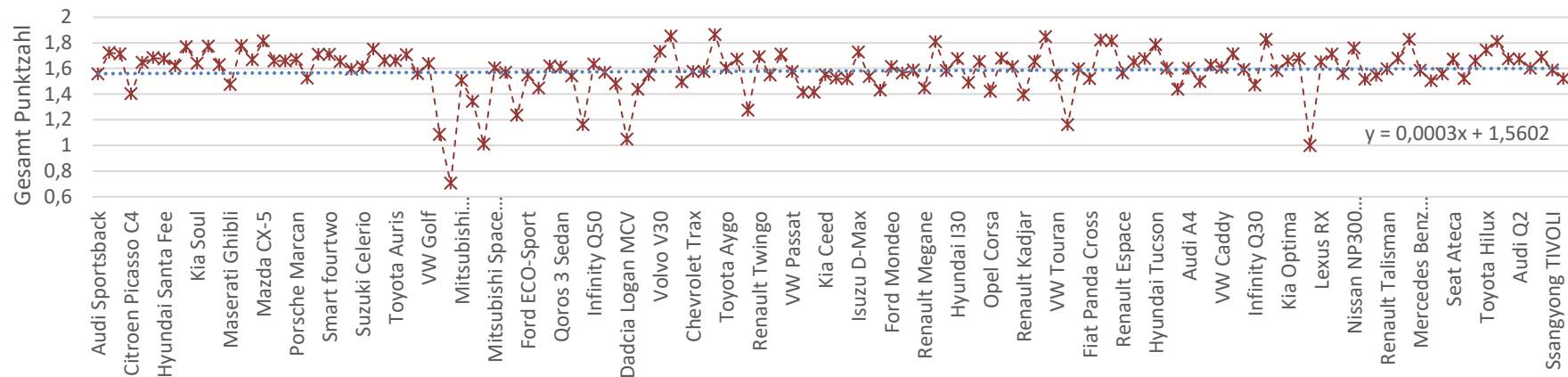


Bild 1: Versuchsergebnisse aller Schleudertraumatests der letzten Jahre (2012-2014)

Anzahl an getesteten Sitze	: 86
Mittelwert der Gesamtpunktzahl	: 2,83
Maximum der Gesamtpunktzahl	: 3,724
Minimum der Gesamtpunktzahl	: 1,407
Kurtosis der Gesamtpunktzahl	: -0,399

Statistische Analyse

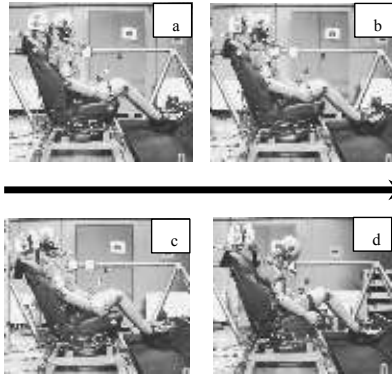
- Fakten zum Datensatz:
 - >135 Sitze verschiedener Hersteller mit Zulassungen in Europa getestet von Euro NCAP
 - Maximale Bewertungswerte und vermessene Sitzwerte
 - Euro NCAP Gesamtbewertung \bar{x} : 1.573; σ : 0.125



- Multivariate-Analyse-Methoden (Faktoren- und Cluster-Analyse)
 - Erhöhung der Schaumdicke auf der Rückenlehne reduziert die Zug-Kräfte und die obere Nacken-Flexionsmomente.
 - Erhöhung der Sitzrückverlagerung reduziert die T1 x-Beschleunigung und erhöht die Zug-Kräfte im Nackenbereich.
 - Erhöhung des Abstandes zwischen der Kopfstütze und der Rückenlehne reduziert die oberen Nacken Zug-Kräfte und das Flexions-Moment sowie die untere Nacken Scher-Kraft und das Extensions-Moment.

[Reference: Lechner R, Hailer I, Horion S, Steffan H Assessment of the influencing parameters on the kinematical behavior of the BioRID-II Anthropometric Test Device (ATD) by Analysing Seat Design Parameters Tested by the European New Car Assessment Programme (Euro-NCAP), *Proceedings of IRCOBI Conference*, 2016, Malaga.]

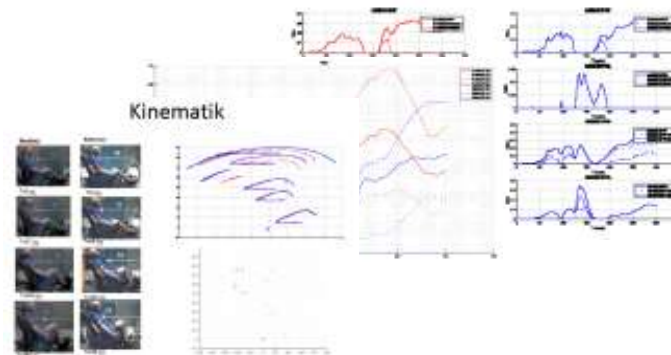
Objektivierung der Kinematik



Ermittlung der Trajektorien des BioRID-II ATDs und des Sitzes



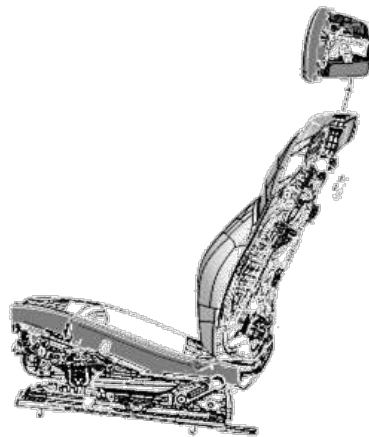
Auswertung und Analyse durch aussagekräftige Kennwerte



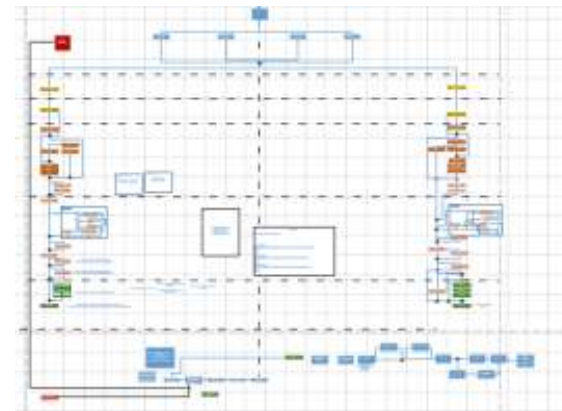
Delta-Vergleich und detaillierte Definition der Kinematik

Validierung

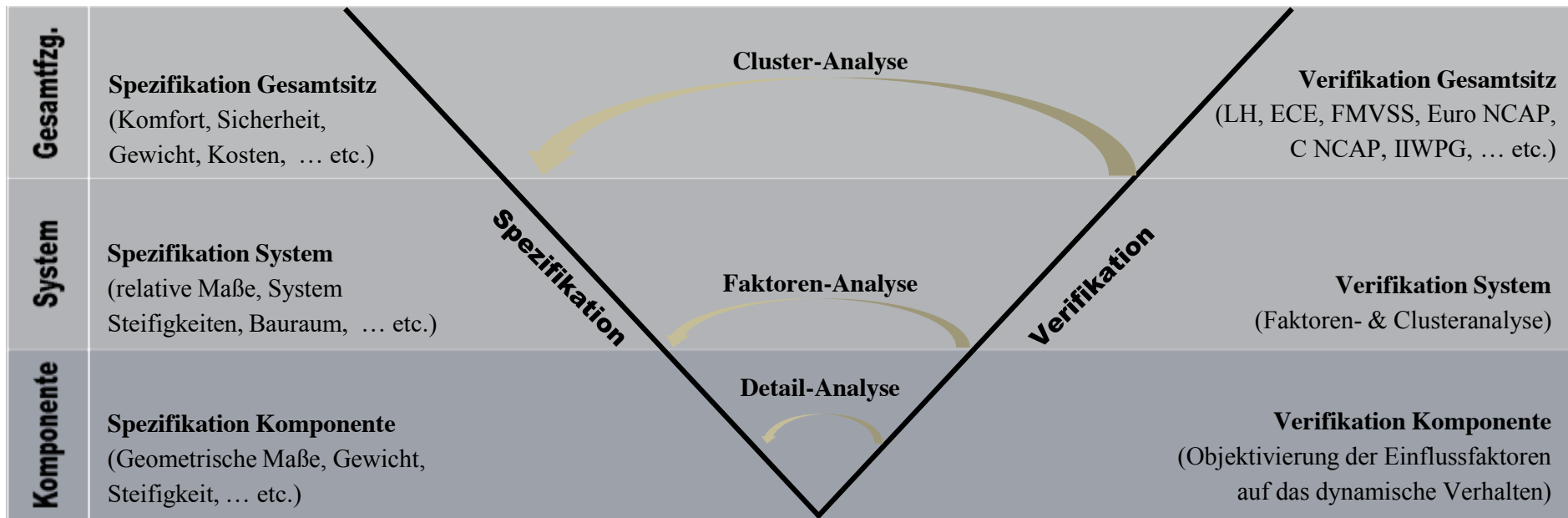
Einfluss des Multi-Material-Designs (MMD) auf die Kinematik im Heckaufprall durch gezielte Optimierung relevanter Bauteileigenschaften



Analyse der Wirkkette und Wechselwirkung der Einflussfaktoren zwischen Komfort und Sicherheit



Dissertation



H. Steffan Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.

TU-Graz

VSI - Vehicle Safety Institute

Phone: 0043 / 316 / 873 / 30300

email: h.steffan@tugraz.at





UFO with 3D car target : drivers view



AEB City Crash



Soft Tissue Neck Injuries - Whiplash



Soft Tissue Neck Injuries - Whiplash

Case
€ 744.-



Crash Tests – Injury Risk

WITkit Lite – Crash Tests 10 Km/h ΔV



**10km/h
Underride**

Might assume high risk of injury
and fast track treatment and/or
payment



**10km/h
Engagement**

Little evidence of damage so
might assume low risk of injury
and dispute claim

Whiplash Injury risk factors

Not just Delta V

- Crash configuration (front, side, rear, rollover)
- Delta V = Change of speed in the crash
- Vehicle stiffness
- Vehicle geometry and engagement (underride)
- Occupant seated position – head straight or turned
- Occupant profile (age, gender, previous injury)
- Restraint system and its adjustment
- Global research identifies and quantifies various risk factors
- Crash Pulse

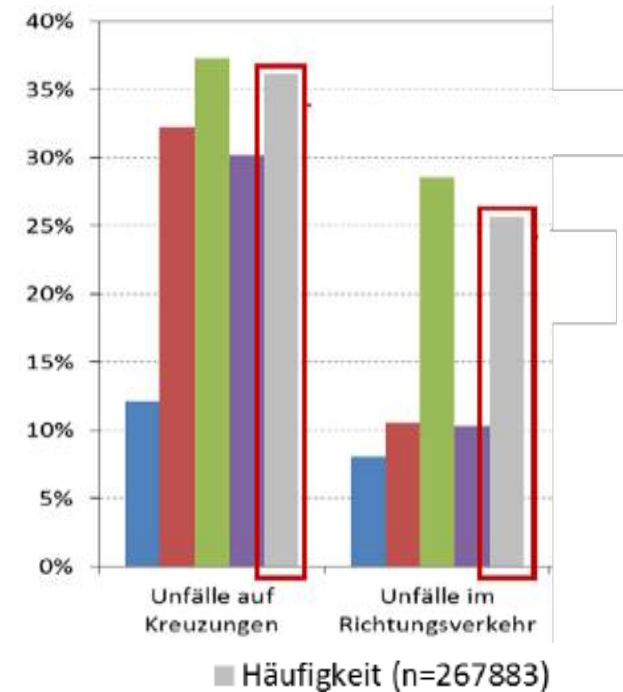
Summary



Quelle: winterthur-insurance.ch

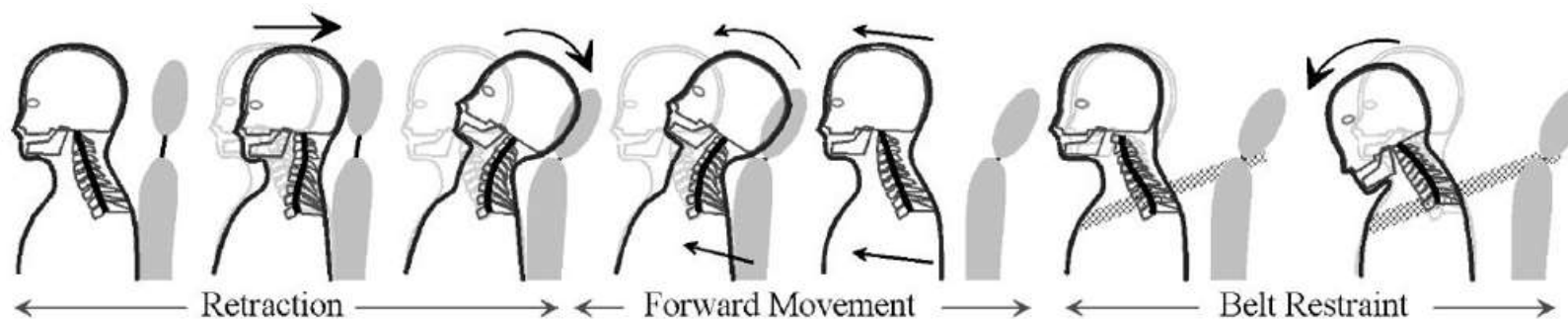


Quelle: Internet



Quelle: Statistik Austria

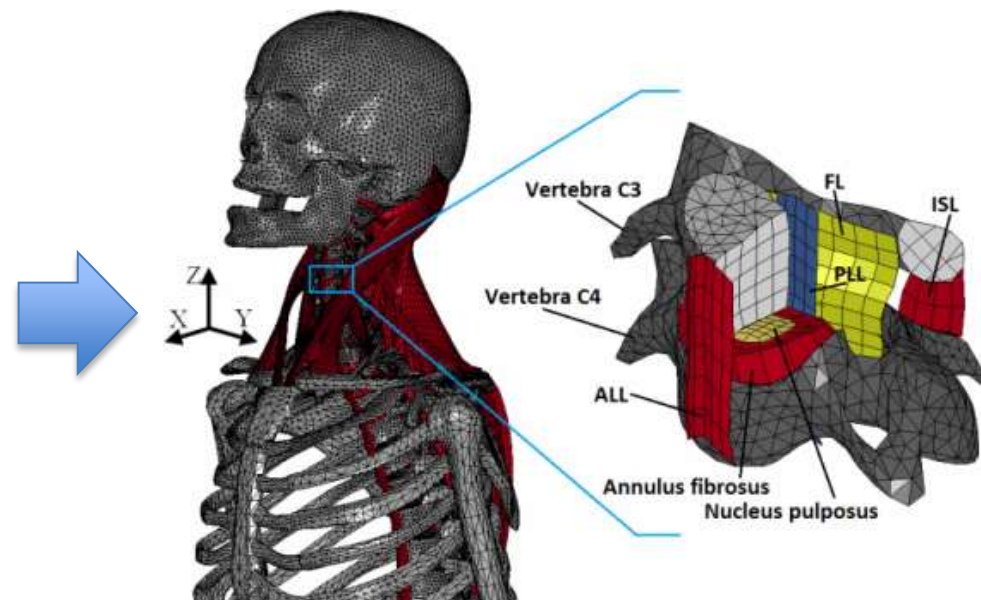
- HWS-Distorsion bei ca. **70%** aller Verkehrsunfälle
- Meist assoziiert mit Heckkollisionen
- Temming und Zobel: Anzahl tatsächlicher Verletzungen durch **Frontalkollisionen** überwiegt



Quelle: Schmitt et al: Trauma-Biomechanik, Verletzungen in Straßenverkehr und Sport

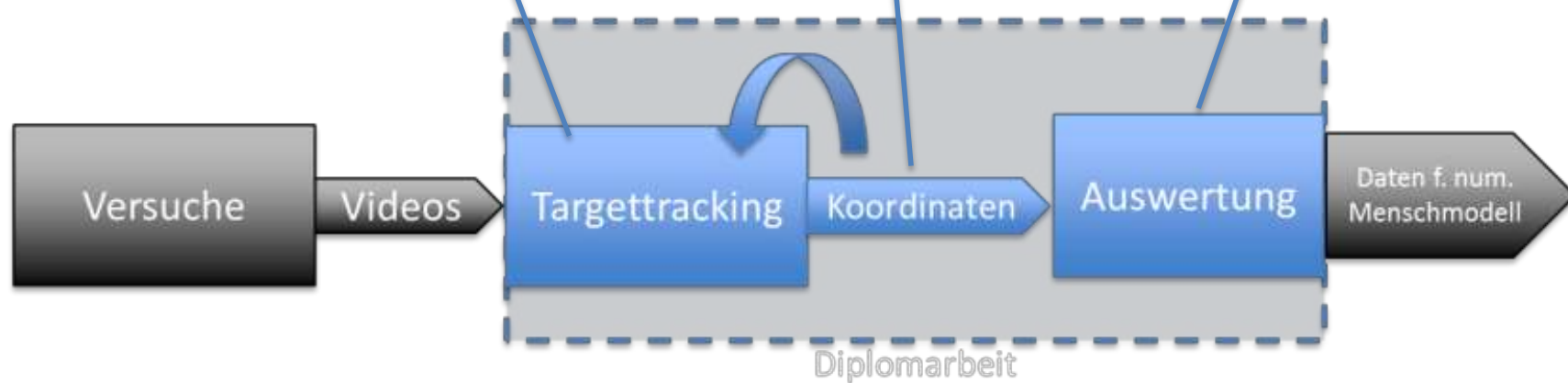
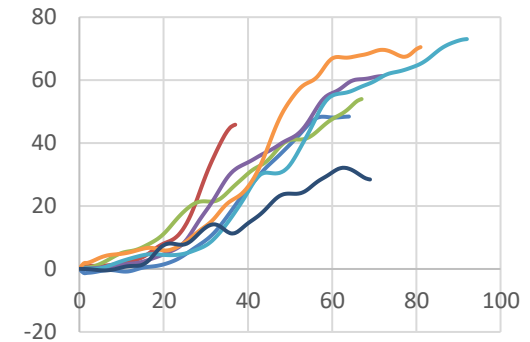
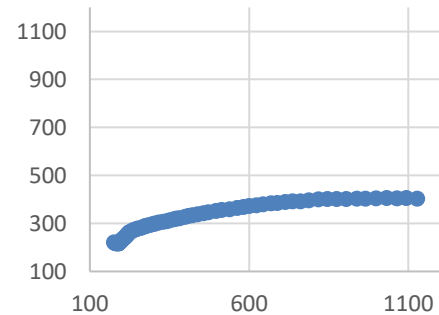
Ziel der Diplomarbeit

- Entwicklung einer Methodik zur Abbildung der Kinematik der HWS basierend auf gegebenen Highspeed-Röntgenvideos
- Durchführung verschiedener kinematischen Auswertungen

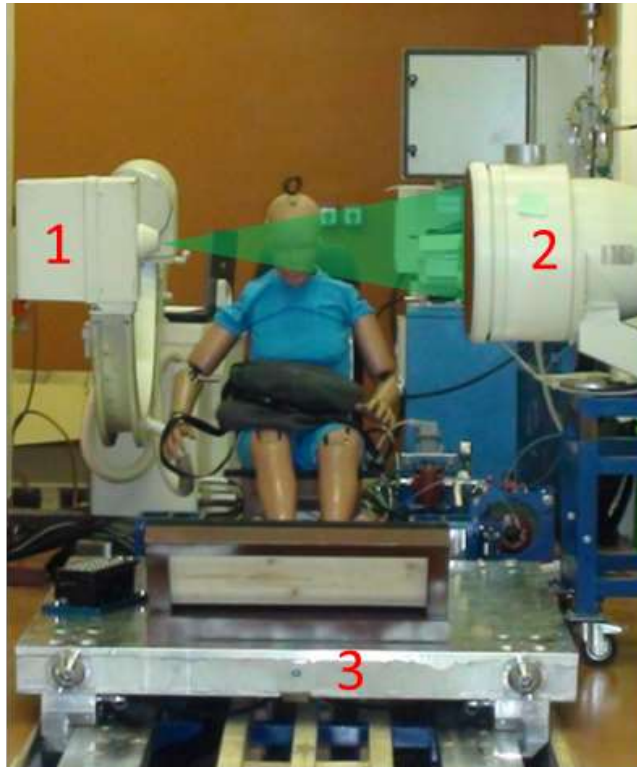


Quelle: University of Ljubljana, Faculty of Mechanical Engineering

Methodik



Methodik - Versuchsdurchführung



- 1: Röntgengerät
- 2: Bildverstärker
- 3: Schlittensystem
- 4: Highspeed-Kamera

- 4 PMHS (Alter 75-98, 2m, 2w) \approx 50 perzentilen m/w Dummy
- Je PMHS 2 Frontal- und 2 Heckversuche
- $\Delta v \approx 16$ km/h (IIWPG)

Methodik – Instrumentierung PMHS

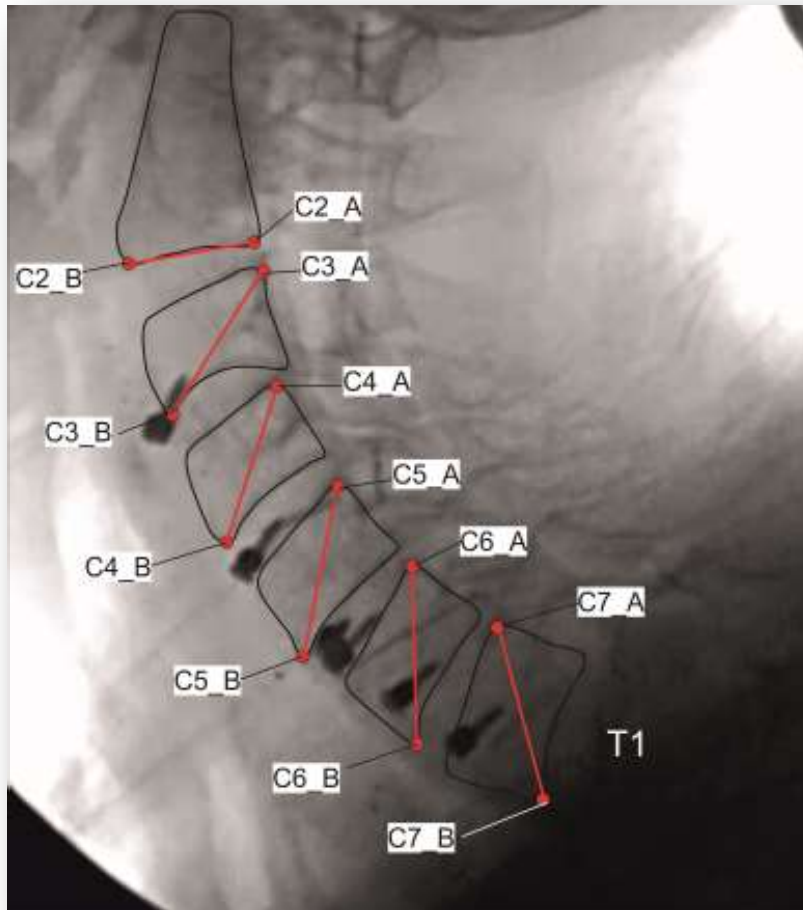


- Schrauben als Orientierungshilfe für die Videos
- Unterlegscheibe als Maßstab
- Zusätzlich 3 Dreiachsbeschleunigungssensoren

Methodik - Röntgenvideo



Methodik - Schema der Punktverfolgung



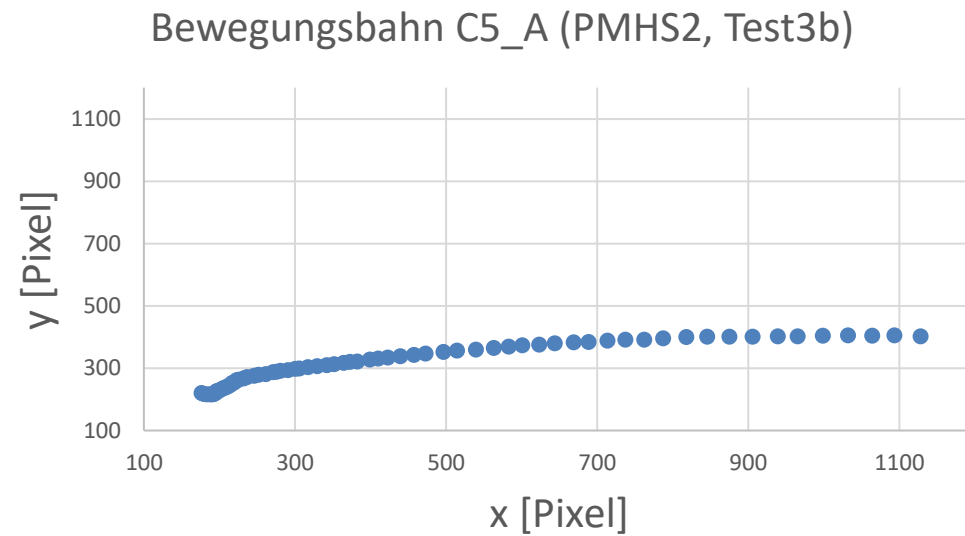
- Eckpunkte gewählt
- 2 Punkte je Halswirbelkörper
- Fixes Schema, unabhängig vom Kollisionstyp



Rasche und einheitliche Auswertungen

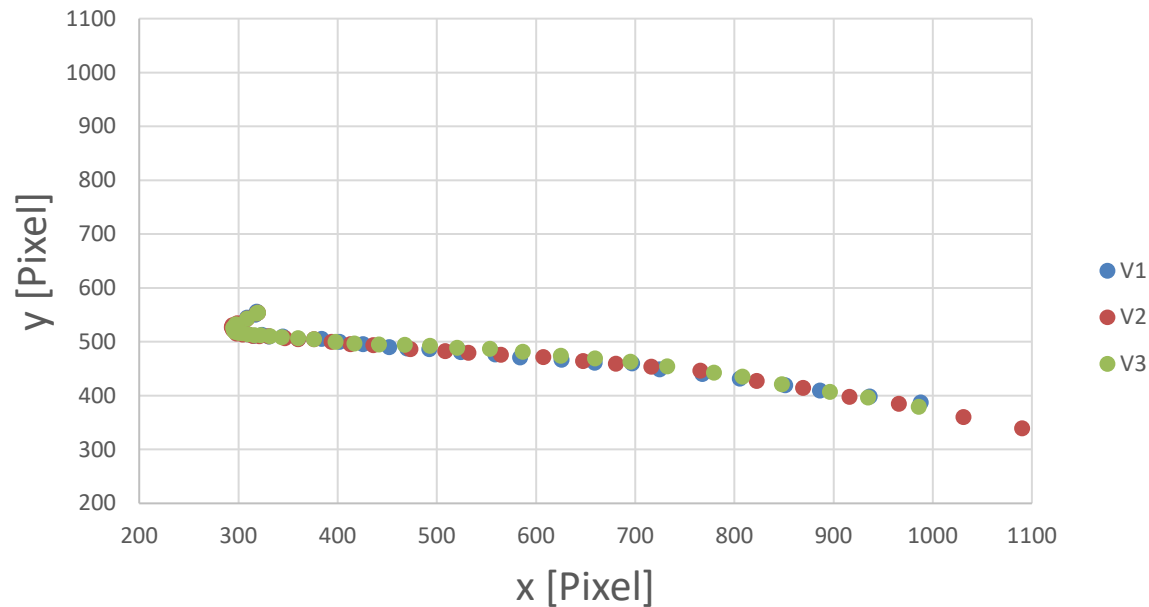
Methodik - Targettracking

Targettracking = Zeitliche Verfolgung der definierten Punkte



Methodik - Fehlerabschätzung

Ergebnisse 3x Targettracking



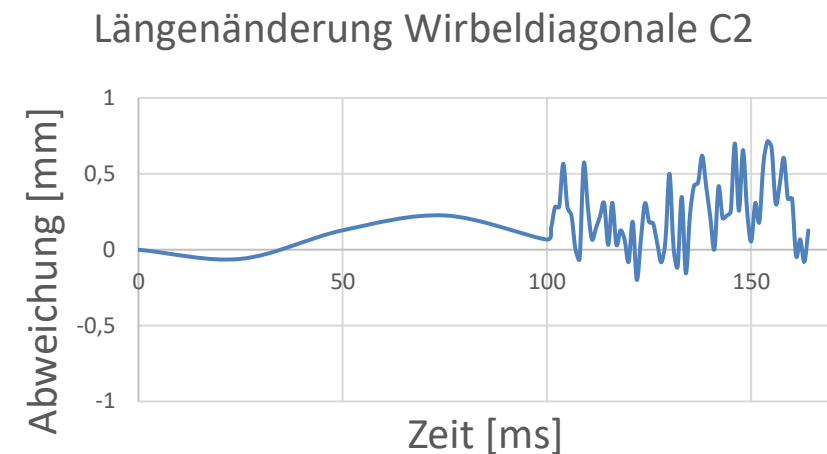
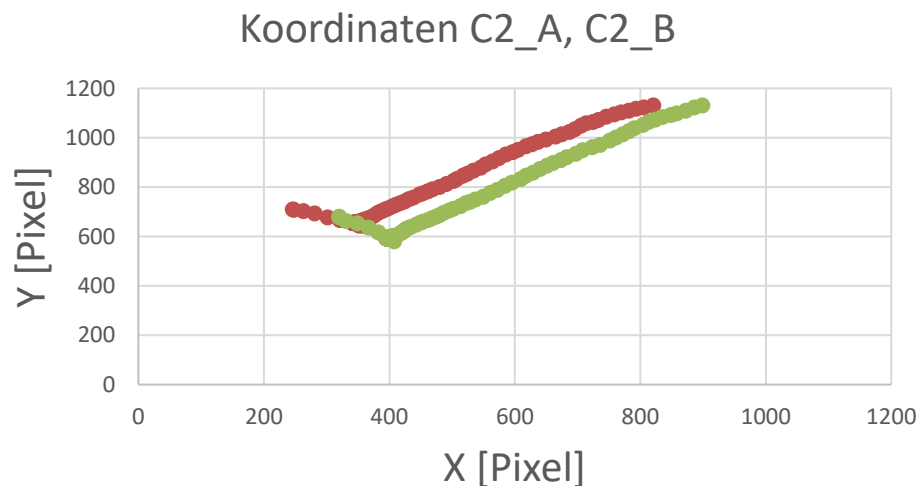
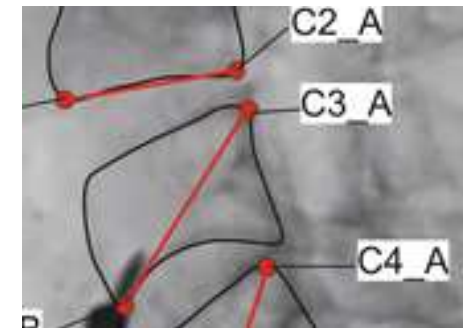
- Fehler durch Setzen der Punkte (Kontrast, Unschärfe)
- Pixelfehler (0,17-0,23 mm)

Wirbelpunkt	Bildqualität	dx [px]	dy [px]	dx [mm]	dy [mm]
PMHS1_Test_1a_C4_B	gut	-4.99	0.10	-1.00	0.02
PMHS1_Test4_C2_A	schlecht	-12.86	4.09	-2.89	0.92

Methodik – erweitertes Targettracking

Kontrolle d. Länge der „Wirbeldiagonale“

- Gleichzeitige Erfassung beider Punkte je Halswirbel
- Längenabweichung < 1 mm, in besten Fällen max. 0,5mm



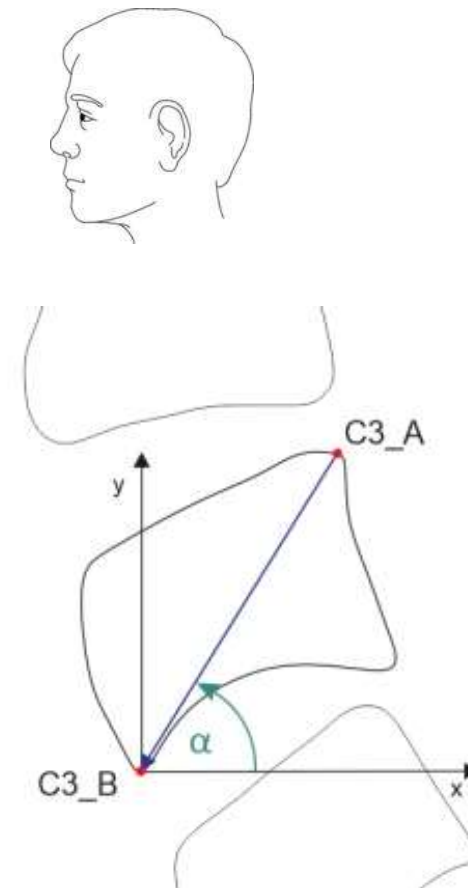
Auswertungen

- Winkeländerung der Halswirbel im globalen Koordinatensystem
- Winkeländerung angrenzender Halswirbel
- Scherung angrenzender Halswirbel

Auswertungen

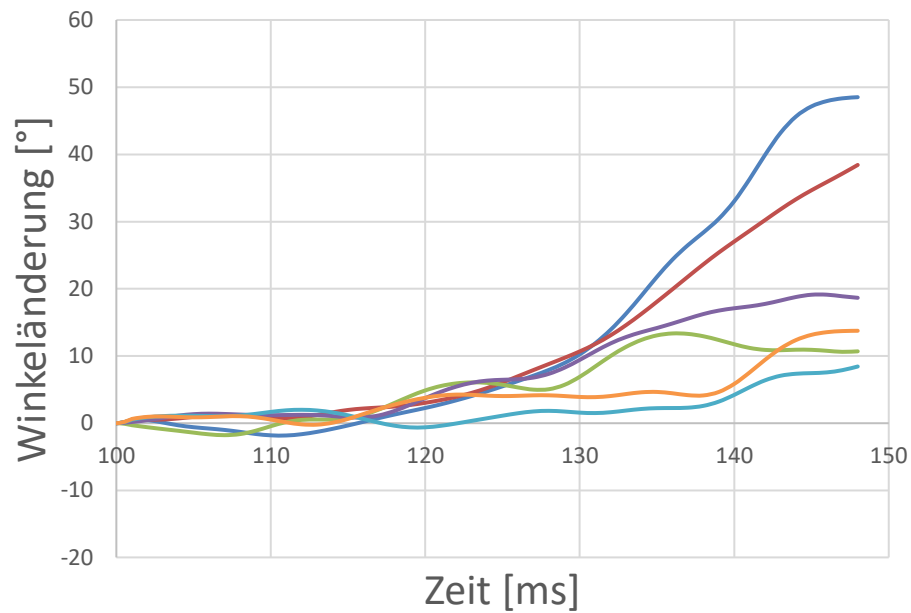
Winkeländerung der Halswirbel im globalen Koordinatensystem

- Bestimmung von α
- Referenzieren auf den Startwinkel α_0



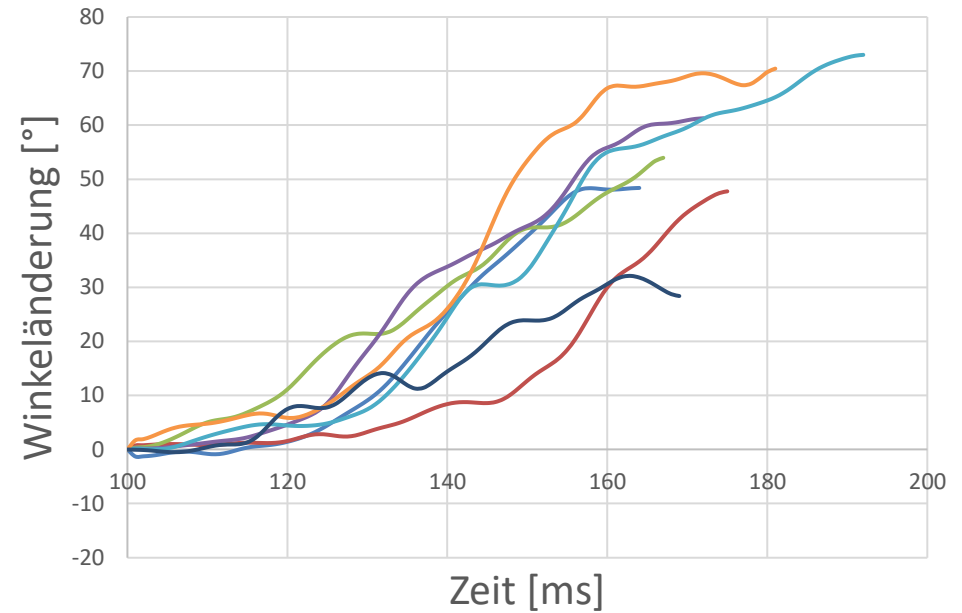
Auswertungen

Winkeländerung PMHS1_Test3_front



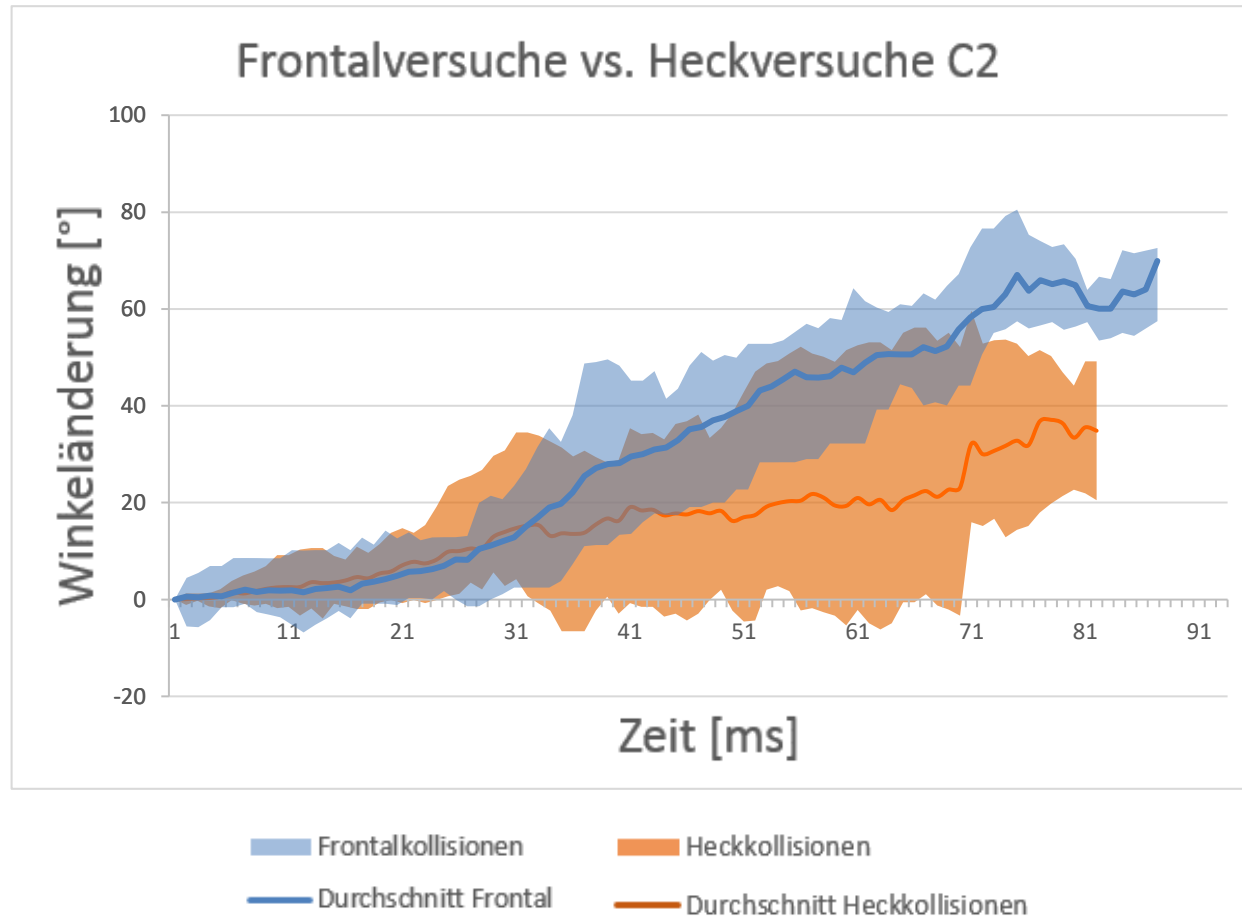
- C2
- C3
- C4
- C5
- C6
- C7

Winkeländerung C3 alle Frontalversuche

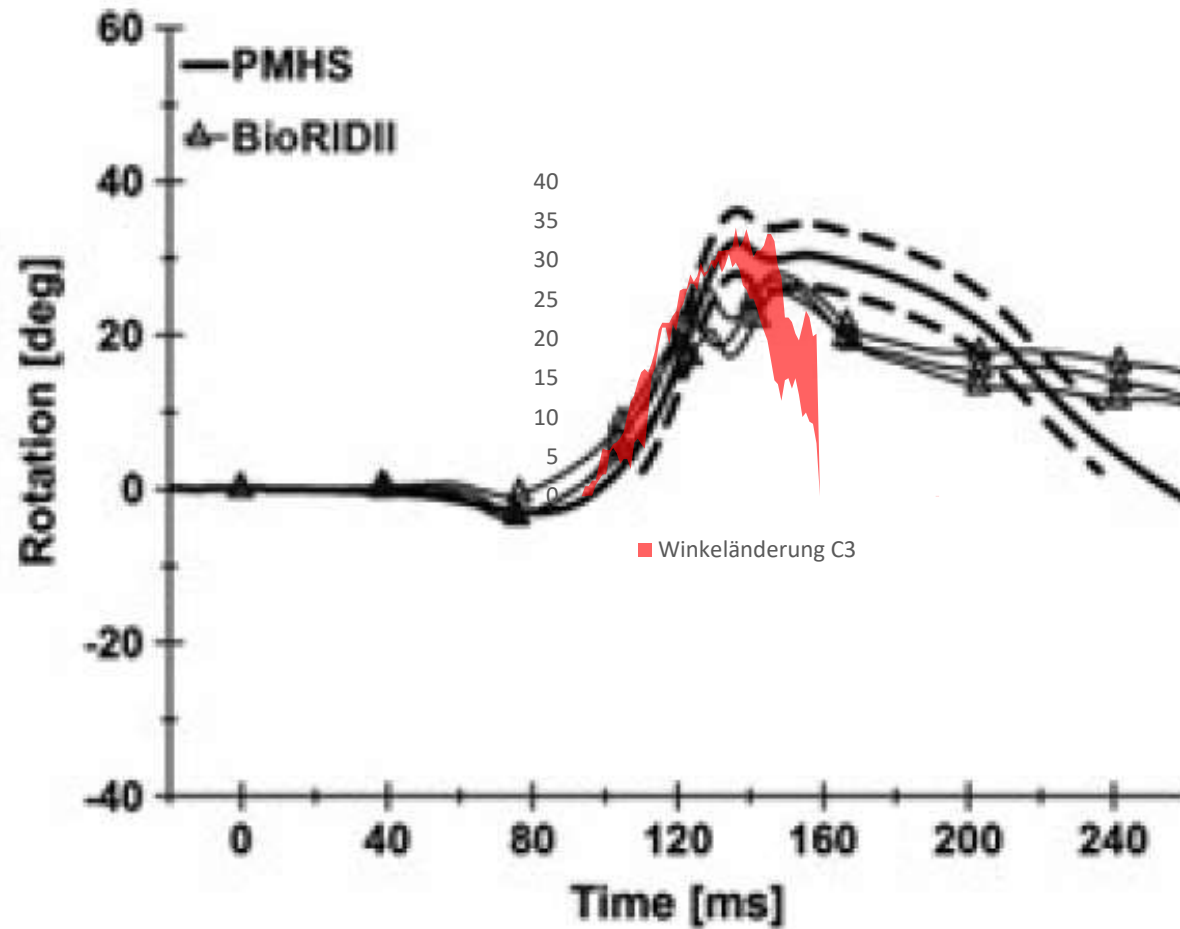


- PMHS1_Test3
- PMHS1_Test4
- PMHS2_Test1
- PMHS2_Test2
- PMHS3_Test3
- PMHS3_Test4
- PMHS4_Test1

Auswertungen – Front vs. Heck



Auswertungen - Vergleich mit Kang



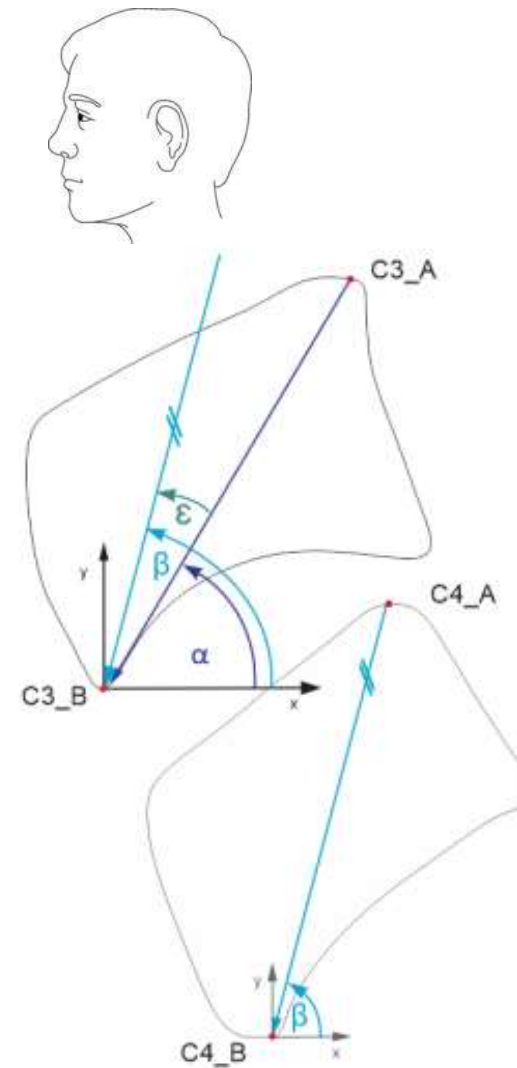
Auswertungen

Winkeländerung angrenzender Halswirbel

- Berechnung des Differenzwinkels ε
- Referenzieren von ε auf ε_0
- Berechnung der Winkel α und β

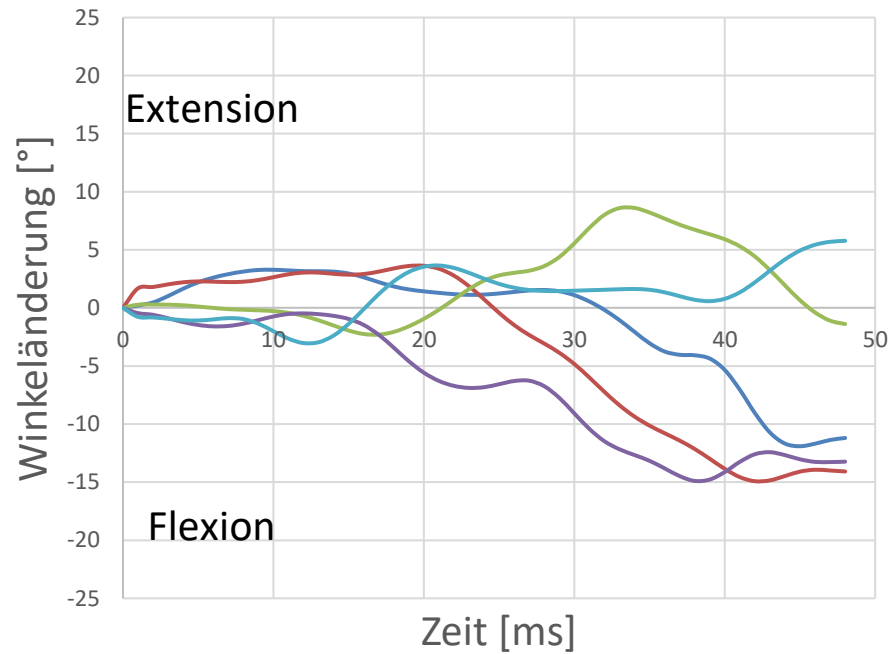


Lokale Flexion/Extension
angrenzender Halswirbel



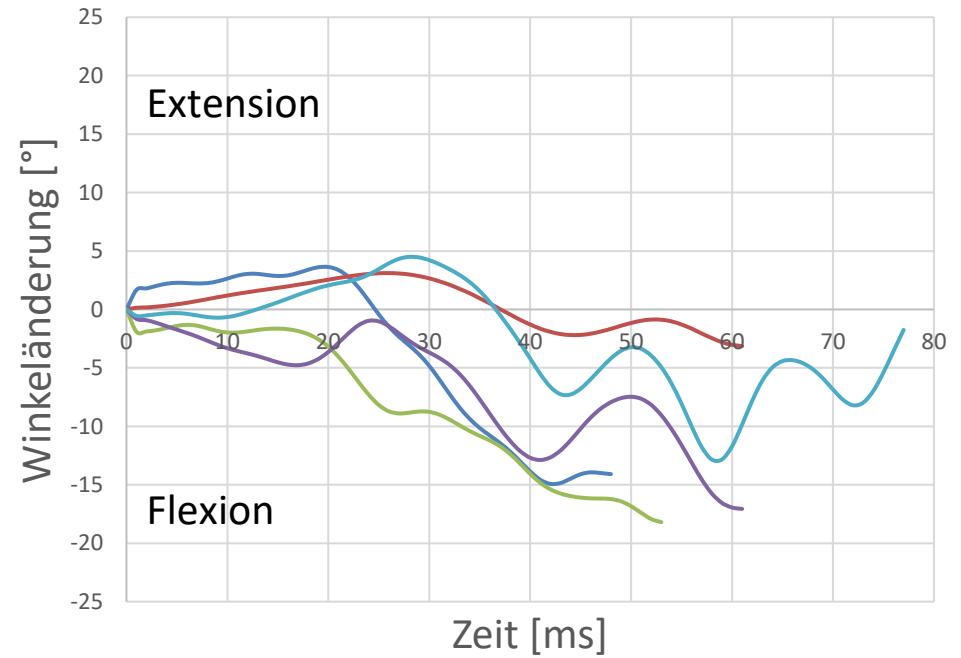
Auswertungen

Winkeländerung angrenzender Wirbel
PMHS1_Test3 (front)



- C2-C3 — C3-C4 — C4-C5
- C5-C6 — C6-C7

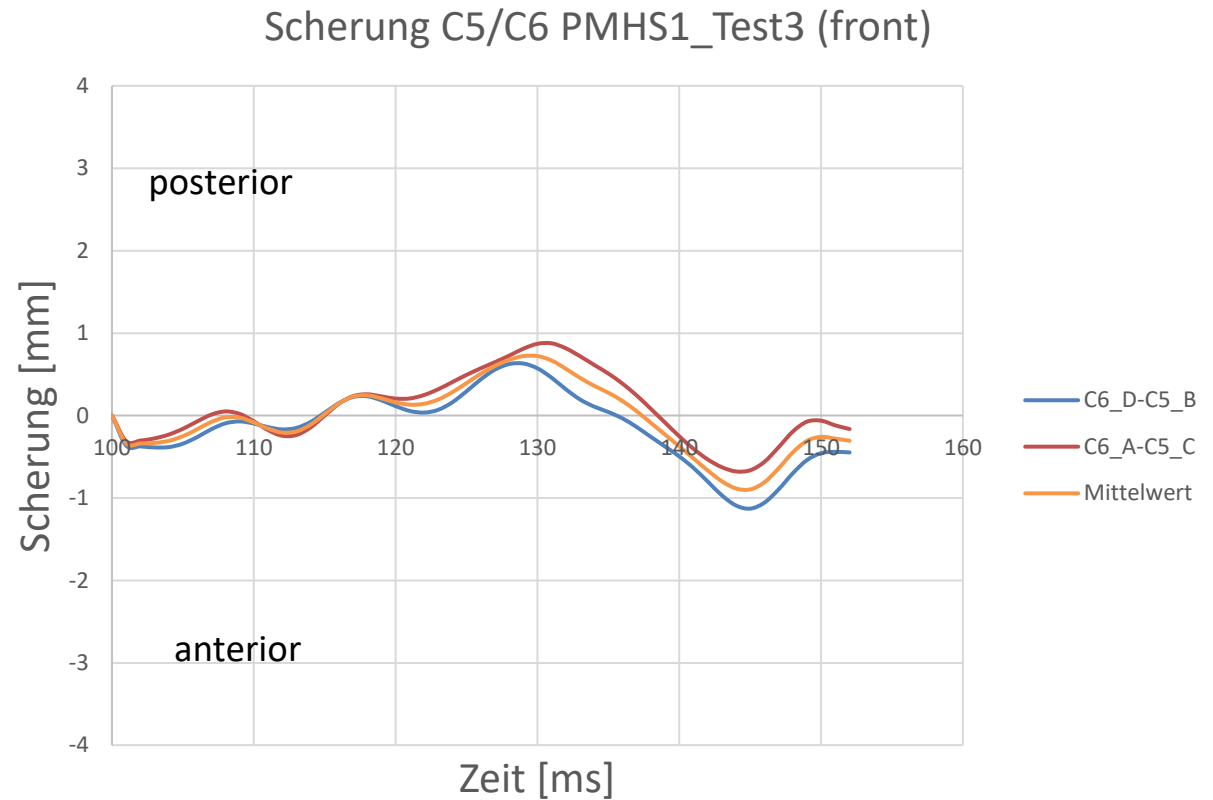
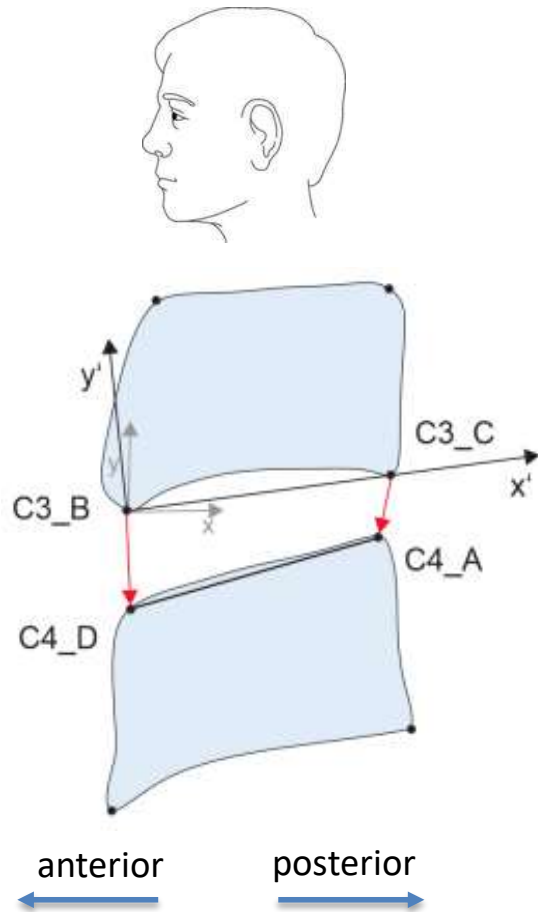
Winkeländerung C3-C4 aller Frontalversuche



- PMHS1_Test3 — PMHS1_Test4
- PMHS2_Test1 — PMHS2_Test2
- PMHS3_Test3

Auswertungen

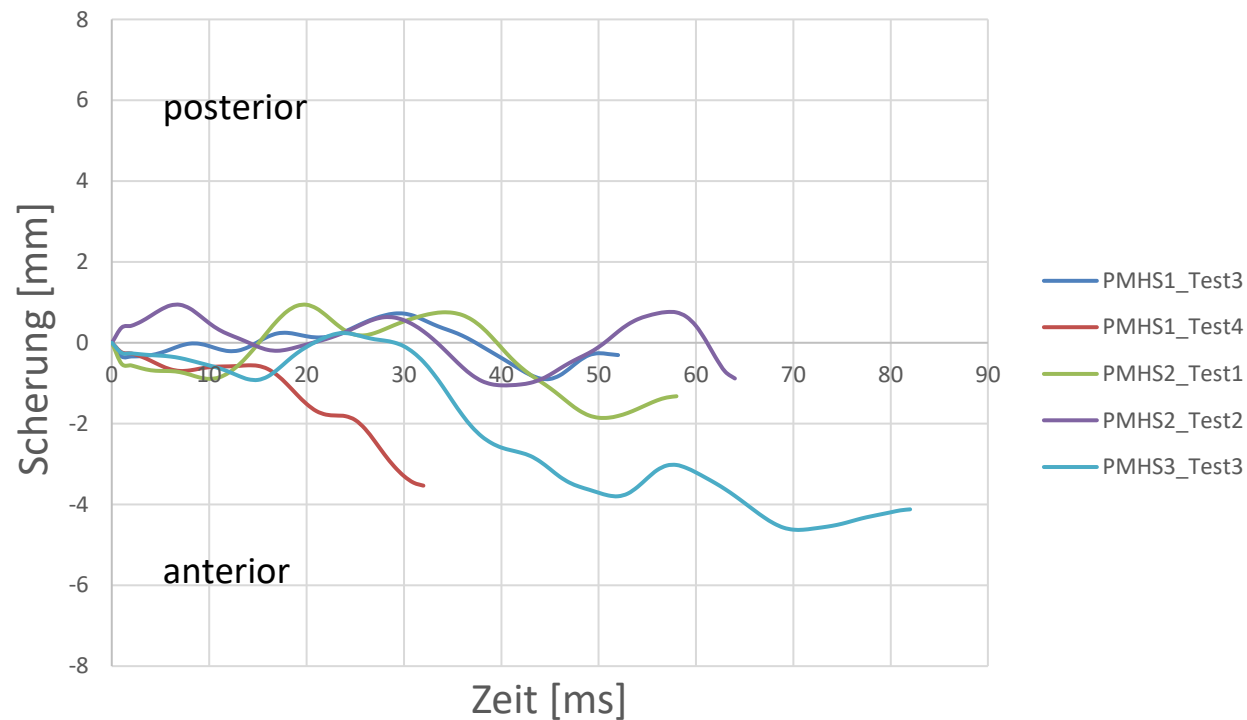
Scherung angrenzender Halswirbel



Auswertungen

Scherung angrenzender Halswirbel

Scherung des Wirbelpaares C5-C6 aller Frontalversuche



Einschränkungen der Arbeit

- Einschränkungen durch Tests mit PMHS
- Abweichungen durch die Methodik der Datengewinnung
 - Abweichung durch Targettracking (Kontrast/Unschärfe)
 - Abweichung durch Pixelfehler



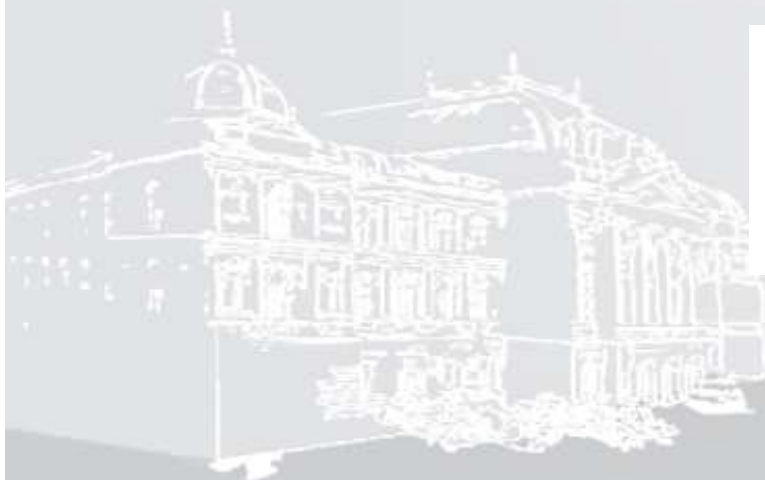
Diskussion

- Methodik der Datengewinnung aus Röntgenvideos und Targettracking gut geeignet (Abweichung unter 1 mm)
- Genauigkeit der Ergebnisse abhängig von der Videoqualität
- Ergebnisse von Heckkollisionen korrelieren tw. mit denen bekannter Studien
- Wenig vergleichbare Studien für Frontalkollisionen

ENCAP - Schleudertraumatest

Entwicklung der letzten Jahre

Rolf Lechner



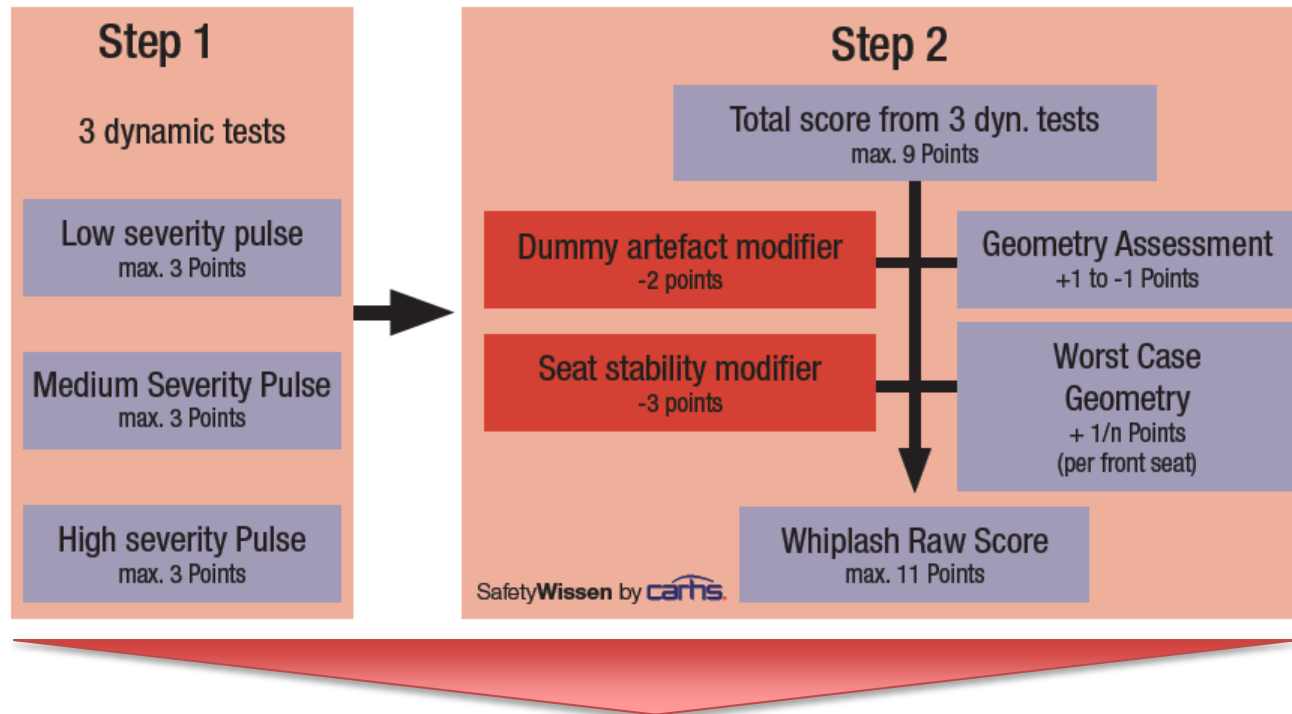
Forschungsfrage

Wie sieht eine Sitz-Leichtbaustruktur aus, die die relevanten Anforderungen des Heckaufpralls berücksichtigt?

- **Retrospektive statistische Analyse** der Einflussfaktoren des Sitzdesigns auf die Kinematik eines BioRID-II ATDs während eines Heckaufpralls.
- **Objektivierung** der Kinematik des BioRID-II ATDs relativ zum Sitz.
- Einfluss des Multi Material Design (MMD) -Ansatzes auf die robuste Sitzauslegung.
- Identifizierung der **Wechselwirkung** des Gesamt-Sitzes, der Sitz-Systeme und der Sitz-Komponenten zwischen Komfort und Sicherheit.



Punkteverteilung



**Gesamtbewertung wird auf max. 2 Punkte skaliert
Ab nächstem Jahr auf 1,5 Punkte**

Definiert in dem „ASSESSMENT PROTOCOL – ADULT OCCUPANT PROTECTION“ Version 6.0, July 2013 Punkt 5.3.1.2

Entwicklung der Versuchsergebnisse

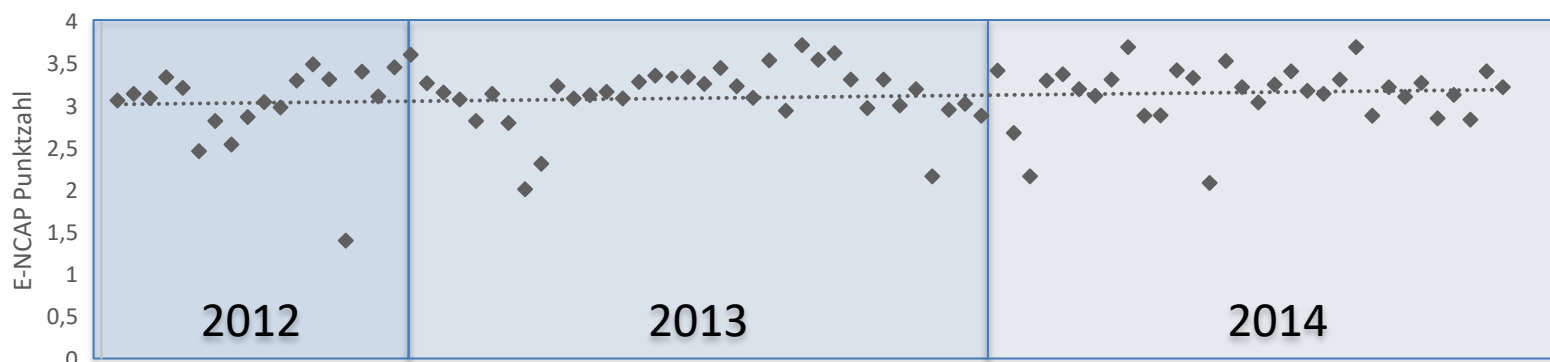
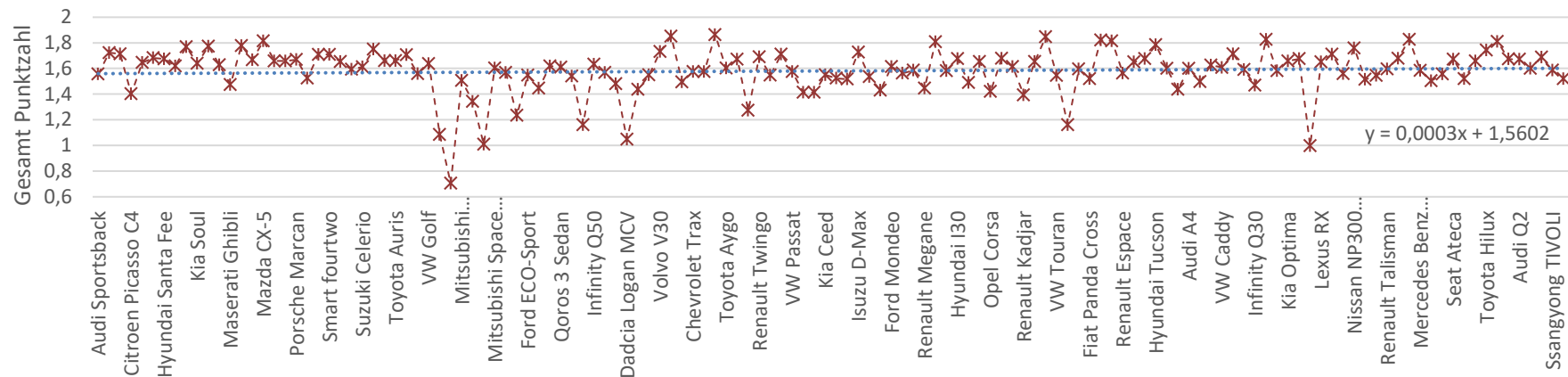


Bild 1: Versuchsergebnisse aller Schleudertraumatests der letzten Jahre (2012-2014)

Anzahl an getesteten Sitze	: 86
Mittelwert der Gesamtpunktzahl	: 2,83
Maximum der Gesamtpunktzahl	: 3,724
Minimum der Gesamtpunktzahl	: 1,407
Kurtosis der Gesamtpunktzahl	: -0,399

Statistische Analyse

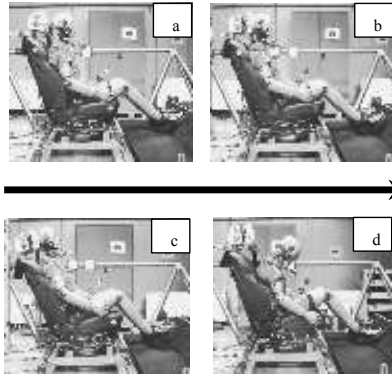
- Fakten zum Datensatz:
 - >135 Sitze verschiedener Hersteller mit Zulassungen in Europa getestet von Euro NCAP
 - Maximale Bewertungswerte und vermessene Sitzwerte
 - Euro NCAP Gesamtbewertung \bar{x} : 1.573; σ : 0.125



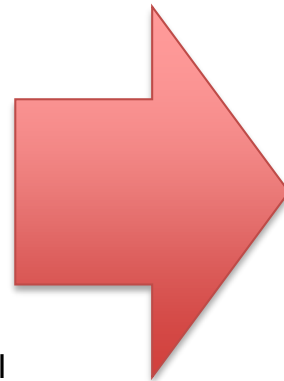
- Multivariate-Analyse-Methoden (Faktoren- und Cluster-Analyse)
 - Erhöhung der Schaumdicke auf der Rückenlehne reduziert die Zug-Kräfte und die obere Nacken-Flexionsmomente.
 - Erhöhung der Sitzrückverlagerung reduziert die T1 x-Beschleunigung und erhöht die Zug-Kräfte im Nackenbereich.
 - Erhöhung des Abstandes zwischen der Kopfstütze und der Rückenlehne reduziert die oberen Nacken Zug-Kräfte und das Flexions-Moment sowie die untere Nacken Scher-Kraft und das Extensions-Moment.

[Reference: Lechner R, Hailer I, Horion S, Steffan H Assessment of the influencing parameters on the kinematical behavior of the BioRID-II Anthropometric Test Device (ATD) by Analysing Seat Design Parameters Tested by the European New Car Assessment Programme (Euro-NCAP), *Proceedings of IRCOBI Conference*, 2016, Malaga.]

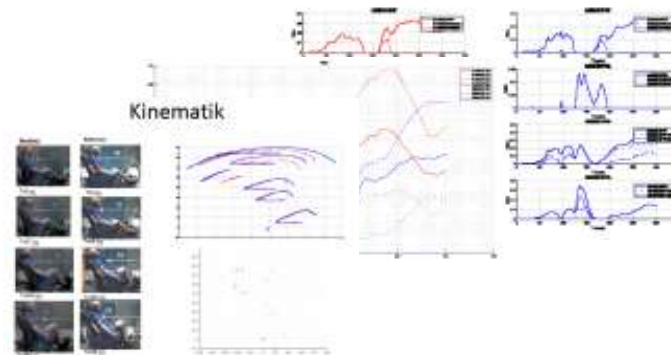
Objektivierung der Kinematik



Ermittlung der Trajektorien des BioRID-II ATDs und des Sitzes



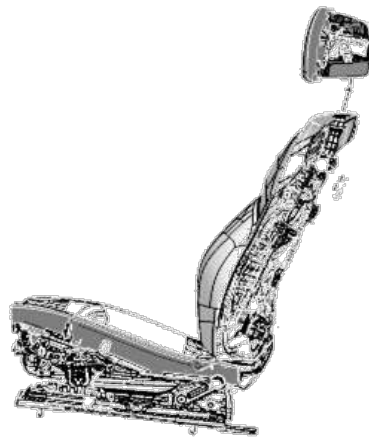
Auswertung und Analyse durch aussagekräftige Kennwerte



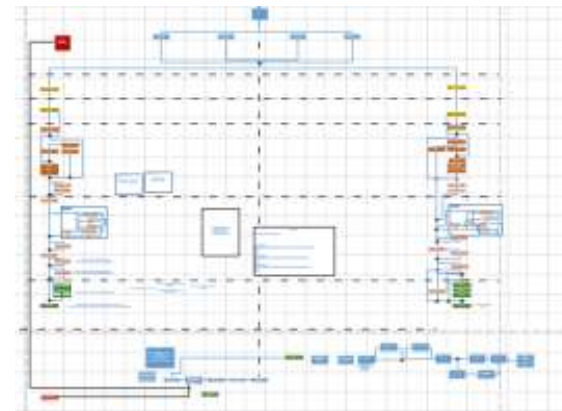
Delta-Vergleich und detaillierte Definition der Kinematik

Validierung

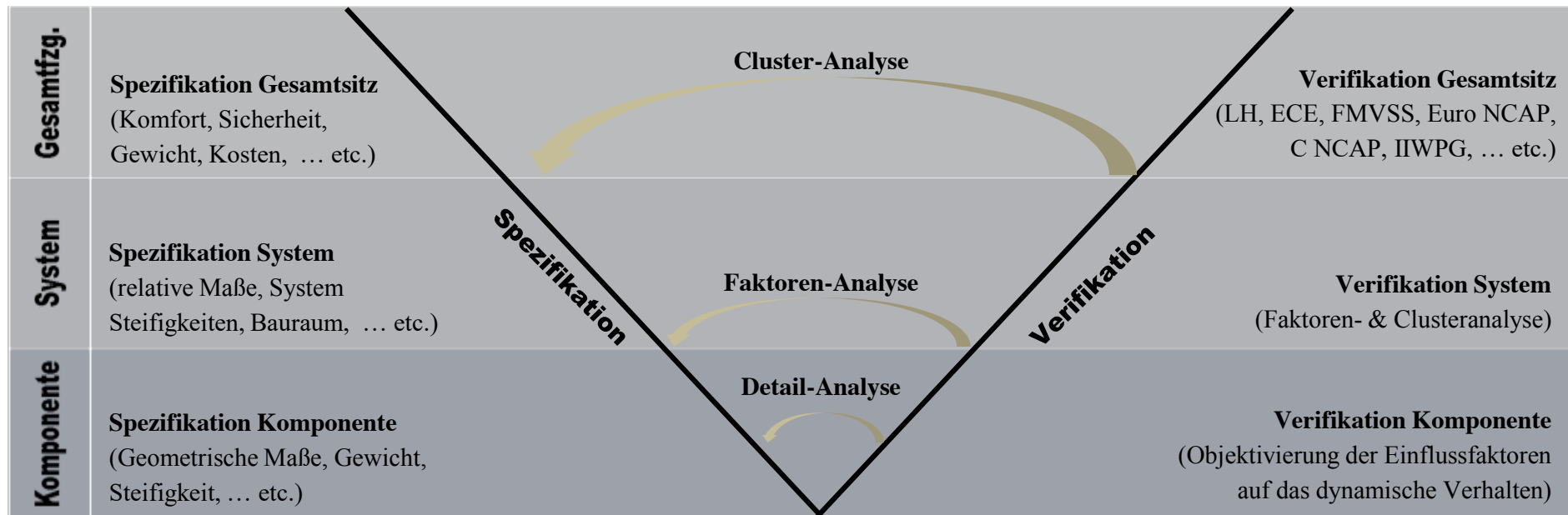
Einfluss des Multi-Material-Designs (MMD) auf die Kinematik im Heckaufprall durch gezielte Optimierung relevanter Bauteileigenschaften



Analyse der Wirkkette und Wechselwirkung der Einflussfaktoren zwischen Komfort und Sicherheit



Dissertation



H. Steffan Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.

TU-Graz

VSI - Vehicle Safety Institute

Phone: 0043 / 316 / 873 / 30300

email: h.steffan@tugraz.at

