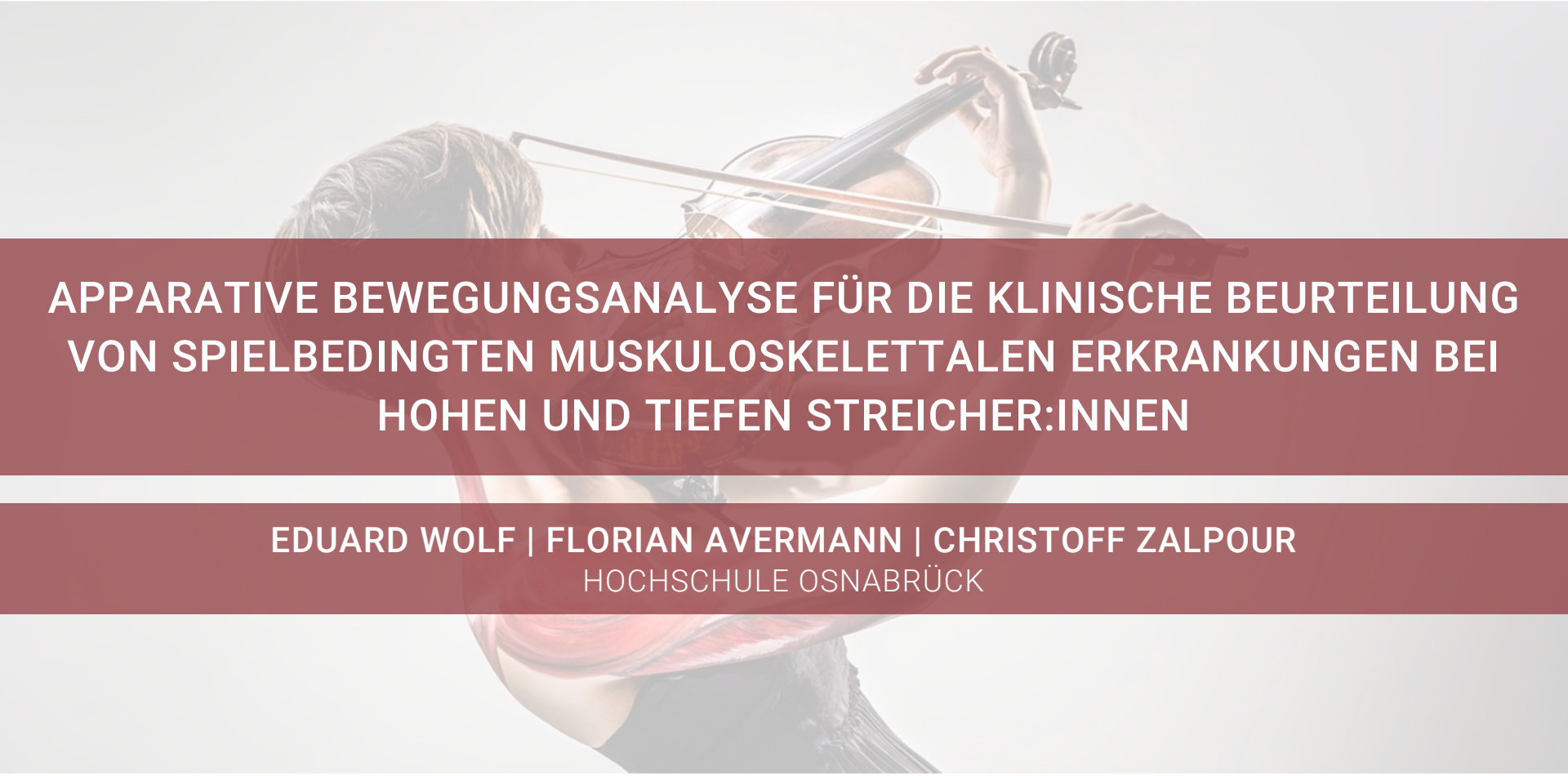
HOCHSCHULE OSNABRÜCK
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



APPARATIVE BEWEGUNGSANALYSE FÜR DIE KLINISCHE BEURTEILUNG VON SPIELBEDINGTEN MUSKULOSKELETTALEN ERKRANKUNGEN BEI HOHEN UND TIEFEN STREICHER:INNEN

EDUARD WOLF | FLORIAN AVERMANN | CHRISTOFF ZALPOUR
HOCHSCHULE OSNABRÜCK

HOCHSCHULE OSNABRÜCK
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

01 EINFÜHRUNG
02 ENTWICKLUNG
03 ANWENDUNGSBEISPIEL
04 KLINISCHE IMPLIKATIONEN
05 AUSBLICK

EINFÜHRUNG

HINTERGRUND

- RefLabPerform: "Referenzlabor für die Beurteilung neuromuskuloskeletaler Erkrankungen bei Performing Artists" im *"INAP/O – Institut für angewandte Physiotherapie und Osteopathie"* in Osnabrück, Deutschland
  - Integration fortschrittlicher apparativer Bewegungsanalyse in die *Musikerphysiotherapie*
- Neuartige Marker-basierte Methode zur Analyse von *3D-Oberkörper-Kinematik* bei *Streicher:innen*
  - Multi-segmentiertes Modell der Schulter und Wirbelsäule bei einer einfachen Anwendung
  - Guter Kompromiss zwischen *Genauigkeit*, *Wiederholbarkeit* und *Praktikabilität* für die *klinische Anwendung*
  - Führt Kliniker:innen zu Verbesserungen bei *Prävention*, *Diagnose* und *Behandlung*
- Studien zur klinischen Anwendbarkeit und Reproduzierbarkeit der Methode:
  - Wolf, E., Möller, D., Ballenberger, N., Morisse, K., Zalpour, K., 2019. *Marker-Based Method for Analyzing the Three-Dimensional Upper Body Kinematics of Violinists and Violists: Development and Clinical Feasibility.* MPPA 34, 179–190.
  - Wolf, E., Möller, D., Ballenberger, N., Morisse, K., Zalpour, C., 2022. *Marker-Based Method for Analyzing the Three-Dimensional Upper Body Kinematics of Violinists: Reproducibility.* MPPA 37, 176–191.

ABSICHT

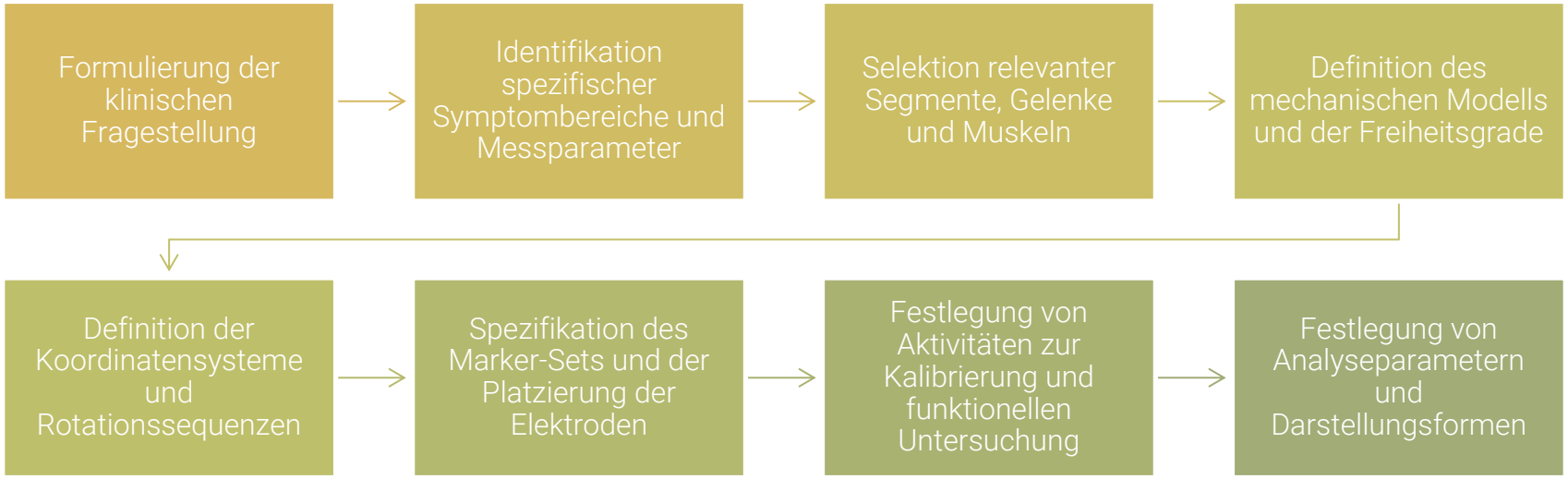
Entwicklung und Anwendung eines Bewegungsanalyseprotokolls für die *kinematische* und *muskuläre Beurteilung funktioneller Bewegungen* im Oberkörper bei *hohen* und *tiefen Streicher:innen* in einem *klinischen Umfeld* für die Untersuchung *spielbedingter muskuloskelettalen Erkrankungen* (engl. *playing-related musculoskeletal disorders, PRMDs*).

ENTWICKLUNG

ANSATZ

- Integration der apparativen Bewegungsanalyse in den *physiotherapeutischen Clinical Reasoning-Prozess* für…
  - Testung klinischer (Arbeits-)*Hypothesen*
  - Evaluierung von *Behandlungsergebnissen* *(prä-/post-interventioneller Vergleich)*
- Entwicklung basiert weitestgehend auf „Upper extremity models for clinical movement analysis“ von Cutti et al. (2018); adaptiert nach *“A framework for the definition of standardized protocols for measuring upper-extremity kinematics”* von Kontaxis et al. (2009)

ENTWICKLUNGSPROZESS



BEWEGUNGSANALYSEPROTOKOLL

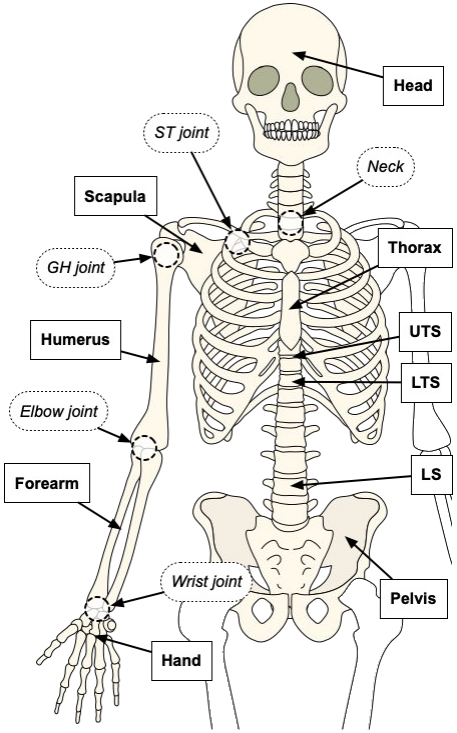
- Klinische Fragestellung:
  Welche intra-individuellen Haltungen und Belastungen sind verbunden mit den neuromuskulo-skeletalen Beschwerden im Oberkörper eines:r Streicher:in?
- Sechs *grundlegende* Symptombereiche im Oberkörper (S1-6):
  - S1-3: Hals, Brust- oder Lendenwirbelsäule *(Oberer & unterer Rücken, Nacken und Schulter)*
  - S4: Nacken-Schulter-Arm *(links/rechts) (Nacken, oberer Rücken, Schultern, Arme und Hände)*
  - S5: Arm *proximal (links/rechts) (Schulter und Ober- & Unterarm)*
  - S6: Arm *distal (links/rechts) (Schulter, Ober- & Unterarm und Hand)*
- Kinematische und muskuläre Parameter von *Segmenten*, *Gelenken* und *Muskeln* des Oberkörpers
  - ➢ *Relative* Segment-/Gelenkrotationswinkel sowie Muskelaktivitäten *über die Zeit*

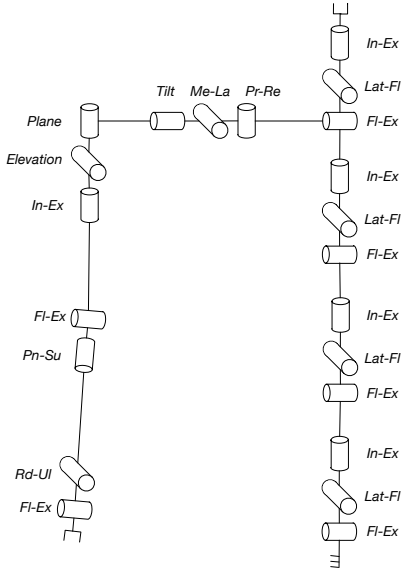
HOCHSCHULE OSNABRÜCK
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

BEWEGUNGSANALYSEPROTOKOLL

UTS = Obere Brustwirbelsäule
LTS = Untere Brustwirbelsäule
HT = Humerothorakal
ST = Skapulothorakal
GH = Glenohumeral

- 14 Segmente
  - *Becken, LWS, untere & obere BWS, Kopf, Thorax, Skapulae, Humerii, Unterarme (Radius/Ulna), Hände*
- 18 Muskeln
  - *M. erector spinae (pars lumbalis/thoracalis)*
  - *M. sternocleidomastoideus*
  - *M. scalenus anterior*
  - *M. serratus anterior*
  - *M. trapezius (pars ascendens/descendens)*
  - *M. deltoideus (pars clavicularis/acromialis/spinalis)*
  - *M. pectoralis major (clavicularis/sternocostalis)*
  - *M. triceps brachii*
  - *M. biceps brachii*
  - *M. flexor/extensor carpi ulnaris/radialis*

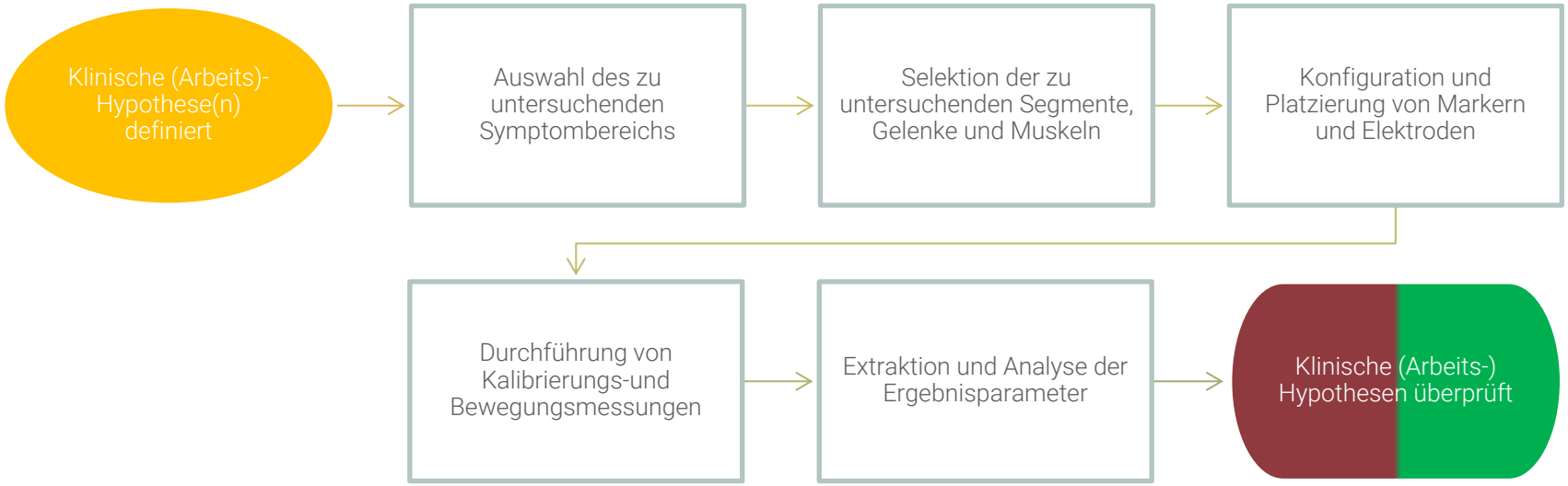




Fl-Ex	Flexion/extension
Lat-Fl	Lateral flexion
In-Ex	In-/external Rotation
Pr-Re	Pro-/retraction
Me-La	Medial/lateral rotation
Tilt	Anterior/posterior tilt
Plane	Plane of elevation
Pn-Su	Pro-/supination
Rd-Ul	Radial/ulnar deviation

ANWENDUNGSBEISPIEL

DURCHFÜHRUNG



ANWENDUNGSBEISPIEL

ST = Skapulothorakal
GH = Glenohumeral

Arbeitshypothese

- Nackenbezogener Armschmerz mit neurodynamischer Komponente
- *Motor-Control-Problem im skapulothorakalen Bereich*

Symptombereich

➢ S4 *(links)* (*Nacken-Schulter-Arm*)

Segmente/Gelenke

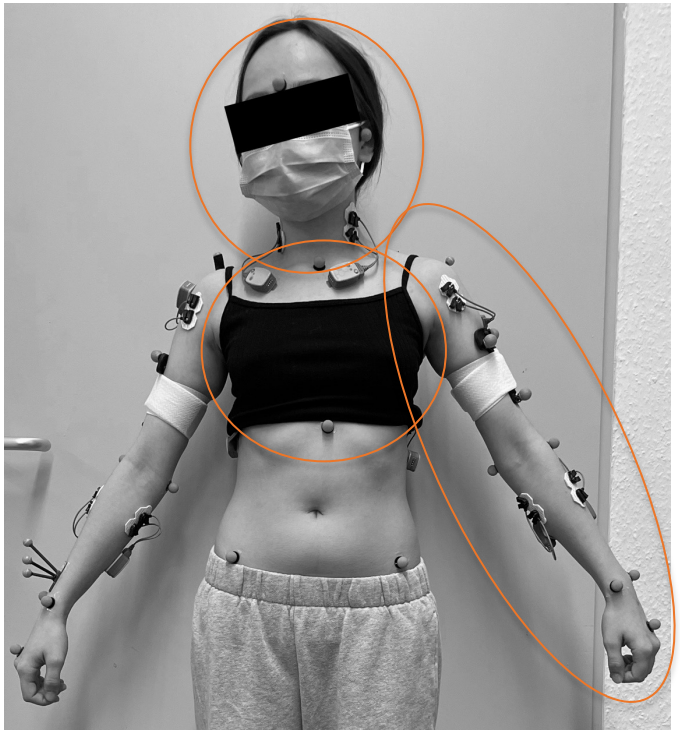
➢ BWS und Nacken; ST-, GH-, Ellenbogen-, Radioulnar- und Handgelenk *(links)*

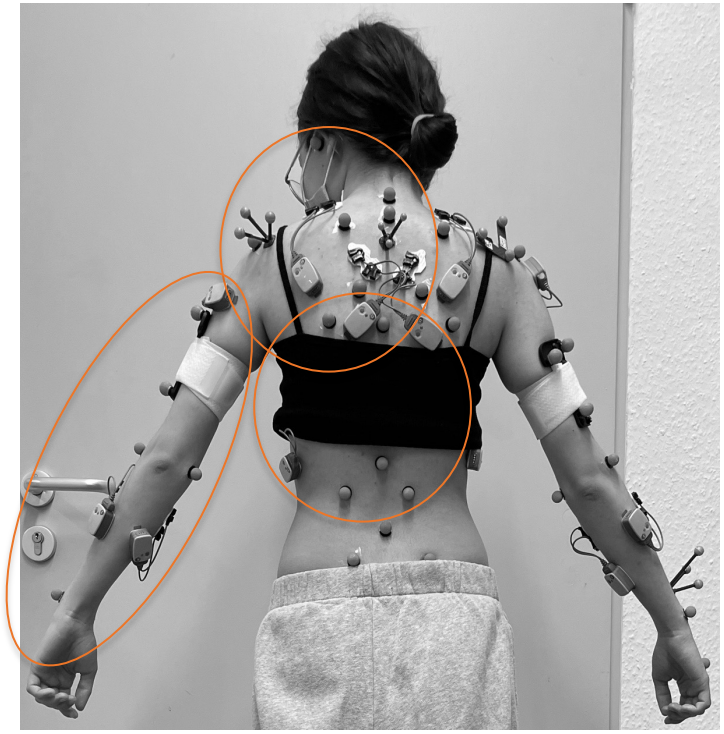
Muskeln

➢ Sternocleidomastoid, Serratus, oberer & unterer Trapezius, Deltoid (anterior) sowie Unterarmflexoren & -extensoren *(links)*

DATENSAMMLUNG

Marker-Set and Oberflächenelektroden





DATENSAMMLUNG

CAST = Calibrated Anatomical Systems Technique
GH-JRC = Glenohumeral Joint Rotation Center
bpm = Beats per Minute

Bewegungsmessungen

Instrumente: *Qualisys 3D Motion Capture-System (16 Kameras)* and *Noraxon Ultium EMG-System*

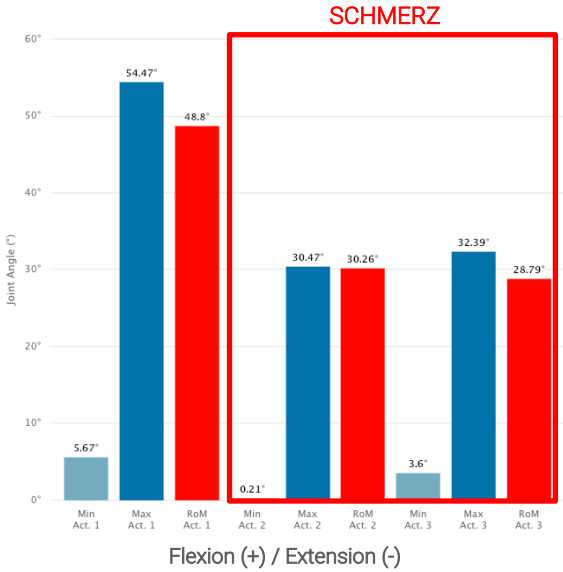
1. Statische *Kalibrierung* (CAST)
   90° Ellenbogenflexion; linker Unterarm supiniert & rechter Unterarm proniert
2. Funktionelle *Kalibrierung*
   Abschätzung von GH-JRC sowie Ellenbogen-Flexions- & Pro-/Supinationsachse
3. Funktionelle *Untersuchung*
   Chromatische Tonleiter (C-Dur):
   50 bpm, 100 bpm & 120 bpm (Metronom)

Verarbeitung & Extraktion: *Visual 3D (C-Motion)*

ERGEBNISSE | PRÄ-UNTERSUCHUNG

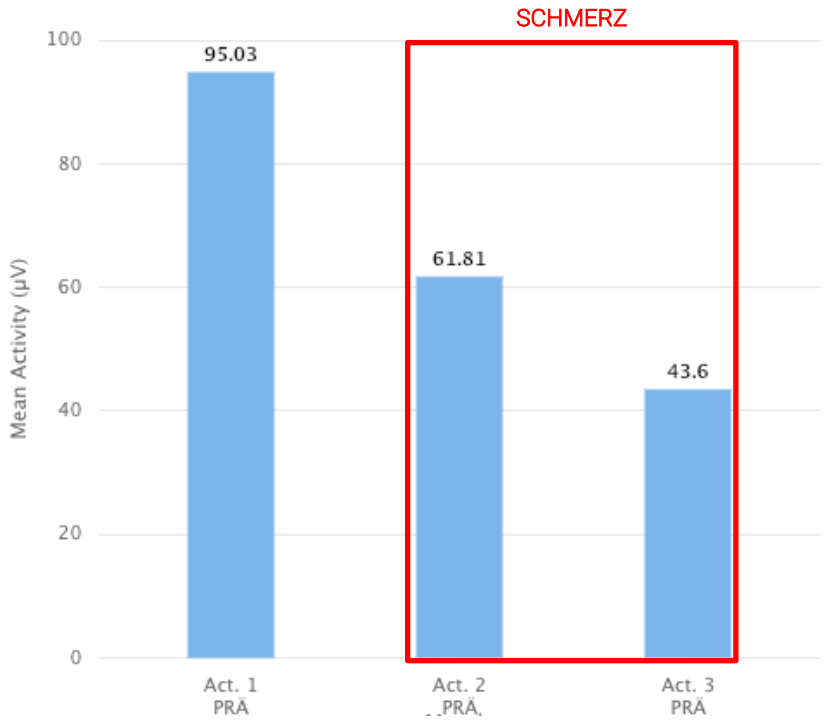
Gelenkwinkel | Minimum, Maximum & Bewegungsausmaß | Unterschiede zwischen Akt. 1-3

Handgelenk | *links*



ERGEBNISSE | PRÄ-UNTERSUCHUNG

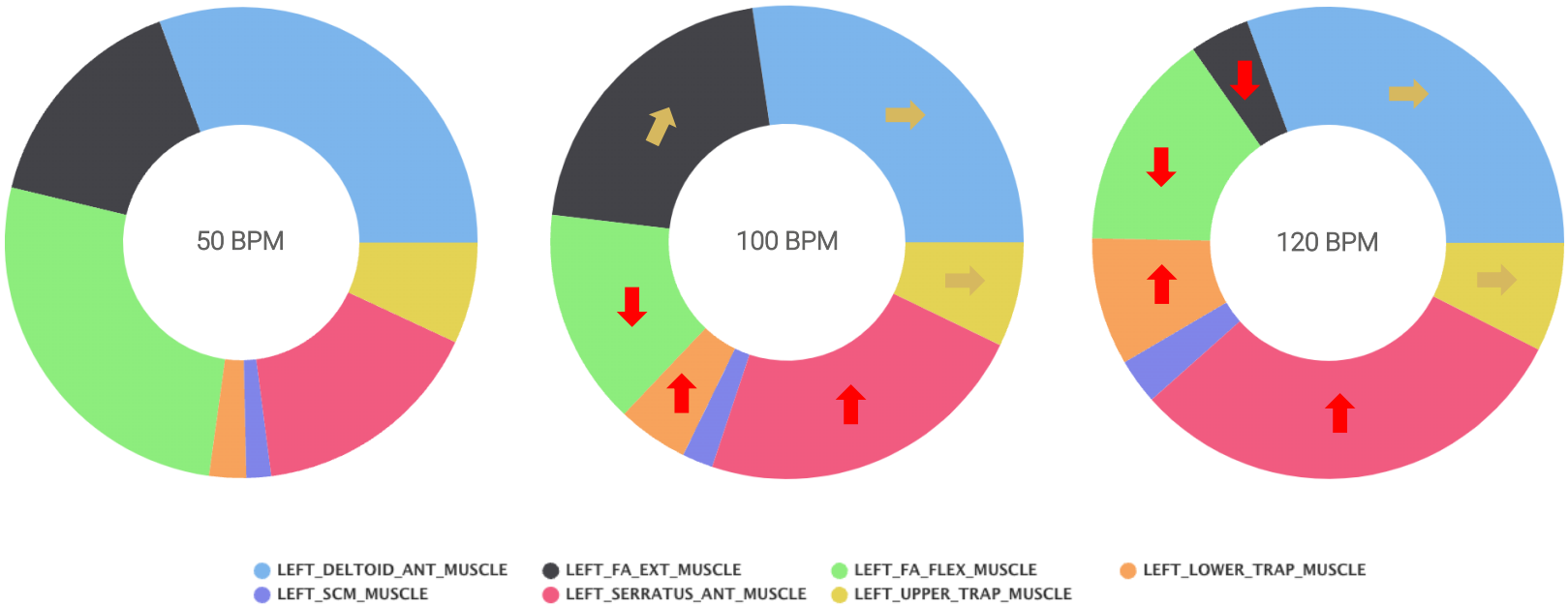
Muskelaktivität | Mittelwert | Unterschiede zwischen Akt. 1-3



Deltoid anterior | *links*

ERGEBNISSE | PRÄ-UNTERSUCHUNG

Muskelaktivität | Mittlerer %-Anteil jedes Muskels | Unterschiede zwischen Akt. 1-3



IMPLIKATIONEN | PRÄ-UNTERSUCHUNG

- Schmerz trat zum *Ende der zweiten* sowie *Beginn der dritten Aktivität* auf
- Höheres Tempo und Schmerz hatten offenbar eine Auswirkung auf *linksseitige Rotationswinkel* und *Muskelaktivitäten:*
  - *Geringere* Bewegung und Bewegungsausmaß
  - *Geringere* Muskelaktivität in *Unterarmmuskeln*
  - *Größerer* %-Anteil in *skapulothorakalen Muskeln*

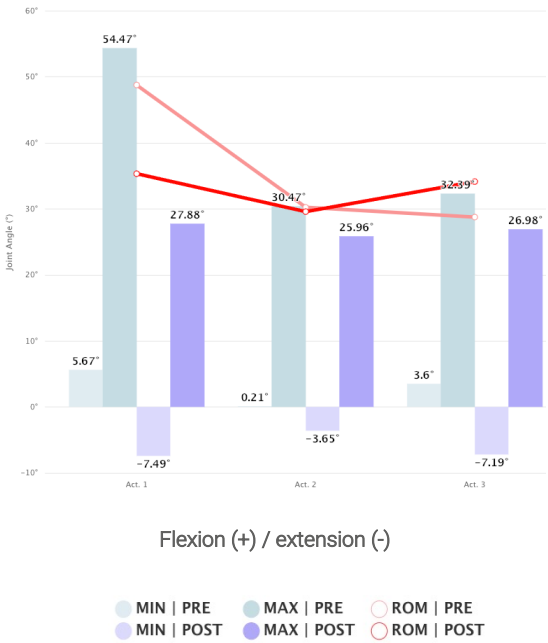
✓ Arbeitshypothese BESTÄTIGT: *„Motor-Control-Problem im skapulothorakalen Bereich“*

HOCHSCHULE OSNABRÜCK
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

ERGEBNISSE | POST-UNTERSUCHUNG

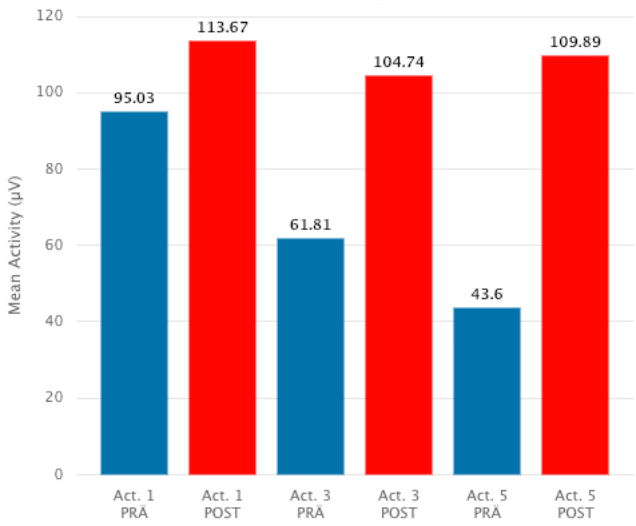
Gelenkwinkel | Minimum, Maximum & Bewegungsausmaß | Prä-/Post-Vergleich (Akt. 1-3)

Handgelenk | *links*



ERGEBNISSE | POST-UNTERSUCHUNG

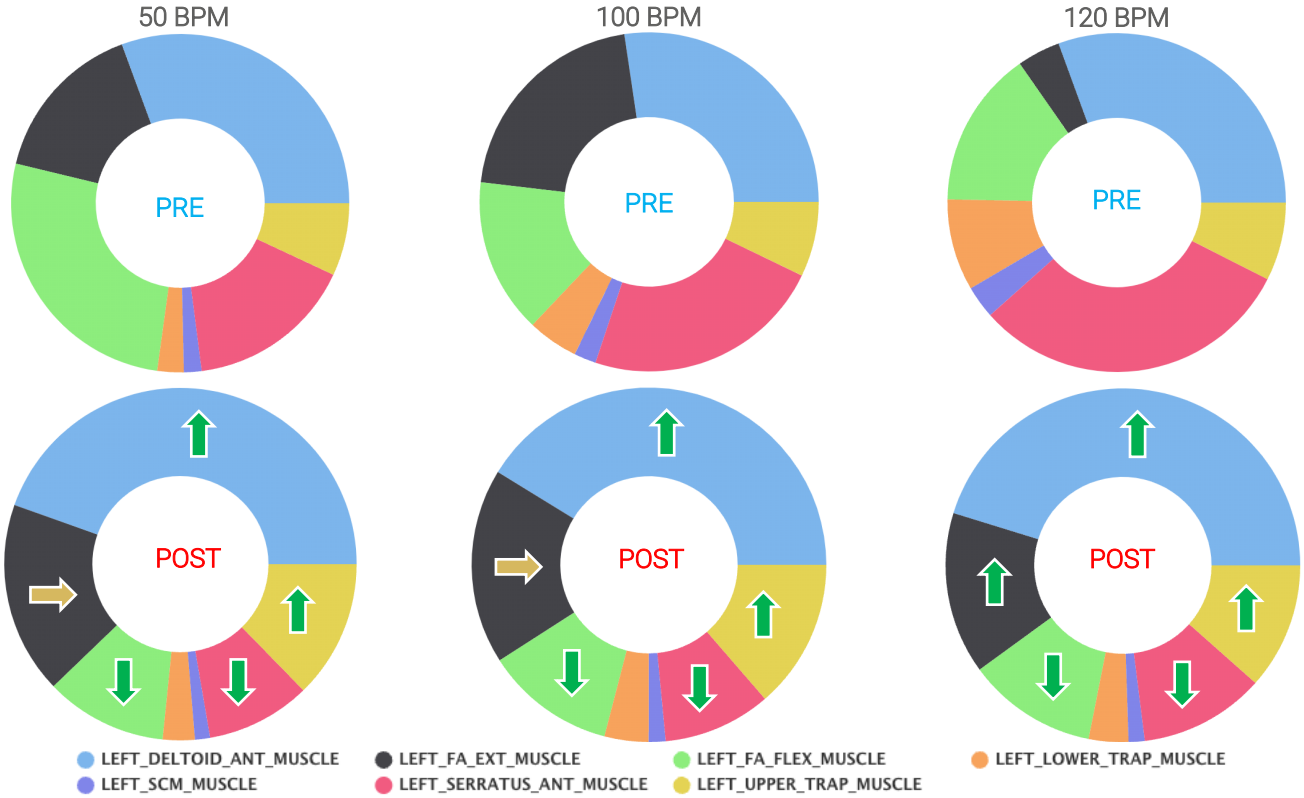
Muskelaktivität | Prä-/Post-Vergleich (Akt. 1-3)



Deltoid anterior | *links*

ERGEBNISSE | POST-UNTERSUCHUNG

Muskelaktivität | Mittlerer %-Anteil jedes Muskels | Prä-/Post-Vergleich (Akt. 1-3)



IMPLIKATIONEN | POST-UNTERSUCHUNG

Prä-/Post-Interventioneller-Vergleich zeigte Veränderungen im motorischen Programm

- Nachweisbar **höhere Aktivität** im *oberen Trapezius* und *Deltoid* mit gleichzeitiger **Abnahme** in den *restlichen Muskeln*
- *Nur* ***marginale Unterschiede*** in **Bewegungsausmaßen** und **Muskelaktivitäten** *zwischen Tempi*
- **Spiel** *schien* insgesamt ***stabiler*** zu sein

✓ *Nahezu* das **gleiche motorische Programm** für ***jedes Tempo***

KLINISCHE IMPLIKATIONEN

KLINISCHE IMPLIKATIONEN

- ✓ Intra-individuelle Beurteilung von sowohl der *Gelenk-* als auch *Muskelfunktion* bei Streicher:innen während der *physiotherapeutischen Konsultation*
- ✓ Tieferer Einblick in die *dynamische motorische Funktion* und *Belastung* während des Spiels
- ✓ Beitrag zur Diagnose von PRMDs hinsichtlich einer *objektiven*, *umfassenden* und trotzdem *klinisch praktikablen diagnostischen Untersuchung*
- ✓ Evaluation von *prä-/post-interventionellen* Ergebnissen/Behandlungserfolg

ACHTUNG! Vorsichtig bei *klinischer Entscheidungsfindung*!

- ↯ Daten/Ergebnisse unterliegen sowohl intra-individuellen Variationen als auch Messfehlern
- ↯ Kleinste relevante klinische Veränderung ist nicht klar/wurde bisher nicht bestimmt
- ↯ Ergebnisse sollten *nur zusammen* mit anderen klinischen Befunden interpretiert werden (z. B. aus körperlicher Untersuchung)

AUSBLICK

AUSBLICK

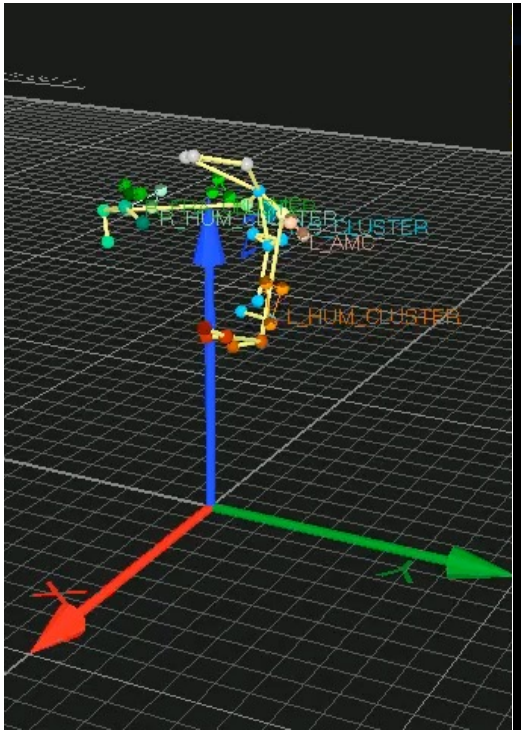
- Integration in den *Clinical Reasoning-Prozess* und Test des gesamten *physiotherap. Ablaufs*
- Adaptierung auf weitere Instrumentengruppen
  - Piano, Posaune and Schlagzeug

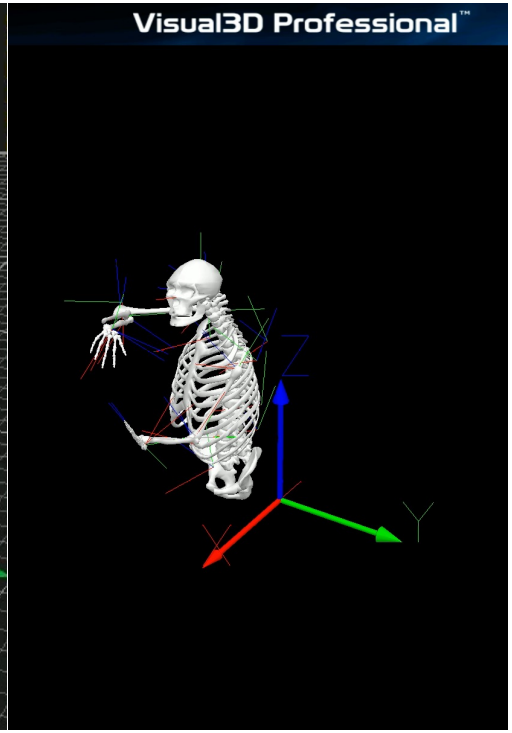
  ↯ Evaluation ist obligatorisch!
- Evtl. *Inertial-Sensoren* in *simplen Fällen*
- Evaluation von *Outcome-Parametern* and ihrer *Visualisierungsformen*
- Identifikation von *Norm- und Schwellen-werten*

DANKE FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT.

ONLINE: WWW.HS-OSNABRUECK.DE/REFLABPERFORM/

KONTAKT: E.WOLF@HS-OSNABRUECK.DE | FLORIAN.AVERMANN@HS-OSNABRUECK.DE





Kontaxis, A., Cutti, A.G., Johnson, G.R., Veeger, H.E.J., 2009. A framework for the definition of standardized protocols for measuring upper-extremity kinematics. Clinical Biomechanics 24, 246–253.

Cutti, A.G., Parel, I., Kontaxis, A., 2018. Upper Extremity Models for Clinical Movement Analysis, in: Handbook of Human Motion. Springer International Publishing, Cham, pp. 583–606.

Wolf, E., Möller, D., Ballenberger, N., Morisse, K., Zalpour, K., 2019. Marker-Based Method for Analyzing the Three-Dimensional Upper Body Kinematics of Violinists and Violists: Development and Clinical Feasibility. Medical Problems of Performing Artists 34, 179–190.

Wolf, E., Möller, D., Ballenberger, N., Morisse, K., Zalpour, C., 2022. Marker-Based Method for Analyzing the Three-Dimensional Upper Body Kinematics of Violinists: Reproducibility. Medical Problems of Performing Artists 37, 176–191.