

ANALYSE: ASYMMETRISCHE BELASTUNG BEI KNIEBEUGEN VOR UND NACH AUSGLEICHSTRAINING

Franziska Brugger, Giorgio Färber,
Maximilian Gerg, Felix Münzer

Biomechanik WS 2024/25

Motivation und Projektablauf

Motivation

- Verletzungen und Dysbalancen
- Prävention
- Quantifizierung der Asymmetrie

Methodik

- Kniebeugen als Messübung
- Ausgleichsübungen
- Messung & Auswertung mit EMG und Wägezellen
- Ergebnisanalyse

Messung vorher

Ausgleichsübungen

Messung nachher

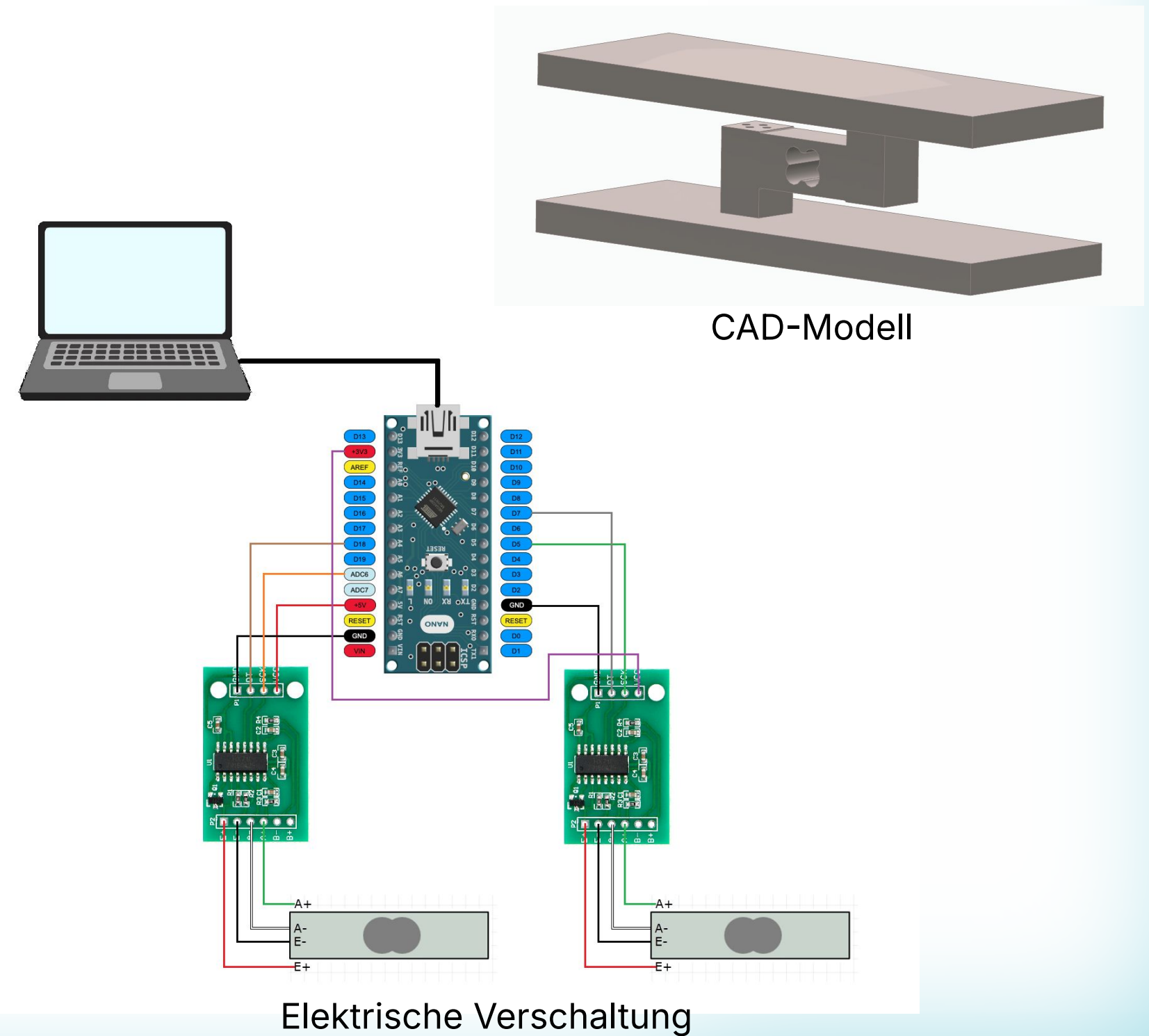
4 Wochen

EMG

Wägezelle



Abb. 1: generiert mit ChatGPT



Elektrische Verschaltung

EMG

- Messung an drei Muskeln
- 6 Kniebeugen je Muskel
- parallele Messung von rechtem und linkem Muskel
- Auswertung der Muskelspannung

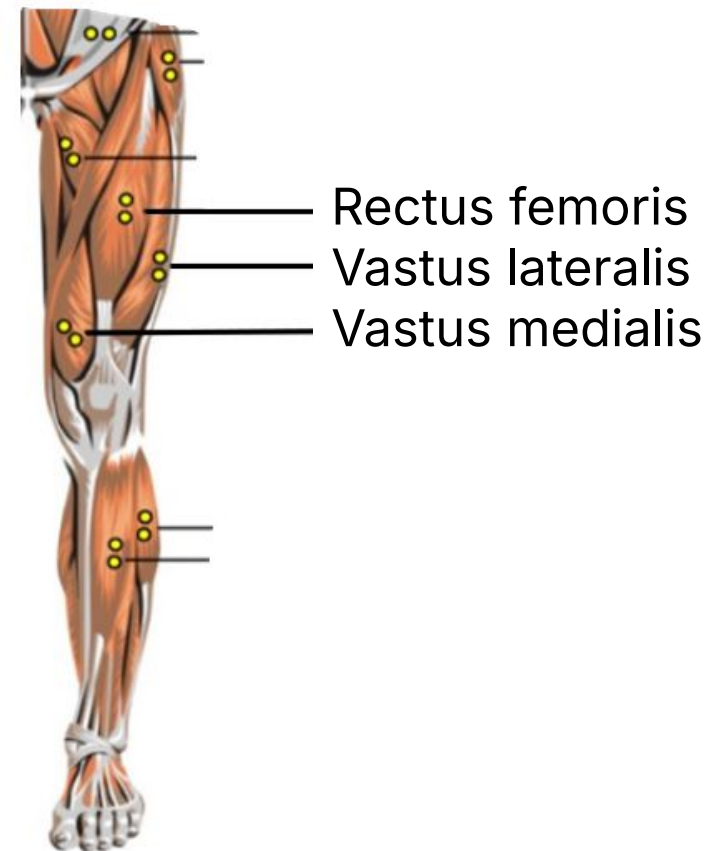
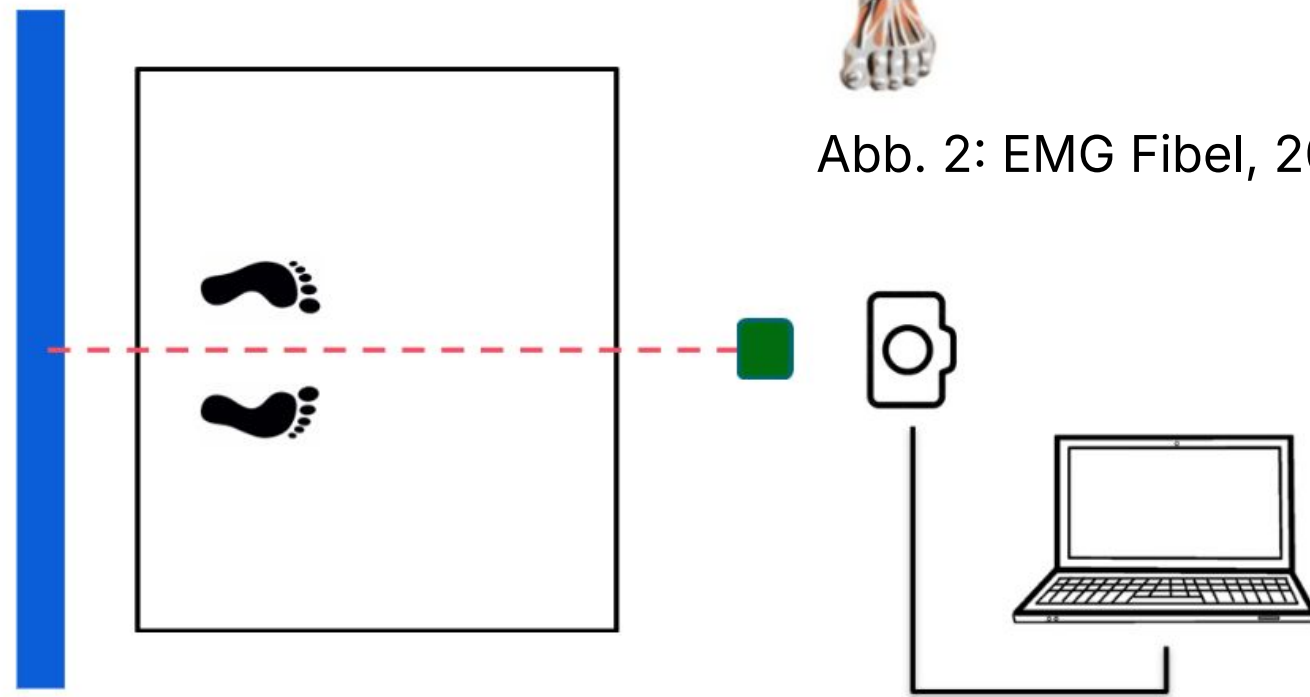


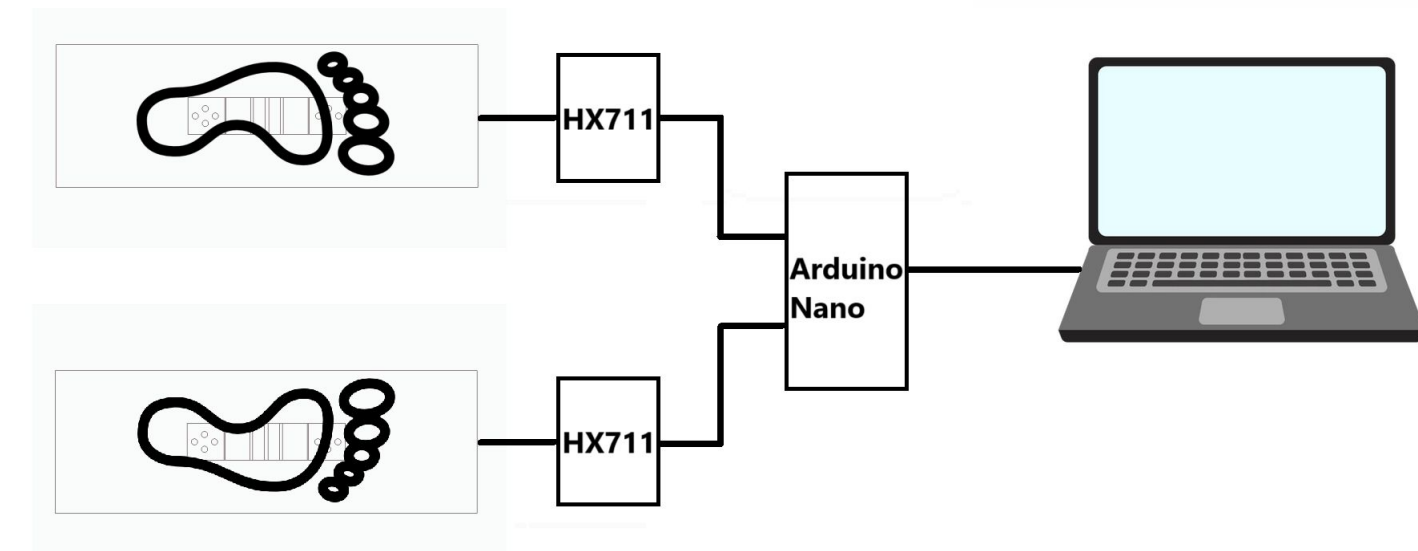
Abb. 2: EMG Fibel, 2011



Wägezelle

- Messung der Gewichtskraft
- 6 Kniebeugen insgesamt
- parallele Messung von rechter und linker Seite
- Auswertung der Gewichtsverteilung

```
Gewicht rechts [kg]: -0.00118  
Gewicht links [kg]: -0.00321  
Gewicht rechts [kg]: -0.00118  
Gewicht links [kg]: -0.00223
```



Ausgleichsübungen

Hüftmobilisation

- Ziel: Verbesserung der Hüftrotation zur Reduktion der Asymmetrien
- Ausführung: Im Sitzen Knie abwechselnd nach innen kippen
- Wirkung: Hüftmobilität steigern und Bewegungsdefizite reduzieren



Abb. 3: Betterbodygroup, 2015

Heel Down

- Ziel: Stärkung der Beinachse
- Ausführung: Bein auf Erhöhung, Standbein beugen und Fuß absenken
- Wirkung: Fördert Balance, stärkt Muskulatur und gibt mehr Kontrolle im Quadrizeps



Abb. 4: Rehabhero, 2024

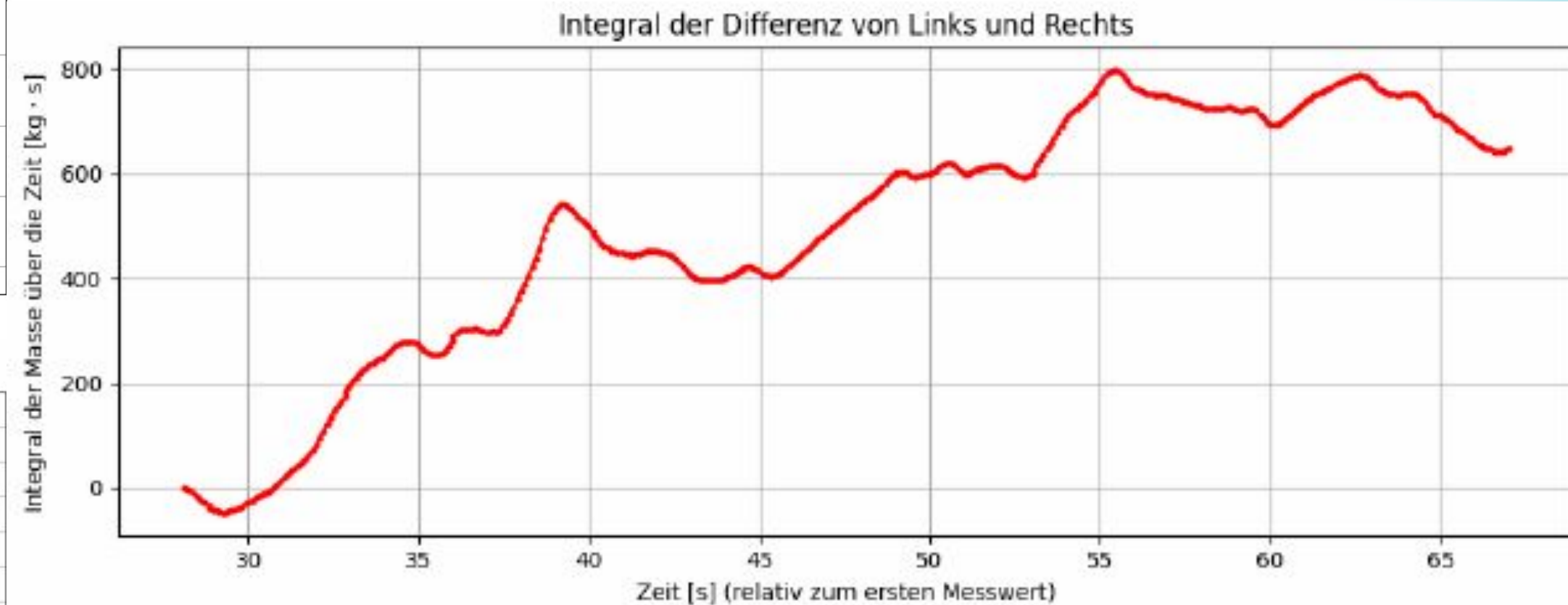
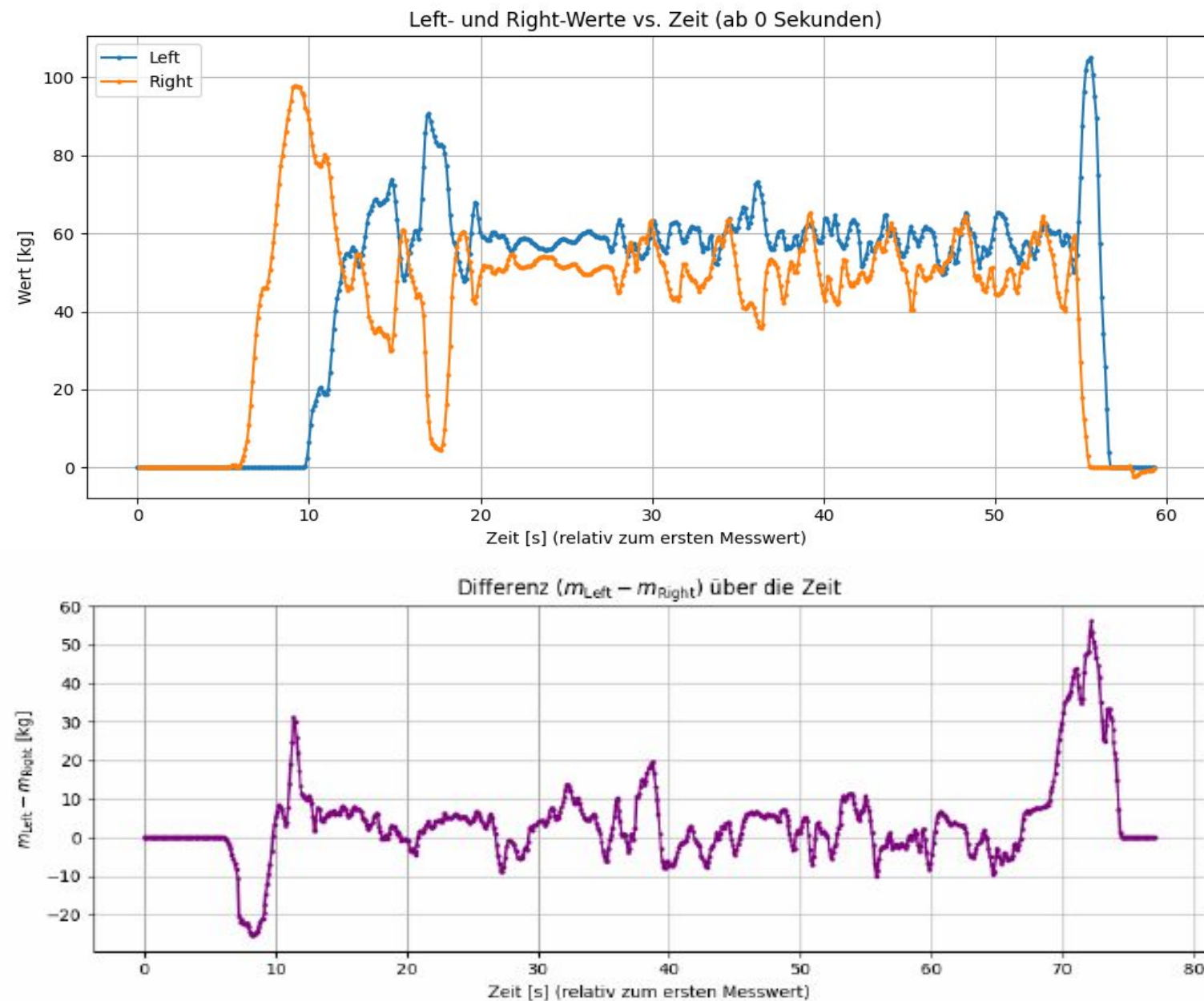
Sprunggelenkmobilisation

- Ziel: Verbesserung der Dorsalflexion für stabiles und mobiles Sprunggelenk
- Ausführung: Im Kniestand das vordere Knie nach vorne schieben, dabei die Ferse am Boden halten
- Wirkung: höhere Beweglichkeit



Abb. 5: Valife, 2025

Auswertung Wägezelle



Ergebnisse

Wägezelle

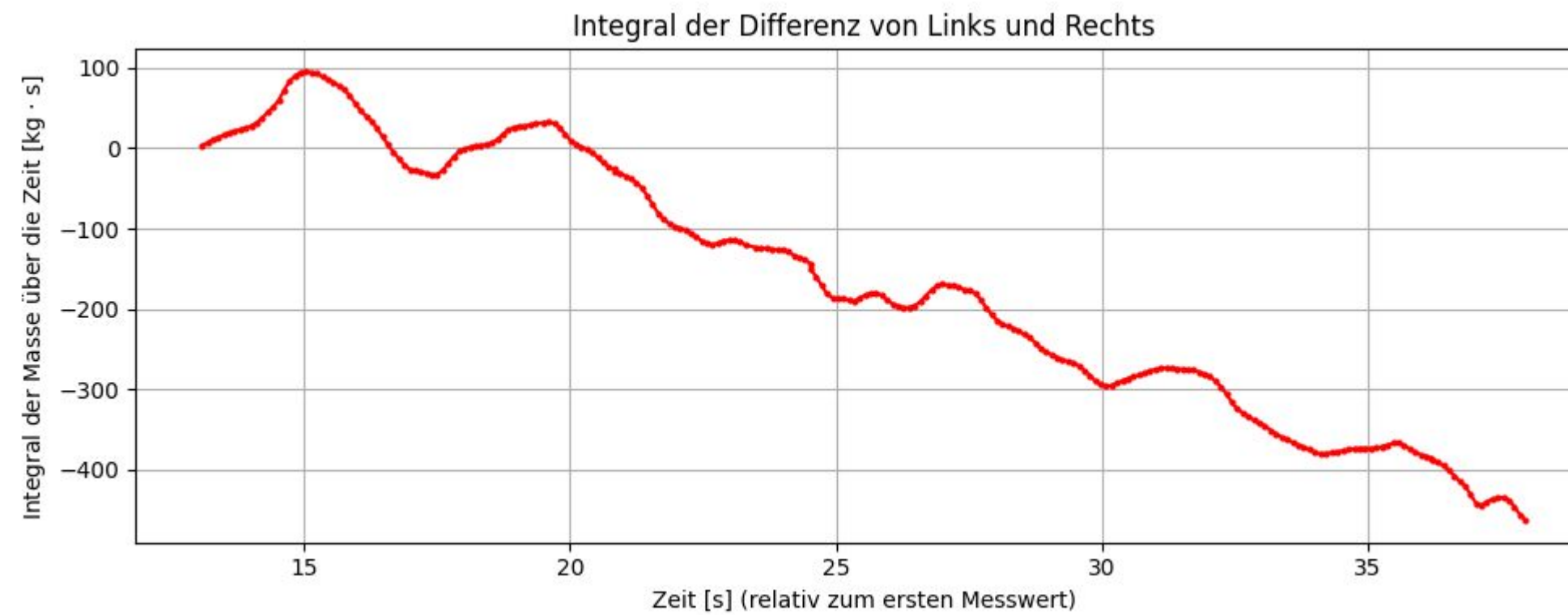
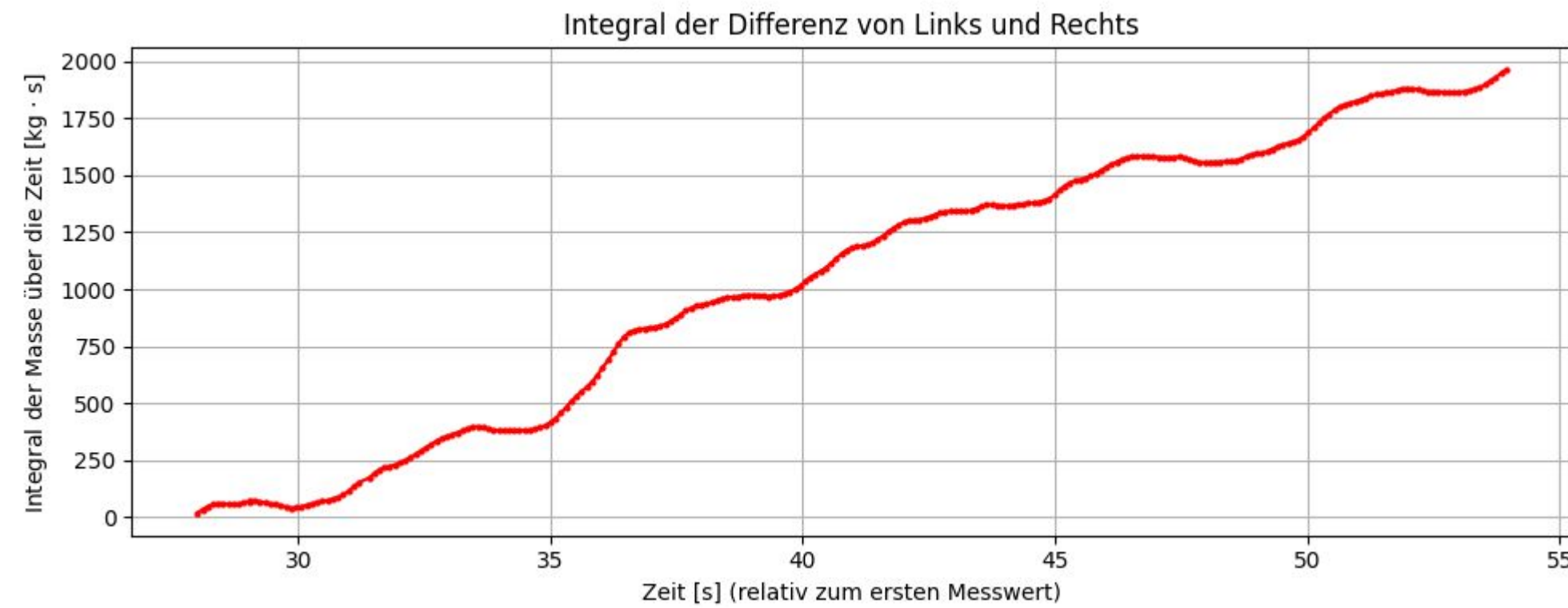
01

02

03

04

05



Ergebnisse

Wägezelle

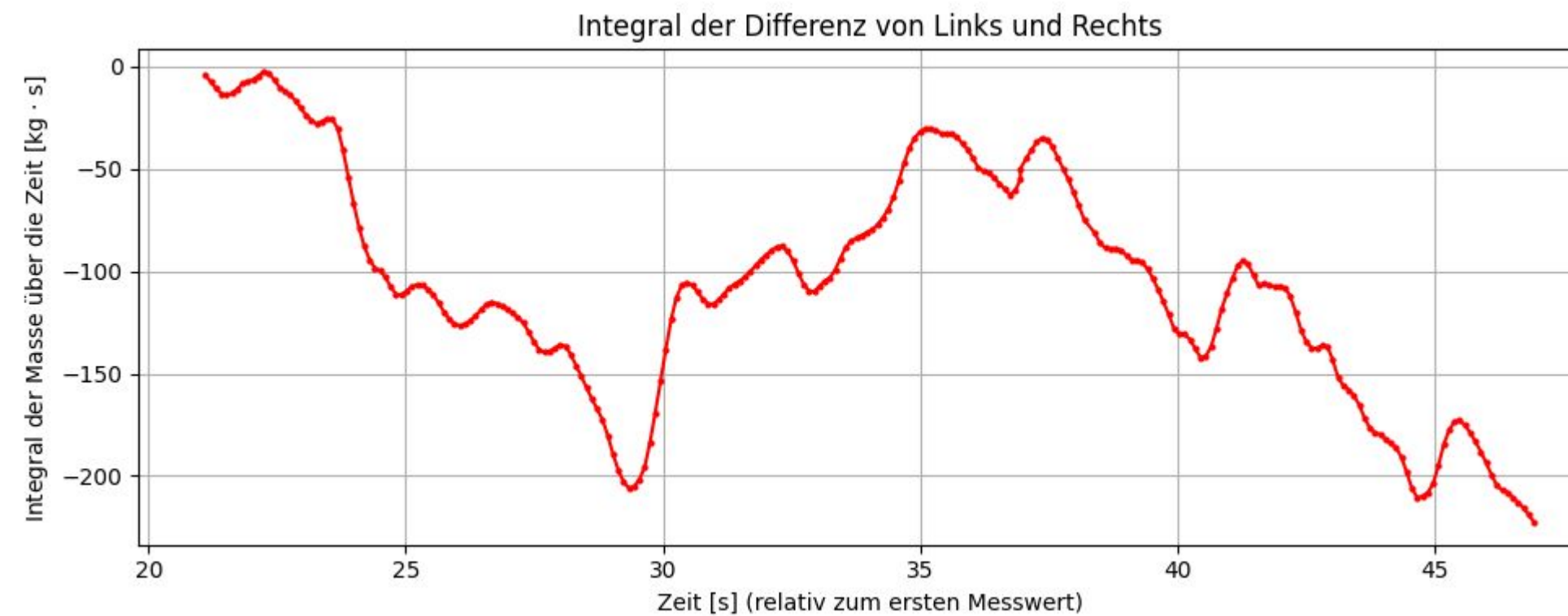
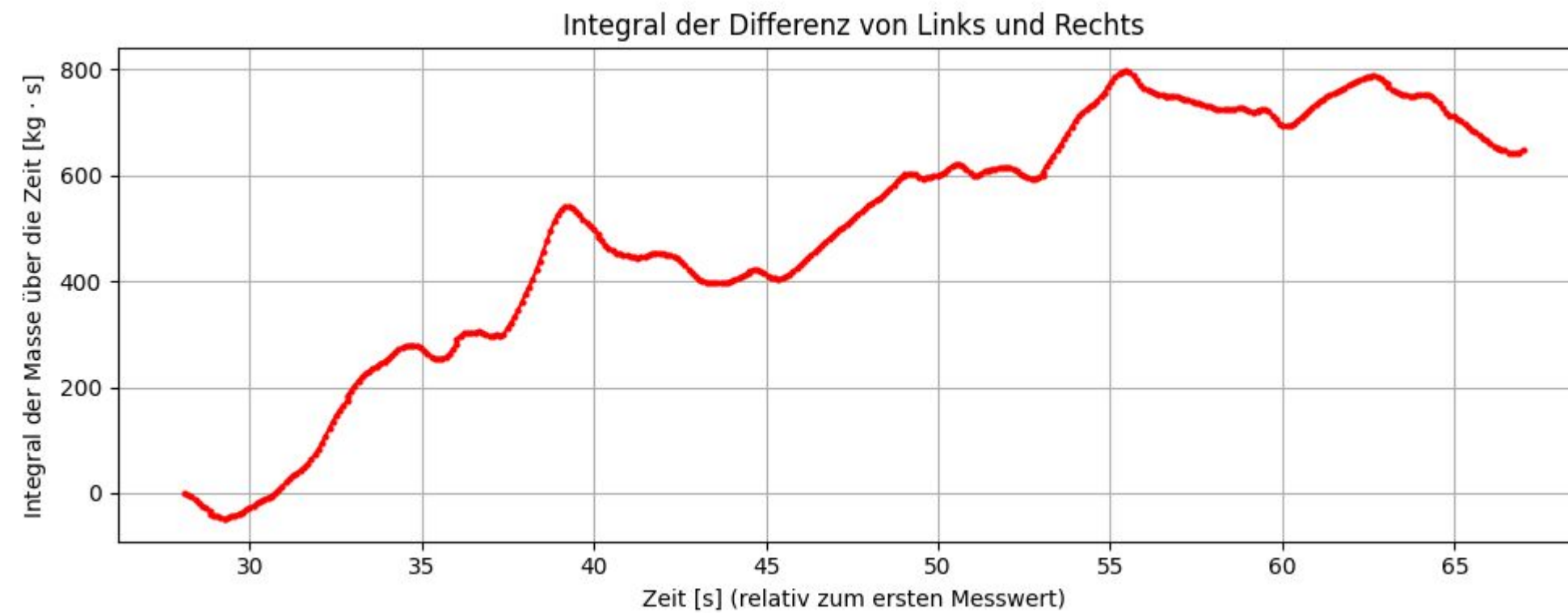
01

02

03

04

05



Ergebnisse

Auswertung EMG

01

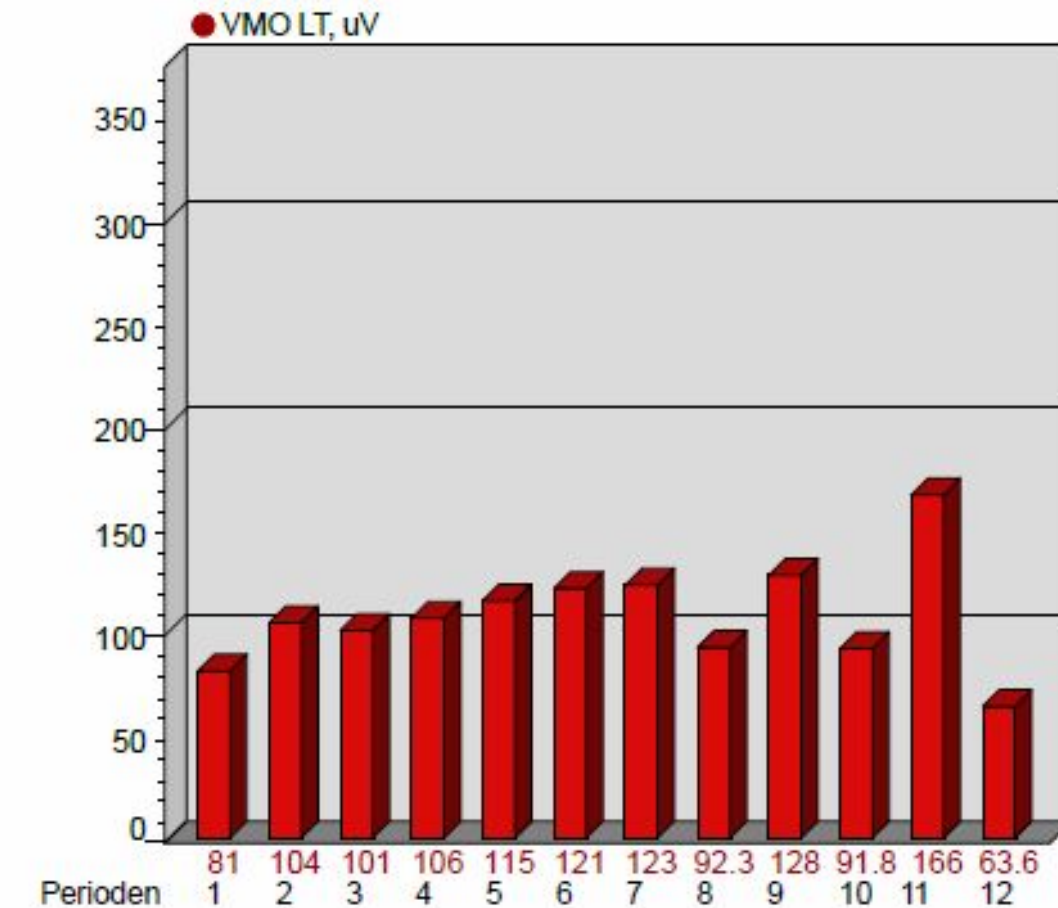
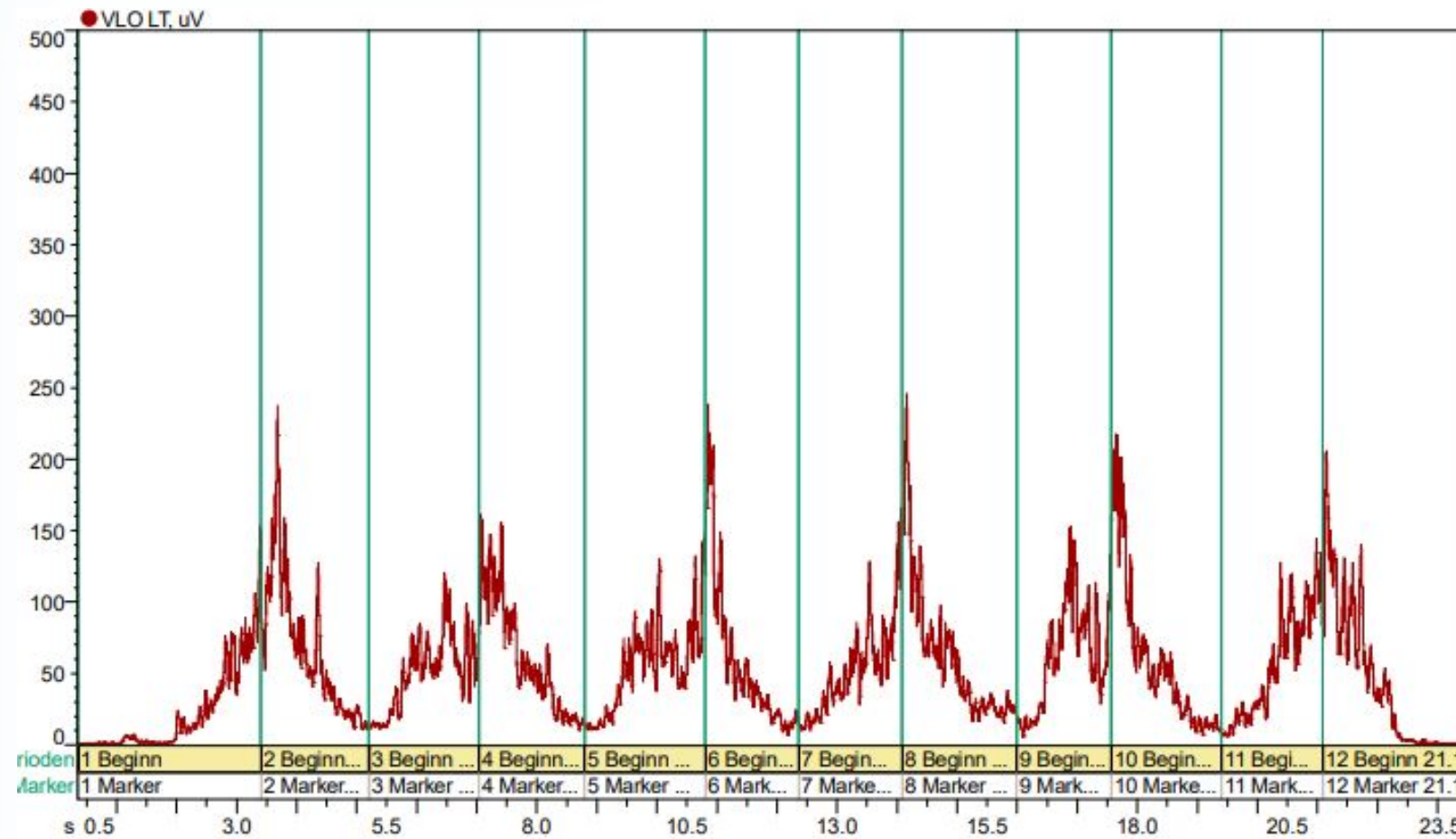
02

03

04

05

HM



Proband	Muskel	Seite	Vorher: Mittelwert t (µV)	Nachher: Mittelwert t (µV)	Differenz Vor (µV)	Differenz Nach (µV)	Symmetrie- Index vor (%)	Symmetrie- Index nach (%)
Felix	Vastus medialis	Links	88	108	-5,0	-29,5	5,8	31,6
	Vastus medialis	Rechts	83	78,5				
	Rectus femoris	Links	42,2	43,9	20,5	5,9	39,1	12,6
	Rectus femoris	Rechts	62,7	49,8				
	Vastus lateralis	Links	65,8	62,1	19,9	12,7	26,3	18,6
	Vastus lateralis	Rechts	85,7	74,8				

$$SI = \frac{|X_1 - X_2|}{\frac{X_1 + X_2}{2}} \cdot 100$$

Ergebnisse EMG

01

02

03

04

05



Proband	Muskel	Seite	Vorher: Mittelwert t (µV)	Nachher: Mittelwert t (µV)	Differenz Vor (µV)	Differenz Nach (µV)	Symmetrie- Index vor (%)	Symmetrie- Index nach (%)
Felix	Vastus medialis	Links	88	108	-5,0	-29,5	5,8	31,6
	Vastus medialis	Rechts	83	78,5				
	Rectus femoris	Links	42,2	43,9	20,5	5,9	39,1	12,6
	Rectus femoris	Rechts	62,7	49,8				
	Vastus lateralis	Links	65,8	62,1	19,9	12,7	26,3	18,6
	Vastus lateralis	Rechts	85,7	74,8				

Proband	Muskel	Seite	Vorher: Mittelwert t (µV)	Nachher: Mittelwert t (µV)	Differenz Vor (µV)	Differenz Nach (µV)	Symmetrie- Index vor (%)	Symmetrie- Index nach (%)
Maximilian	Vastus medialis	Links	62,3	61	8,9	-4,4	13,3	7,5
	Vastus medialis	Rechts	71,2	56,6				
	Rectus femoris	Links	83,5	52,9	-10,9	16,9	14,0	27,5
	Rectus femoris	Rechts	72,6	69,8				
	Vastus lateralis	Links	74,6	53,6	8,9	10,9	11,3	18,5
	Vastus lateralis	Rechts	83,5	64,5				

Ergebnisse EMG

01

02

03

04

05



Proband	Muskel	Seite	Vorher: Mittelwert (μ V)	Nachher: Mittelwert (μ V)	Differenz Vor (μ V)	Differenz Nach (μ V)	Symmetrie- Index vor (%)	Symmetrie- Index nach (%)
Franziska	Vastus medialis	Links	57,1	57,8	12,3	2,9	19,4	4,9
	Vastus medialis	Rechts	69,4	60,7				
	Rectus femoris	Links	63,4	46,5	4,2	2,9	6,4	6,0
	Rectus femoris	Rechts	67,6	49,4				
	Vastus lateralis	Links	85,7	76,7	-12,5	4,4	15,7	5,6
	Vastus lateralis	Rechts	73,2	81,1				

Proband	Muskel	Seite	Vorher: Mittelwert (μ V)	Nachher: Mittelwert (μ V)	Differenz Vor (μ V)	Differenz Nach (μ V)	Symmetrie- Index vor (%)	Symmetrie- Index nach (%)
Giorgio	Vastus medialis	Links	101	78,9	-28,4	13,9	32,7	16,2
	Vastus medialis	Rechts	72,6	92,8				
	Rectus femoris	Links	99,8	96,5	-12,0	6,5	12,8	6,5
	Rectus femoris	Rechts	87,8	103				
	Vastus lateralis	Links	159	138	-57,0	-38,3	43,7	32,2
	Vastus lateralis	Rechts	102	99,7				

Muskel	Durchschnitt SI vor %	Durchschnitt SI nach %	Verbesserungen [%]
Rectus femoris	18.06	13.18	75
Vastus lateralis	24.24	18.70	75
Vastus medialis	17.84	15.05	75

- Verbesserung des Symmetrieindex und somit der Dysbalance bei 3 von 4 Probanden
- geringe Stichprobe
- Zeitraum der Ausgleichsbehandlung über 4 Wochen

→ Diese Untersuchung gilt es, durch mehr Probanden und einer längeren Behandlungsdauer zu bestätigen

**Kleine Übungen können auf die Körpersymmetrie schon
großen Einfluss haben**

Vielen Dank für eure Aufmerksamkeit!

Franziska Brugger, Giorgio Färber,
Maximilian Gerg, Felix Münzer

Biomechanik WS 2024/25

[1] Ambidexter. url: <https://www.wissen.de/lexikon/ambidexter> (besucht am 15. 11. 2024).

[2] Anna Schirmer. Muskuläre Dysbalancen So erkennst du Ungleichgewichte in der Muskulatur rechtzeitig. 2024. url: <https://www.menshealth.de/krafttraining/so-erkennst-du-muskulaeredysbalancen-rechtzeitig/> (besucht am 25. 10. 2024).

[3] Dr. Stefan Lehner. Biomechanik - Muskulatur und EMG. url: [https://moodle.hm.edu/pluginfile.php/1683667/mod_resource/content/3/Biomechanik % 20 - %20Lehner % 20 - %201%20-%20Muskulatur-EMG.pdf](https://moodle.hm.edu/pluginfile.php/1683667/mod_resource/content/3/Biomechanik%20-%20Lehner%20-%201%20-%20Muskulatur-EMG.pdf).

[4] Eine Waage mit Arduino erstellen. url: [https://prilchen.de/eine- waage- mit- arduinoerstellen/](https://prilchen.de/eine-waage-mit-arduinoerstellen/).

[5] Arduino Nano. url: <https://store.arduino.cc/en-de/products/arduino-nano>.

[6] Peter Konrad. EMG-FIBEL, Eine praxisorientierte Einführung in die kinesiologische Elektromyographie.

[7] Improve your hip mobility. url: [https://betterbodygroup.co.uk/improve - your - hip - mobility/#](https://betterbodygroup.co.uk/improve-your-hip-mobility/#).

[8] Step Down Exercise. url: <https://www.rehabhero.ca/exercise/step-down>.

[9] Reha nach Sprunggelenkfraktur. url: <https://valife.de/ratgeber/reha-nach-sprunggelenkfraktur>.

Franziska Brugger, Giorgio Färber,
Maximilian Gerg, Felix Münzer

Biomechanik WS 2024/25

