

Lokomotion Motherfucker

## Versuche terrestrische Lokomotion

**Student:** Vincent E. Focke

**Leitung:** Prof. Dr. A. Kesel

**Betreuung:** LB. Nils Owsianowski

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>TODO</b>	<b>1</b>
1.1	MundM . . . . .	1
1.2	Geschw. und Beschl Linear und Winkel . . . . .	1
1.3	Scilab . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Checkliste Inhalt</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>4</b>
4.1	Proband . . . . .	4
4.2	Material . . . . .	4
4.2.1	Laufband . . . . .	4
4.2.2	Laufsteg . . . . .	4
4.3	Methoden . . . . .	5
4.3.1	Laufband . . . . .	5
4.3.2	Laufsteg . . . . .	5
4.3.3	Datenauswertung mit Scilab . . . . .	5
<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>8</b>
5.1	Laufband . . . . .	8
5.2	Laufband (Fadenpendel) . . . . .	8
5.3	Laufstrecke . . . . .	8
5.4	Vergleich Laufband und Laufstrecke . . . . .	8
<b>6</b>	<b>Diskussion</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>Literatur</b>	<b>11</b>

# 1 TODO

## 1.1 MundM

Beschriftung Abbildungsteile laufsteg und laufband

## 1.2 Geschw. und Beschl Linear und Winkel

- pur plotten
- angucken
- sinnvoll plotten

## 1.3 Scilab

- Einlesen Tabellen
  - Massenschwerpunkte bestimmen
  - Geschwindigkeiten und Beschleunigung (linear und winkel)
  - Daten glätten, gleitender Mittelwert
  - plotten
- 
- Kalibrierung der Waage
  - Messdaten bereinigen (Drift und Nullmessung)
  - Messdaten in Kräfte umrechnen  
(y-Richtung Waage = x-Richtung der Videos)  
(z-Richtung Waage = y-Richtung der Videos)
  - Bestimmung des genauen Ortes der Bodenreaktionskraft
  - Berechnung der inversen Dynamik
  - Zeitliche Synchronisation der Datensätze (Startbild und Aufnahmefrequenz)

## 2 Checkliste Inhalt

Laufband

Vergleich mit Fadenpendel -> Eigenfrequenz

aufzubringende Energie bei versch. Geschw. mit Pendel vergleichen

Vergleich quantifizieren ( z.B. 1 -10)

---

\_\_\_\_\_ Datenauswertung hierzu steht! \_\_\_\_\_

Laufband mit Laufstrecke

Unterschiede zwischen Laufen auf einem Fleck (Laufband) und tatsächlicher Ortsänderung(Laufstrecke)

sieht man Unterschied, wenn Kraft in x-Richtung aufgebracht wird?

Hypothese: Durch Vorbeugen bei Orständ. Aufbringen zusätzl. Energie

auf Laufband: Laufband stellt Energie bereit

---

Laufstrecke

Auswertung durch inverse Kinematik (Winter 2009)

Kräfte und Momente für alle Gelenke analysieren und interpretieren

Bedeutung der Daten hinsichtlich bionischer oder medizintechnischer Anwendungen

weitere Schlussfolgerungen (s. Winter) und mögliche weiterführende Berechnungen/Untersuchungen

---

Anwendung auf andere Fortbewegungssysteme/ mögl. Anwendungen

Robotik, 4/6/8 Beine

Exoskelette Programmierung für natürlich Unterstützung des Menschen

---

auf Fehlen der Statistik eingehen

kurz beschreiben, welche Daten notwendig wären, welche Verfahren geeignet wären

---

**Weiterführende Literatur!!**

### **3 Einleitung**

In der Einleitung wird auf den Kern der Arbeit, unter Verwendung weiterführender Literatur, hingeführt. Es wird eine These aufgestellt, die innerhalb der Arbeit erörtert und diskutiert wird.

## 4 Material und Methoden

### 4.1 Proband

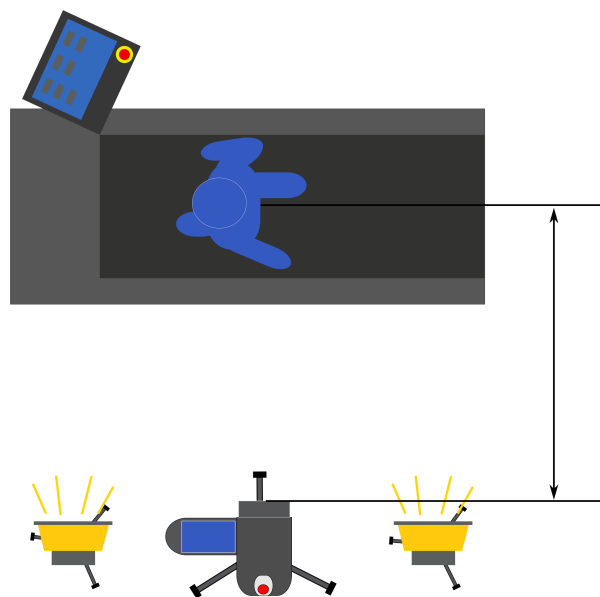
Alle hier dargestellten Daten beziehen sich auf eine männliche Person mit einer Körpergröße  $l = 181$  cm und einem Gewicht von  $m = 75$  kg. Neun Gelenke wurden mit Markern versehen, um diese später auszuwerten. Die Gelenke sind: Hals, Schulter, Ellenbogen, Handgelenk, Hüfte, Knie, Knöchel, Ferse und Ballen.

### 4.2 Material

HIER: TABELLE MIT KAMERA, SCHEINWERFERN, LAUFBAND, WAAGE ETC.  
DANN NUR NOCH BILDER ZEIGEN FÜR DEN AUFBAU  
AUSRICHTUNG DER KAMERA GENERELL ERKLÄREN

#### 4.2.1 Laufband

Der Aufbau besteht aus einem mercury 4.0 Laufband (h/p/cosmos sports & medical GmbH, Nussdorf-Traunstein, Germany), einer Samsung VP-HMX20C Videokamera (Samsung AG Seoul, Südkorea) und zwei weißen 500W Baustrahlern (MARKE??). Abbildung 1 (nicht maßstäblich) zeigt den Aufbau mit der Kamera XX m vom Laufband entfernt. Die Bildebene ist parallel zur langen Kante des Laufbandes ausgerichtet.

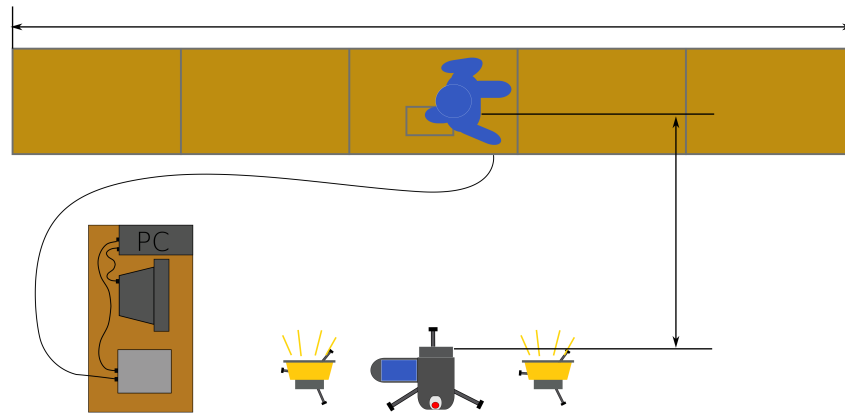


**Abbildung 1:** Aufbau des Laufband-Versuches mit Laufband LB, Kamera K und Scheinwerfern SW  
Abstand zur Kamera  $A_{Kam} = 5$  m

#### 4.2.2 Laufsteg

Dieselbe Videokamera und Baustrahler wie bei dem Laufband-Versuchen werden verwendet. Der Proband läuft in diesem Experiment über einen Laufsteg (Eigenbau Hochschule Bremen, Deutschland). In den Steg ist ein Quarzkristall-3-Komponenten-Dynamometer Typ 9257B (Kistler

Gruppe Winterthur, Schweiz) zum Messen der Kräfte eingebaut, welches im Folgenden als Waage bezeichnet wird. Die Waage ist über einen Mehrkanal-Ladungsverstärker Typ 5070A (Kistler) mit einem Computer verbunden. Abbildung 2 (nicht maßstäblich) zeigt den Aufbau mit der Kamera XX m vom Laufsteg entfernt. Die Kamera steht zentriert vor der Waage und die Bildebene ist parallel zur langen Kante des Laufsteiges ausgerichtet.



**Abbildung 2:** Aufbau des Laufsteg-Versuches mit Laufsteg LS, Kamera K, Scheinwerfern SW, Computer C, Waage W und Ladungsverstärker LV. Länge Steg  $L_S = 6\text{ m}$  und Abstand zur Kamera  $A_{Kam} = 5\text{ m}$

## 4.3 Methoden

### 4.3.1 Laufband

Ausgehend von 1 km/h werden in 1 km/h-Schritten sieben Geschwindigkeiten untersucht. Je zwei Gangzyklen werden mit einer Bildrate von 50 Hz, einer Belichtung von 1/1000 s und auf 5 m fixierten Fokus aufgenommen.

Die Videos werden anschließend mit dem Programm ffmpeg 2.1 (LGP License, ffmpeg.org) in Einzelbilder zerlegt. In ImageJ (National Institutes of Health Bethesda, Maryland) wird mithilfe des Plugins MTrackJ CITE(Meijering 20120) die x- und y-Koordinaten aller Gelenke digitalisiert und in .mdf-Datei gespeichert.

### 4.3.2 Laufsteg

#### EINSTELLUNGEN LADUNGSVERSTÄRKER???

Die Kameraeinstellungen vom Laufbandversuch übernommen finden auch hier Anwendung. Die Digitalisierung der Koordinaten ist wie oben beschrieben durchgeführt worden. Die Waagensignale werden mit 100 Hz und 200 N/V vom Ladungsverstärker an den Computer weitergeleitet. Mit DASYLab werden die Eingangssignale verarbeitet und alle 8 Kanäle im ASCII-Format gespeichert. Für eine 4-Punkt-Kalibration wird die Waage in alle drei Raumrichtungen mit 0, 1, 3,6 und 7,75 kg belastet. Der Waagendrift wird über 60 s ohne Belastung für jede Raumrichtung ermittelt.

### 4.3.3 Datenauswertung mit Scilab

Die Rohdaten der X- und Y-Koordinaten und der Waagenmessungen werden für beide Versuche in Scilab ausgewertet. Die verwendete Vorgehensweise wird daher hier für beide Versuche gebündelt erklärt, um den Arbeitsvorgang deutlich darzustellen.

X/Y-Koordinaten

Glättung

Gleitender Mittelwert

Plotten

Berechnung Winkel

Berechnung Beschl.

Berechnung Geschw.

Waagendaten

Kalibration

offset in jeder Messung

Volt somit in N umgerechnet

Inverse Kinematik

FELIX WAS HAST DU DA ALLES GEZAUBERT?!?!?

alle rohdaten an scilab gegeben für beide Versuch eund dann asugewertet

Gleichungen angeben

Daten filtern!

*Gleichungen angeben*

#### **Kalibrierung**

- Nullmessung zur Bestimmung des Waagendriffs
- Kalibrierungsmessung
- Bestimmung der der Abhängigkeit zwischen Belastungskraft und Messdaten
- Reduktion des Waagendriffs
- Regressionsgleichung von Messdaten und Belastungskraft bestimmen

#### **Datenaufnahme**

- Kräfte zusammenfassen
- Waagendrift aus Rohdaten rausrechnen
- Mittels der Kalibrierungsgleichungen die Rohdaten in Kräfte umrechnen

#### **Skalierung und Synchronisation!!**

- Bei der Skalierung wird die Datenrate der Videorate angepasst (hier also nur jeder zweite Datensatz). Gegebenenfalls muss zwischen den Datensätzen interpoliert werden.
- Bei der Datensynchronisation findet ein Abgleich des Videomaterials und der Bodenreaktionskräfte statt

#### **Digitalisierung des Videomaterials**

- Skalieren der Videoaufnahme (ACHTUNG! Referenzbild mit Maßstab erforderlich?!?!?)
- Tracken von allen Gelenken



- Segmentschwerpunkte berechnen (Fuß, Unter- und Oberschenkel)

### **Datenberechnung KINEMATIK??**

- Berechnung von linearen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen
- Berechnung von Winkelgeschwindigkeiten und Winkelbeschleunigungen

### **Datenfilterung (gleitender Mittelwert)**

- ACHTUNG! Je nach Anzahl von Stützstellen und Iterationen müssen Bilder vor und nach dem Schrittzyklus in die Digitalisierung einbezogen werden. z.B. 3 Stützstellen und eine Iteration benötigt 1 Bild vorher und ein Bild nachher, um  $i-1$  und  $n+1$  zu berücksichtigen.

### **Kinetische Berechnungen (Wagenzentrum rausrechnen?)**

Auf der Grundlage von David A. Winter werden:

- Kräfte und Momente in den Gelenken berechnet
- Berechnung mittels inverser Dynamik

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Laufband

Hier werden nur die Ergebnisse, durch Graphen und Bilder aufgezeigt und deren Inhalt beschrieben. Es werden noch kein Rückschlüsse und Interpretationen gezogen.

Die Laufbandversuche werden in Tabelle 1 mit einem theoretischen Fadenpendel verglichen.

**Tabelle 1:** Hier könnte ihre Werbung stehen! Tel: 0800-LATEX-WERBUNG

<b>Geschwindigkeit</b> [ $km \cdot h^{-1}$ ]	<b>subjektive</b> <b>Einschätzung</b>	<b>berechnete</b> <b>Frequenz</b>	<b>Abweichung vom</b> <b>Fadenpendel</b> [%]
1	total anstrengend	?	XX
2	joar	?	XX
3	wow	?	XX
4	woow	?	XX
5	nääh	?	XX
6	miau	?	XX
7	muh	?	XX

### 5.2 Laufband (Fadenpendel)

### 5.3 Laufstrecke

### 5.4 Vergleich Laufband und Laufstrecke

#### Vergleich Laufstrecke und Laufband

Mithilfe von Winkelmessungen des Oberkörpers, Arme und Beine können die beiden Gangarten verglichen und analysiert werden

## 6 Diskussion

Mögliche Fehlerquellen:

- Markerklebung
- Hüftmarker auf Laufband besonders bei langsamen Geschwindigkeiten stark verdeckt
- keine statistik ( $n=1$ )

Erst in der Diskussion werden die Daten interpretiert und mit Ergebnissen aus der Literatur verglichen.

**Fazit**

**Ausblick**

## **7 Literatur**

Das Literaturverzeichnis ist nach folgendem Schema zu gestalten: (siehe Skript)

## Anhang