

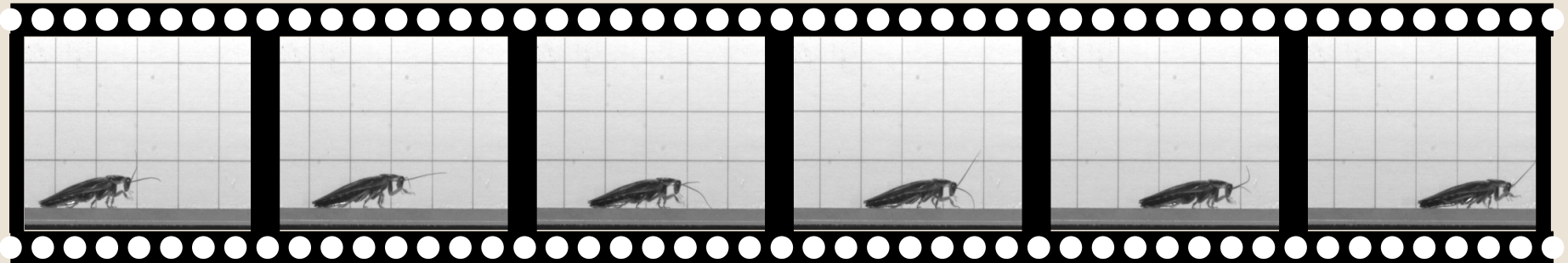
Einführungsveranstaltung

Terrestrische Lokomotion (Test-Modul 6.x)

Kinematische und kinetische Analysen
der terrestrischen Lokomotion



2D vs. 3D



verantwortlicher Dozent: Prof. Dr. A.B. Kesel
Betreuer: M. Sc. Nils Owsianowski
Art: seminaristischer Unterricht / Praktikum
Umfang: 4+2 SWS (6 credit points)

Programmablauf



Sicherheitseinweisung mit Florian

Aufteilung der Präsentationsthemen

Theorie:

- Anthropometrie und Anatomie
- Muskelaufbau und seine Leistungsgrenzen
- Fortbewegungsbezogene Parameter

Einführung in das Messsystem:

- Messaufbau
- Waagenkalibrierung
- Datenerhebung
- Synchronisation der Daten



Studienleistung:

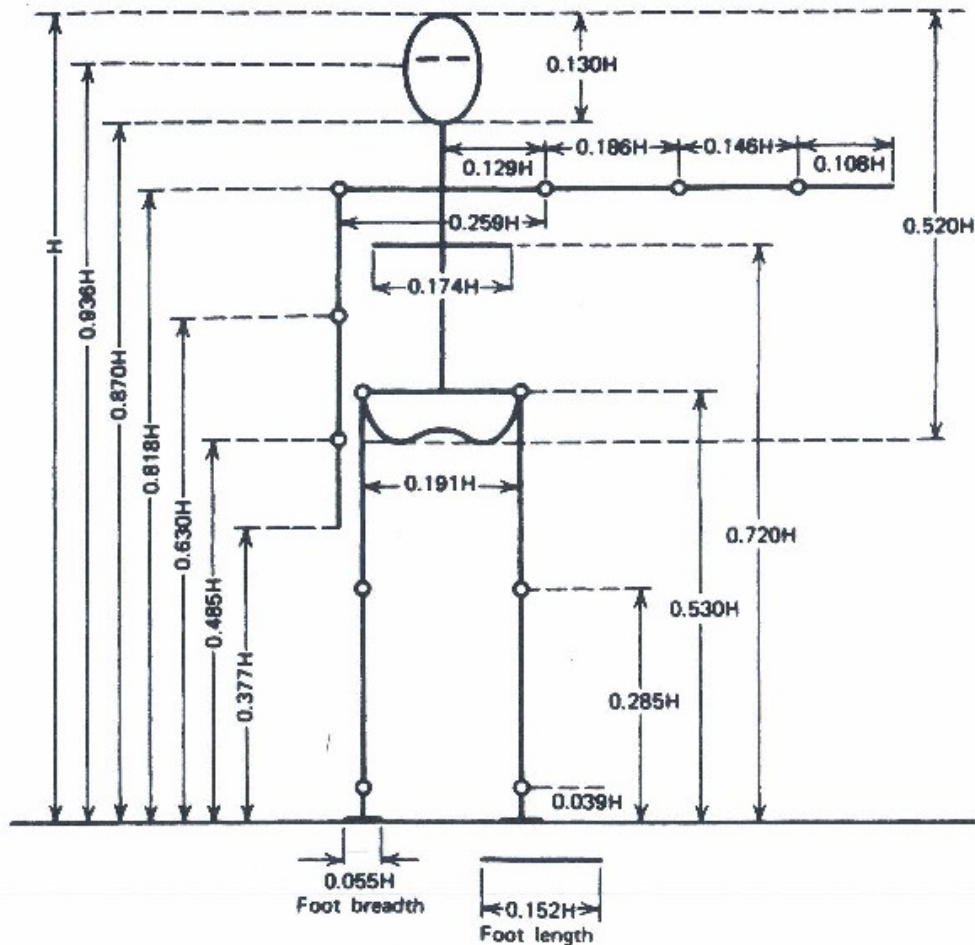
Präsentation aus der Theorie der terrestrischen Lokomotion

Themenbeispiele:

- Extremitätenlose Lokomotion (Schlangen, Anneliden)
- Hexapode Lokomotion (Insecta)
- Deca-/octopode Lokomotion (Crustacea)
- Quadrupede Lokomotion (Reptilia oder Mammalia)
- Bipede Lokomotion (Aves oder Homo sapiens)
- Neuronale Lokomotionskontrolle (CPG, CNS)
- Gangarten der quadrupeden Lokomotion
- Mathematische Modelle
- Lokomotion unter Extrembedingungen (Berge, Sand, Bäume ...)

Bestimmung von:

- Segmentlängen bzw. Körperproportionen



Entweder:

- Direktes Messen der Segmentlängen

Oder:

- Abschätzung aus der Körpergröße

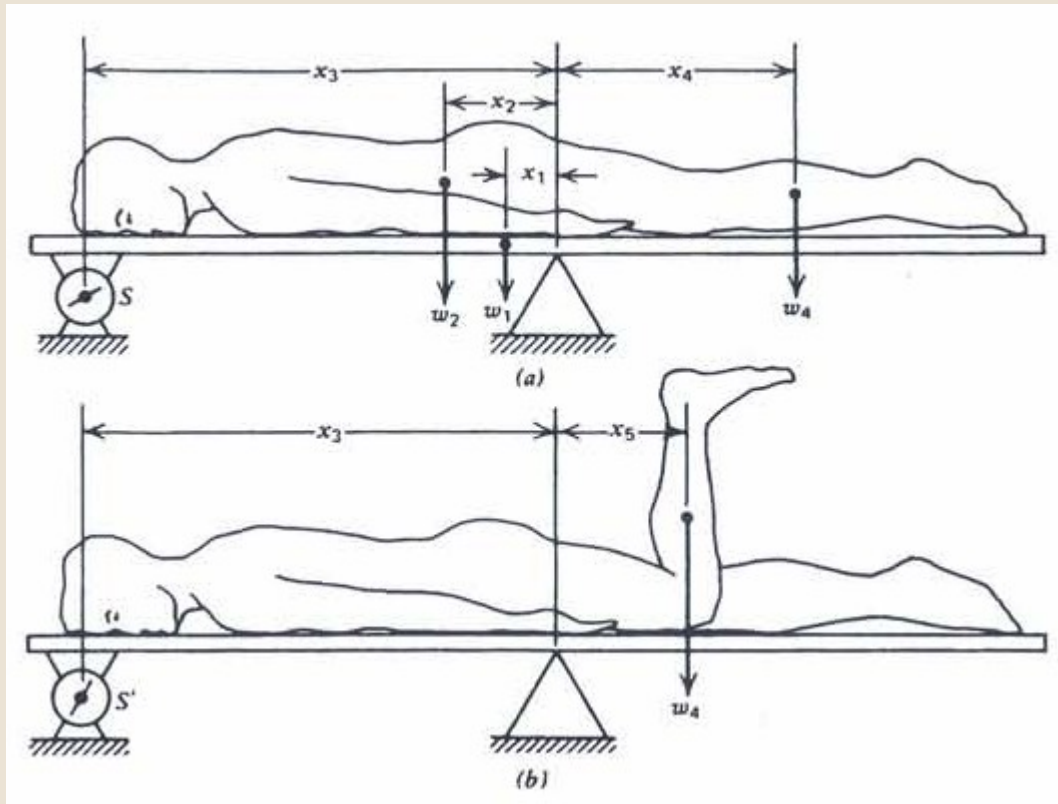
Winter (2009)

Anthropometrie und Anatomie



Bestimmung von:

- Körpersegmentgewichten
- Segmentschwerpunkten



Körperschwerpunkt:

$$w_1 x_1 + w_2 x_2 = S x_3$$
$$x_2 = \frac{S x_3 - w_1 x_1}{w_2}$$

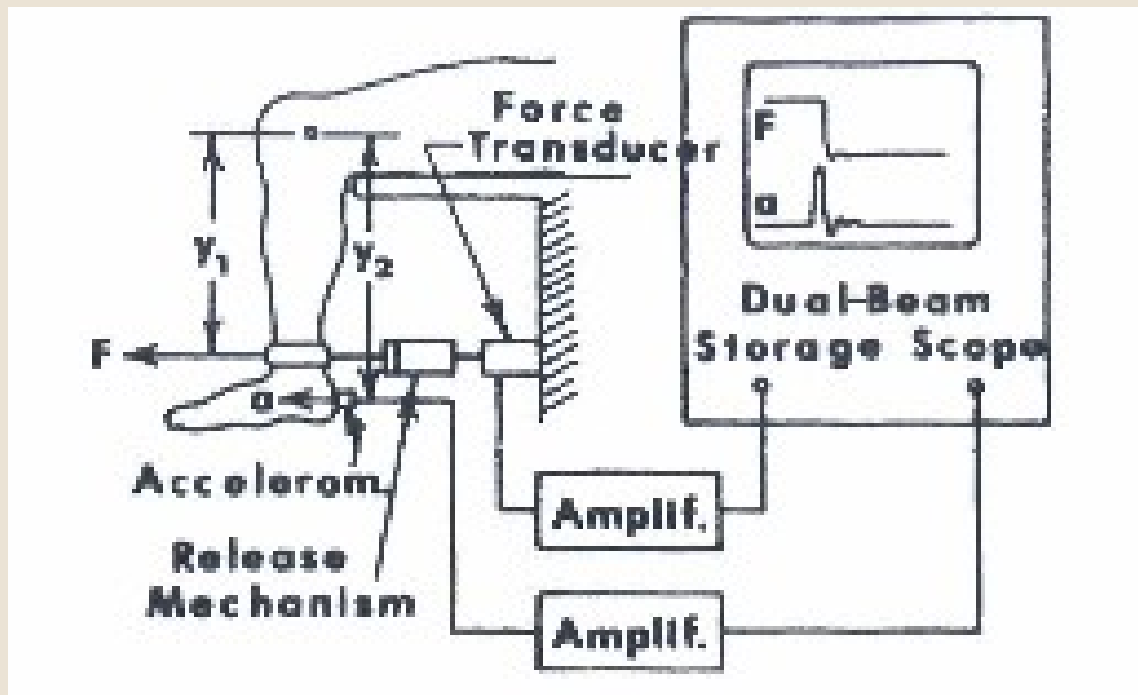
Segmentgewicht:

$$W_4 (x_4 - x_5) = (S^1 - S) x_3$$
$$w_4 = \frac{(S^1 - S) x_3}{(x_4 - x_5)}$$

Winter (2009)

Bestimmung von:

- Trägheitsradien Quick release technique



$$M = F * y_1$$

$$a = y_2 * \alpha$$

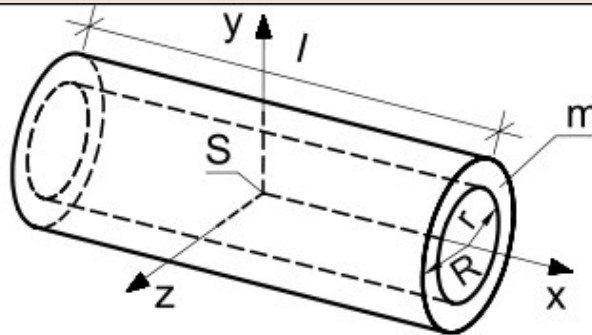
$$I = \frac{M}{\alpha} = \frac{F * y_1 * y_2}{a}$$

Bestimmung von:

- Trägheitsradien

Berechnung des Massenträgheitsmoments

Dickwandiger
Hohlzylinder



$$J_x = \frac{1}{2}m (R^2 + r^2)$$

$$J_y = J_z = \frac{1}{12}m (3R^2 + 3r^2 + l^2)$$

Berechnung des Trägheitsradius

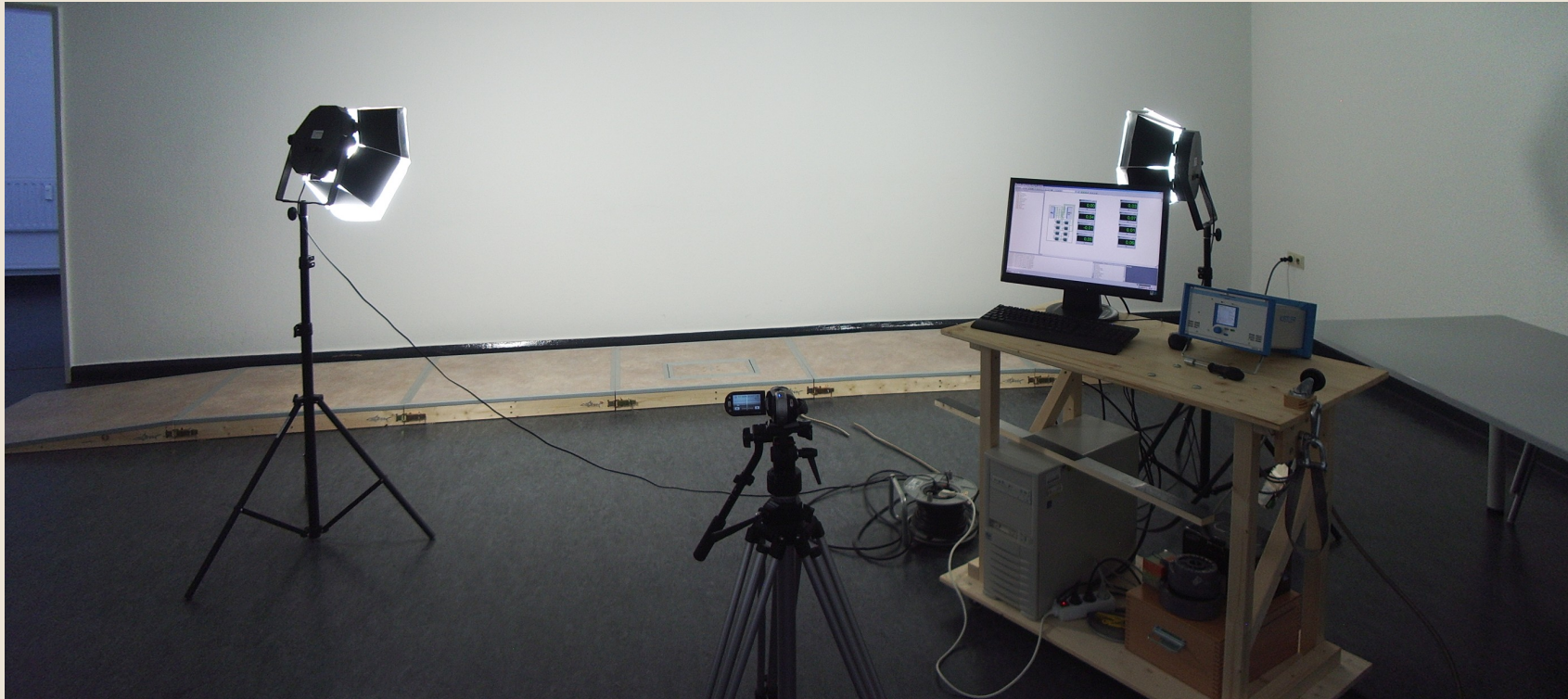
Begriff des Trägheitsradius

Trägheitsradius i	$i = \sqrt{\frac{J_z}{m}}$	i Radius	m
		J_z Massenträgheitsmoment	kg·m ²
		m Masse	kg

TABLE 4.1 Anthropometric Data

Segment	Definition	Segment Weight/Total Body Weight	Center of Mass/ Segment Length		Radius of Gyration/ Segment Length			Density
			Proximal	Distal	C of G	Proximal	Distal	
Hand	Wrist axis/knuckle II middle finger	0.006 M	0.506	0.494 P	0.297	0.587	0.577 M	1.16
Forearm	Elbow axis/ulnar styloid	0.016 M	0.430	0.570 P	0.303	0.526	0.647 M	1.13
Upper arm	Glenohumeral axis/elbow axis	0.028 M	0.436	0.564 P	0.322	0.542	0.645 M	1.07
Forearm and hand	Elbow axis/ulnar styloid	0.022 M	0.682	0.318 P	0.468	0.827	0.565 P	1.14
Total arm	Glenohumeral joint/ulnar styloid	0.050 M	0.530	0.470 P	0.368	0.645	0.596 P	1.11
Foot	Lateral malleolus/head metatarsal II	0.0145 M	0.50	0.50 P	0.475	0.690	0.690 P	1.10
Leg	Femoral condyles/medial malleolus	0.0465 M	0.433	0.567 P	0.302	0.528	0.643 M	1.09
Thigh	Greater trochanter/femoral condyles	0.100 M	0.433	0.567 P	0.323	0.540	0.653 M	1.05
Foot and leg	Femoral condyles/medial malleolus	0.061 M	0.606	0.394 P	0.416	0.735	0.572 P	1.09
Total leg	Greater trochanter/medial malleolus	0.161 M	0.447	0.553 P	0.326	0.560	0.650 P	1.06
Head and neck	C7–T1 and 1st rib/ear canal	0.081 M	1.000	— PC	0.495	0.116	— PC	1.11
Shoulder mass	Sternoclavicular joint/glenohumeral axis	—	0.712	0.288	—	—	—	1.04
Thorax	C7–T1/T12–L1 and diaphragm*	0.216 PC	0.82	0.18	—	—	—	0.92
Abdomen	T12–L1/L4–L5*	0.139 LC	0.44	0.56	—	—	—	—
Pelvis	L4–L5/greater trochanter*	0.142 LC	0.105	0.895	—	—	—	—
Thorax and abdomen	C7–T1/L4–L5*	0.355 LC	0.63	0.37	—	—	—	—
Abdomen and pelvis	T12–L1/greater trochanter*	0.281 PC	0.27	0.73	—	—	—	1.01
Trunk	Greater trochanter/glenohumeral joint*	0.497 M	0.50	0.50	—	—	—	1.03
Trunk head neck	Greater trochanter/glenohumeral joint*	0.578 MC	0.66	0.34 P	0.503	0.830	0.607 M	—
Head, arms, and trunk (HAT)	Greater trochanter/glenohumeral joint*	0.678 MC	0.626	0.374 PC	0.496	0.798	0.621 PC	—
HAT	Greater trochanter/mid rib	0.678	1.142	—	0.903	1.456	—	—

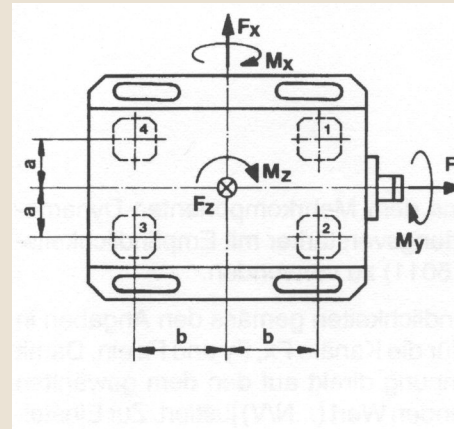
Winter (2009)



6-Komponenten Waage

- Kräfte x-, y- und z-Richtung
- Plus 3 Momente





Ausgabe in [V] auf 8 Kanälen:

1: $x_1 + x_2$

2: $x_3 + x_4$

3: $y_1 + y_4$

4: $y_2 + y_3$

5: z_1

6: z_2

7: z_3

8: z_4

3-Punkt bzw. 4-Punkt Kalibrierung

- 3 Raumrichtungen x, y und z
- Belastung in 3 bzw. 4 Stufen, um eine lineare Korrelation zwischen Belastungskraft und Ausgabedaten in Volt zu bestimmen

Berechnung Kräfte & Momente:

$$F_x = K_1 + K_2$$

$$F_y = K_3 + K_4$$

$$F_z = K_5 + K_6 + K_7 + K_8$$

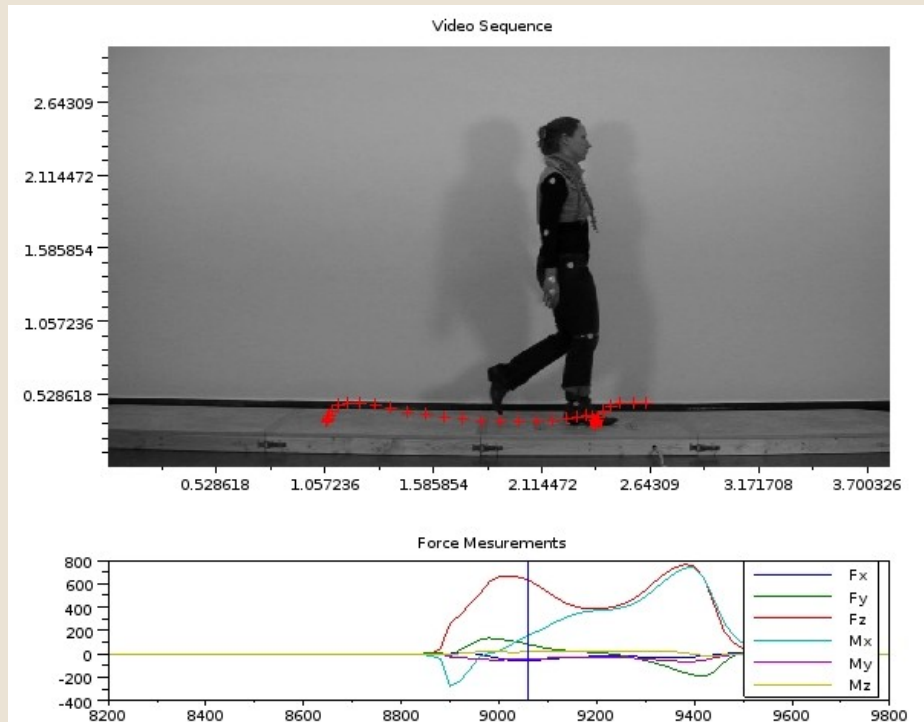
$$M_x = b(K_5 + K_6 - K_7 - K_8)$$

$$M_y = a(-K_5 + K_6 + K_7 - K_8)$$

$$M_z = b(-K_1 + K_2) + a(K_3 - K_4)$$

$$a = 30\text{mm}$$

$$b = 57,5\text{mm}$$



Datenaufnahme:

- Videoaufnahme mit 50 Hz
- Bodenreaktionskräfte
 - Kistler Kraftmessplatte
 - Datenrate 100 Hz
 - Daten werden mit DasyLab aufgenommen

Synchronisation

Bei der Datensynchronisation findet ein Abgleich des Videomaterials und der Bodenreaktionskräfte statt.

Datenaufnahme:

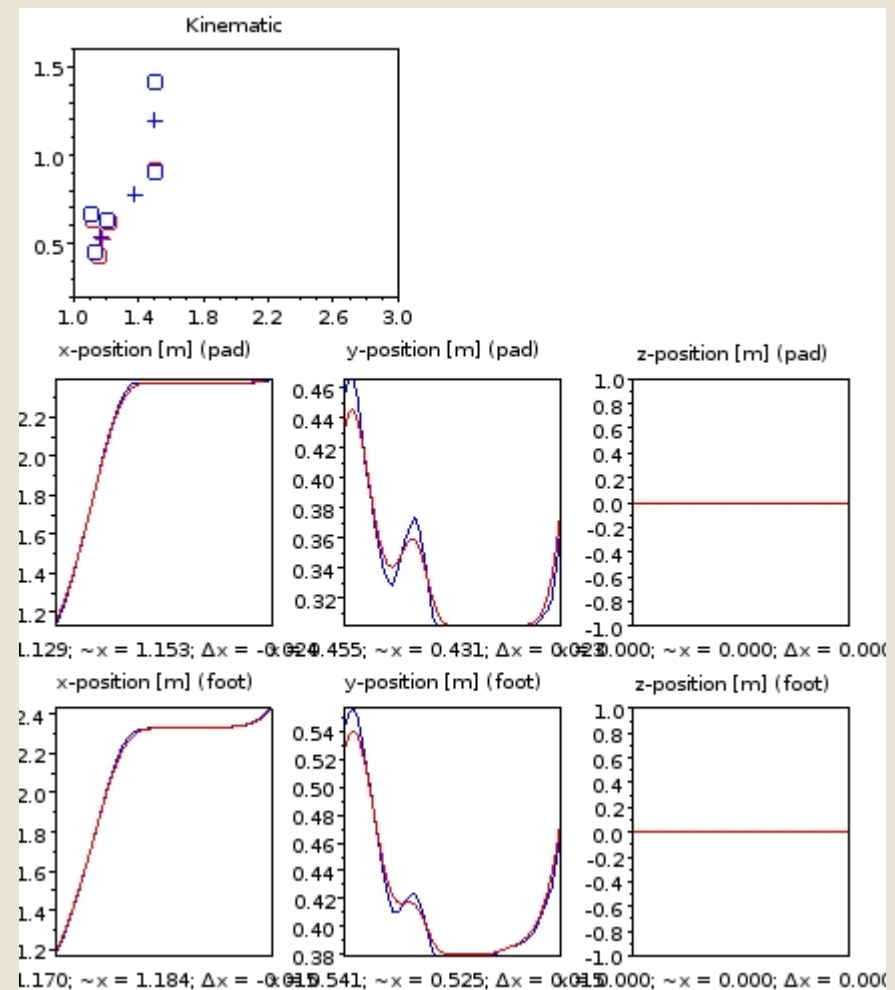
- Messen der Bodenreaktionskräfte
- Digitalisieren des Videomaterials
- Pro Student eine charakteristische Aufnahme

Datenberechnung:

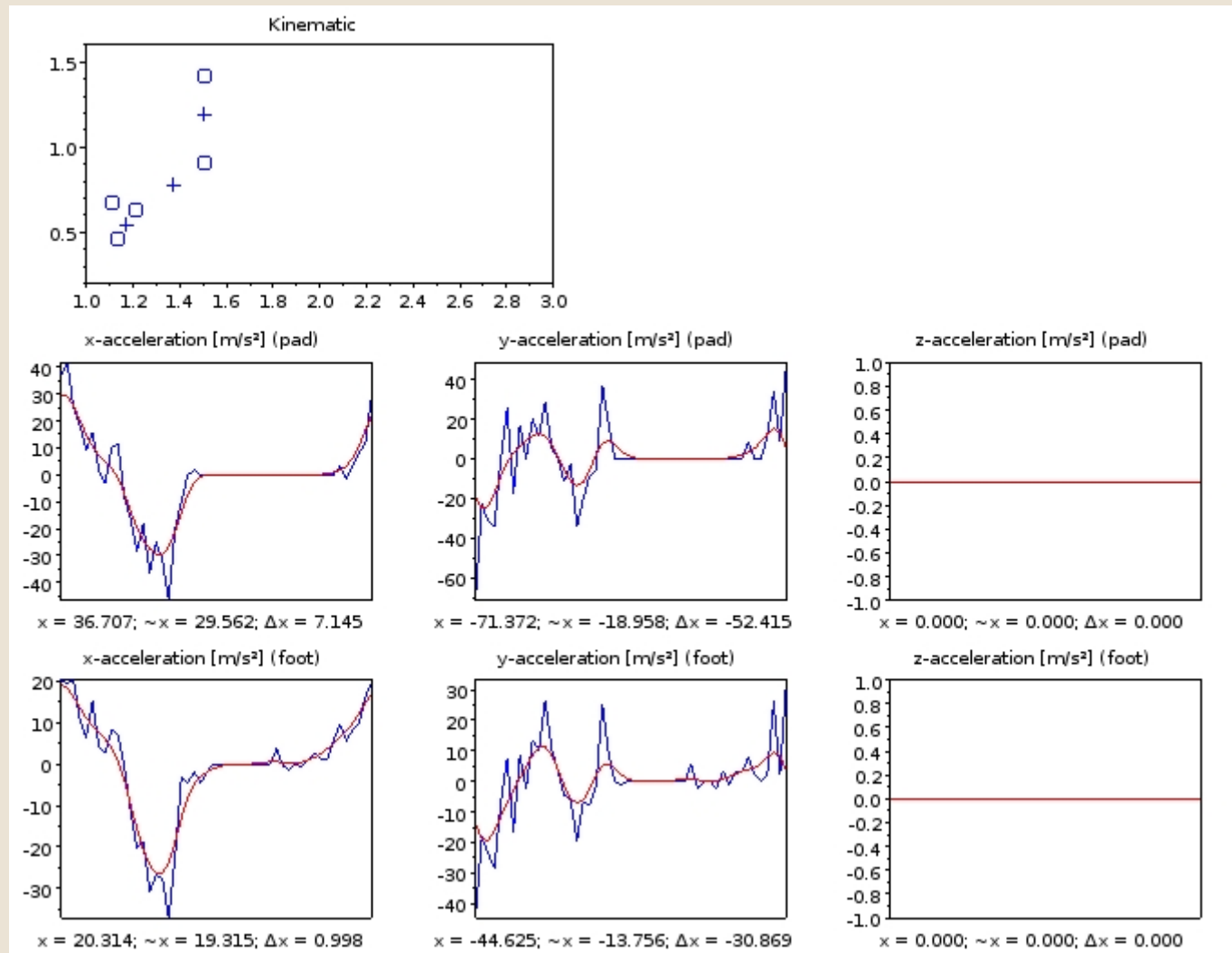
- Berechnung von linearen Geschwindigkeiten und Beschleunigungen
- Berechnung von Winkelgeschwindigkeiten und Winkelbeschleunigungen

Datenfilterung:

- Anwendung und Berechnung von einem Gleitenden Mittelwert

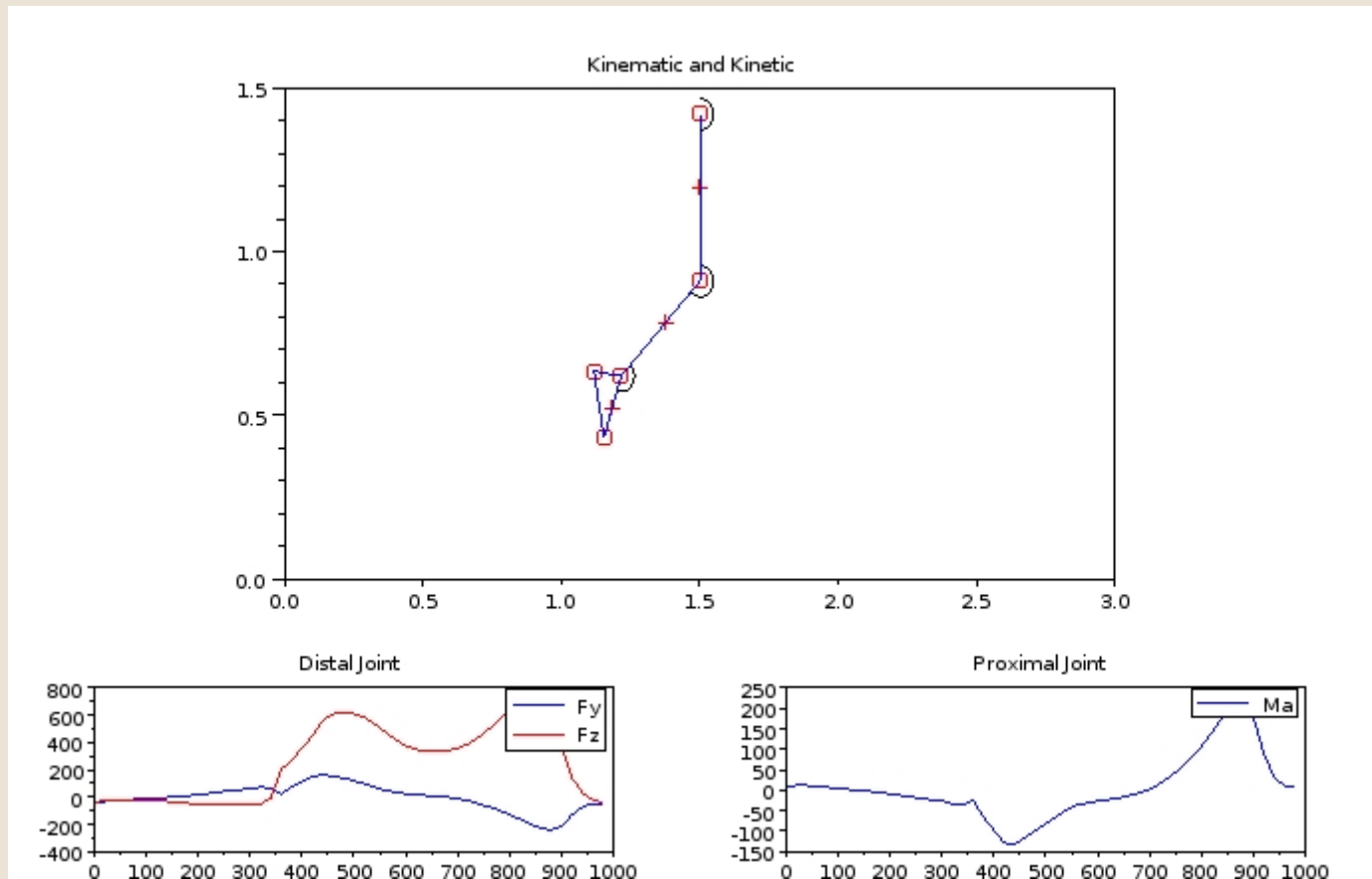


Datenaufnahme, Berechnung und Filterung



Auf der Grundlage von David A. Winter werden:

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



Literatur



Winter D. A. (2009): biomechanics and Motor Control of Human Movement, 4th printing, John Wiley & Sons Inc., New Jersey, ISBN: 978-0-470-39818-0

Biewener A. A. (2003): Animal Locomotion, Oxford University Press, ISBN: 0-19-850022-X

Alexander, R. McN. (2006): Principles of Animal Locomotion, 2nd printing, Princeton University Press: ISBN 0-691-12634-8

Gray, Sir J. (1968): Animal Locomotion, Weidenfeld & Nicolson