

Forschungsansatz des Lauflabors

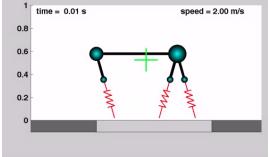


TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Experimente



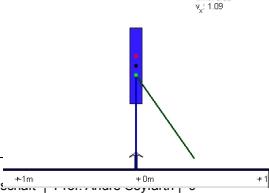
Modelle



Robotik









Erste Laufroboter



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT





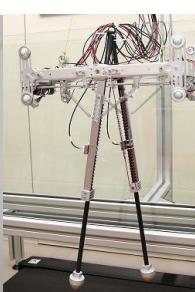


CHEAP DESIGN









2004
2005
2006
2008

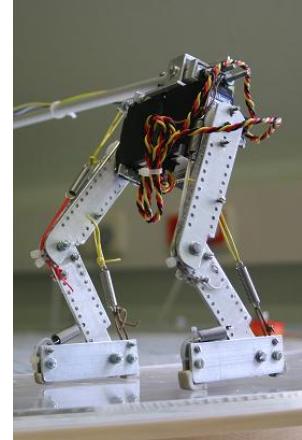
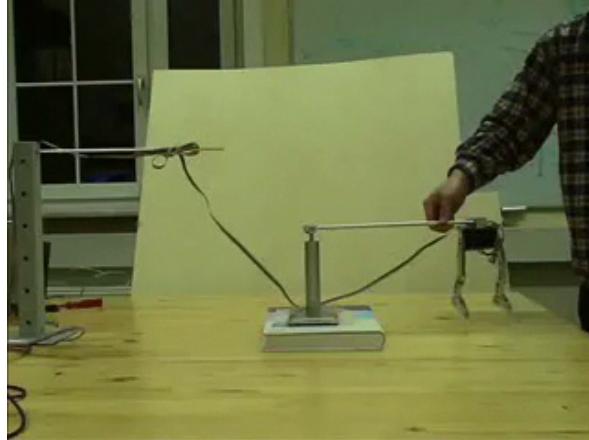
FuJuBot
JenaWalker
JenaHopper
PogoWalker

JenaWalker II

25.02.13 | Fachbereich 3 | Institut für Sportwissenschaft | Prof. Andre Seyfarth | 10



JENA WALKER 1 (2005)

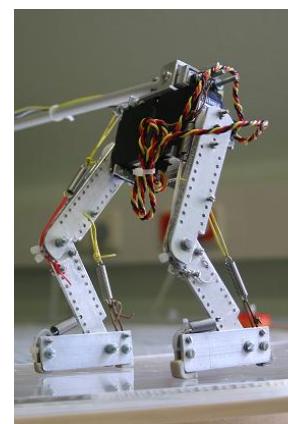
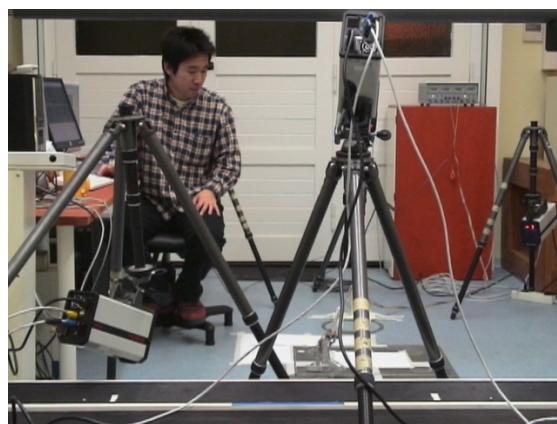


JenaWalker I (Yohei Minekawa)

Iida et al. (2007) J Biomechanics
25.02.13 | Fachbereich 3 | Institut für Sportwissenschaft | Prof. Andre Seyfarth | 11



JENA WALKER 1 (2005)



JenaWalker I (Yohei Minekawa)

Iida et al. (2007) J Biomechanics
25.02.13 | Fachbereich 3 | Institut für Sportwissenschaft | Prof. Andre Seyfarth | 12

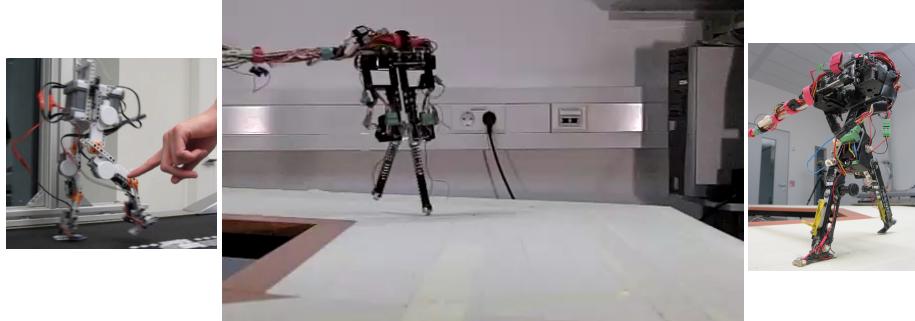


RUNBOT / FOX (2008-2012)



Kolleg der Studienstiftung
des deutschen Volkes

Daniel
Renjewski



25.02.13 | Fachbereich 3 | Institut für Sportwissenschaft | Prof. Andre Seyfarth | 13



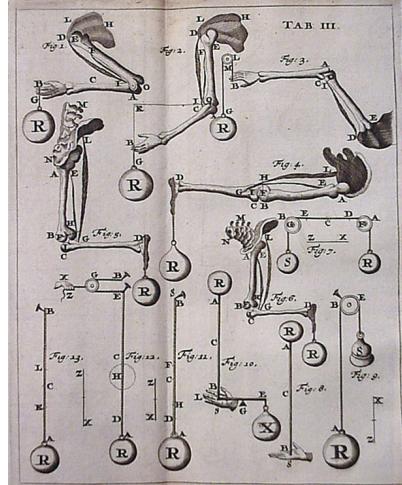
Zur Biomechanik des Laufens



Antrittsvorlesung | FB 3 | Institut für Sportwissenschaft | Prof.



Was ist Biomechanik?



De motu animalium
Giovanni Alfonso Borelli
1680

25.02.13 | Fachbereich 3 | Institut für Sportwissenschaft | Prof. Andre Seyfarth | 15



Biomechanik des Laufens

Was ist Laufen?

Hier gibt es verschiedene Möglichkeiten, z.B.:

- *Ein Kind lernt Laufen, d.h. Gehen.*
- *Ich gehe Laufen, d.h. Rennen oder Joggen.*

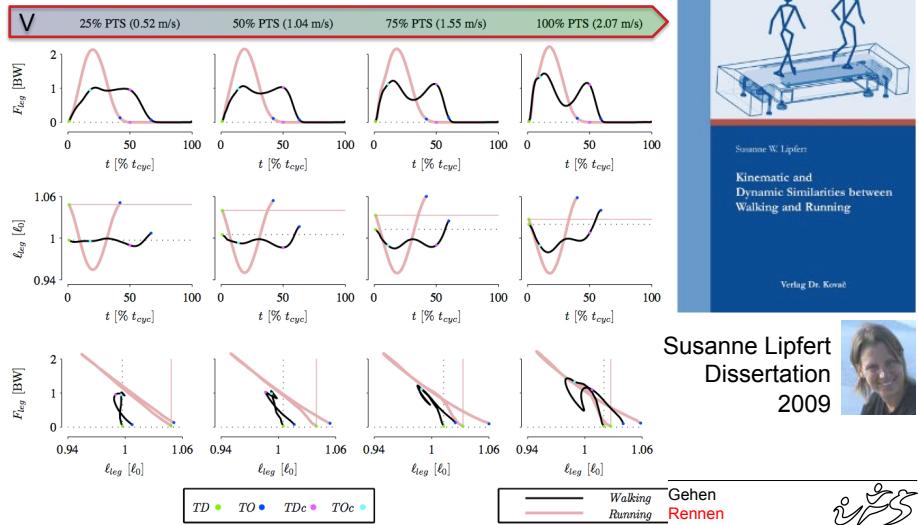
→ Laufen beschreibt die Fortbewegung (engl. *locomotion*) auf zwei (oder mehr) Beinen (Bipedie, oder Polypedie)

25.02.13 | Fachbereich 3 | Institut für Sportwissenschaft | Prof. Andre Seyfarth | 16



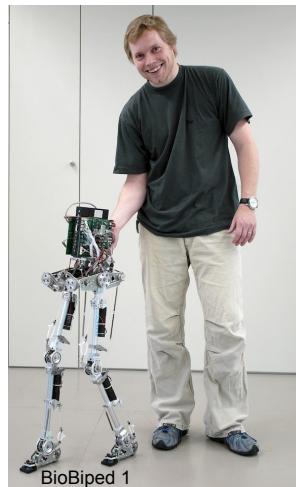
Ziele der Laufbiomechanik

Figure: Leg force and leg length in walking and running



Laufbiomechanik: Modelle

Was ist ein gutes Modell für die Beschreibung von Laufbewegungen?



Laufbiomechanik: Modelle



Was ist ein gutes Modell für die Beschreibung von Laufbewegungen?



Darmstädter Sport-Forum 2012

5. November 2012

Wie kann die Technologie aus der Beinprothetik den Sport verbessern?

Knut Lechner
(Össur)

25.02.13 | Fachbereich 3 | Institut für Sportwissenschaft | Prof. Andre Seyfarth | 19



From walking to running

Locomotion biomechanics



Questions:

- Why do we have gaits?
- How to model walking and running?
- How to design a robot for W&R?



Goals:

- To measure gaits.
- To identify locomotion patterns.
- To derive a gait model.

25.02.13 | Fachbereich 3 | Institut für Sportwissenschaft | Prof. Andre Seyfarth | 20



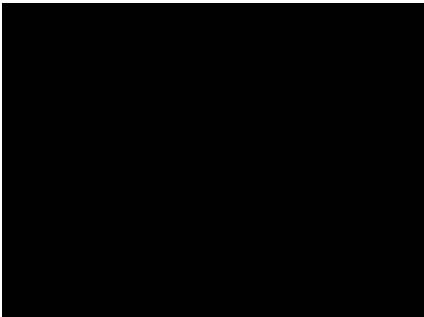
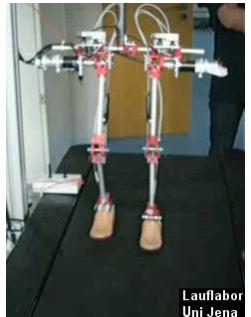
What is a good model?



25.02.13 | Fachbereich 3 | Institut für Sportwissenschaft | Prof. Andre Seyfarth | 21



Forward dynamic models



JenaWalker 2 (2005)



Fumiya Iida

OpenSim: Samuel Hamner (2010)

Reflex-driven biped

Hartmut Geyer
(WCB, 2006)



25.02.13 | Fachbereich 3 | Institut für Sportwissenschaft | Prof. Andre Seyfarth | 22



Complexity of models



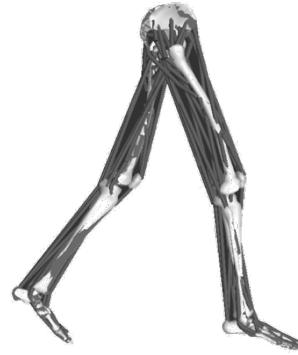
Detailed Models
(Neuromechanical Models)

Neuronal Control

Muscles / Sensors

Segment Mechanics

Contact Mechanics



25.02.13 | Fachbereich 3 | Institut für Sportwissenschaft | Prof. Andre Seyfarth | 23



Complexity of models



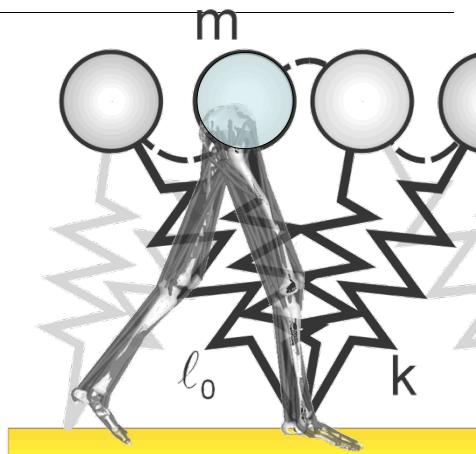
Detailed Models
(Neuromechanical Models)

Neuronal Control

Muscles / Sensors

Segment Mechanics

Contact Mechanics



25.02.13 | Fachbereich 3 | Institut für Sportwissenschaft | Prof. Andre Seyfarth | 24



Complexity of models

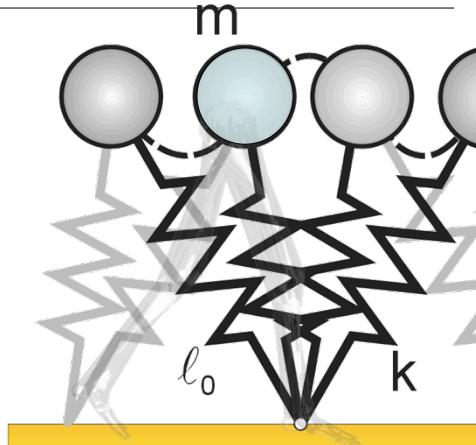


Simplistic Models
(Template Models)

COM Dynamics

Simplified Geometry

Simplified Force Laws



25.02.13 | Fachbereich 3 | Institut für Sportwissenschaft | Prof. Andre Seyfarth | 25



What makes walking and running easy?



25.02.13 | Fachbereich 3 | Institut für Sportwissenschaft | Prof. Andre Seyfarth | 26



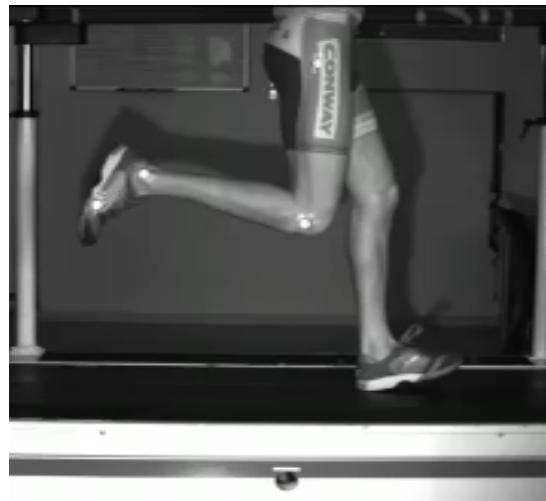
Self-stability



25.02.13 | Fachbereich 3 | Institut für Sportwissenschaft | Prof. Andre Seyfarth | 27



Selfstability in running ?



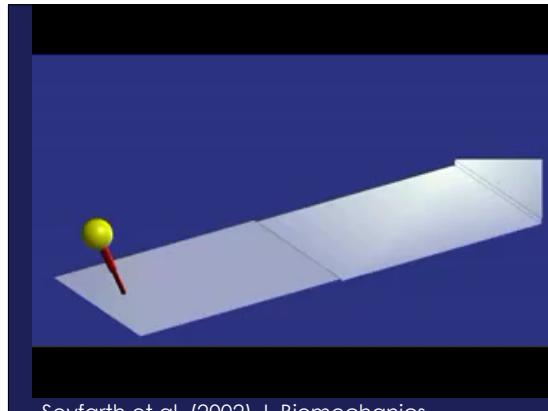
Video:
Sten Grimmer



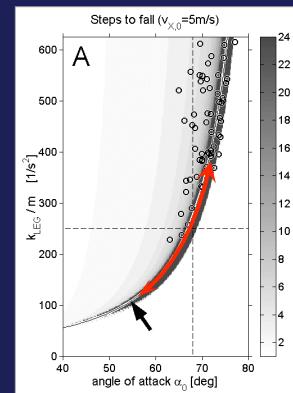
25.02.13 | Fachbereich 3 | Institut für Sportwissenschaft | Prof. Andre Seyfarth | 28



Running with compliant legs



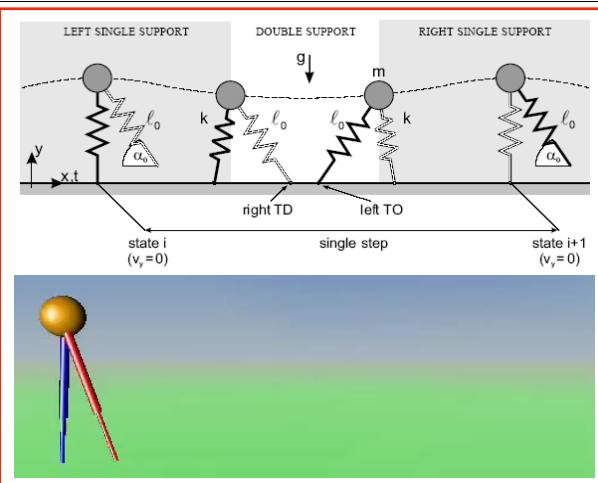
Seyfarth et al. (2002) J. Biomechanics



25.02.13 | Fachbereich 3 | Institut für Sportwissenschaft | Prof. Andre Seyfarth | 29



Bipedal spring-mass model Walking & running (W&R)



Geyer et al. (2006) Proc Roy Soc Lond B

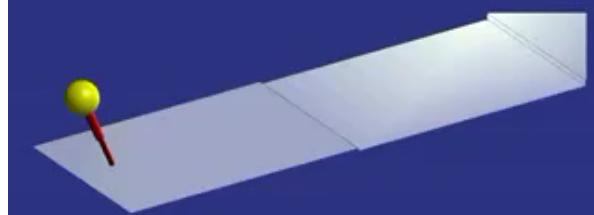
25.02.13 | Fachbereich 3 | Institut für Sportwissenschaft | Prof. Andre Seyfarth | 30



Running and walking with compliant legs



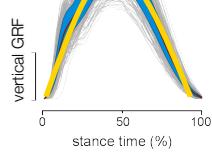
Seyfarth et al. (2002) J. Biomechanics



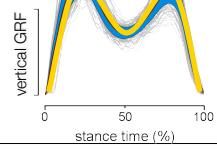
Geyer et al. (2006) Proc Roy Soc Lond B

25.02.13 | Fachbereich 3 | Institut für Sportwissenschaft | Prof. Andre Seyfarth | 31

RUNNING



WALKING



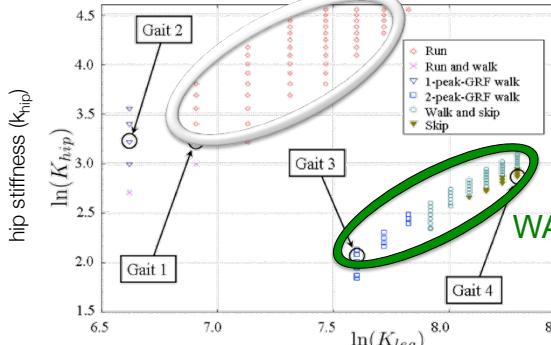
25.02.13 | Fachbereich 3 | Institut für Sportwissenschaft | Prof. Andre Seyfarth | 31

Leg Stiffness and Hip Stiffness

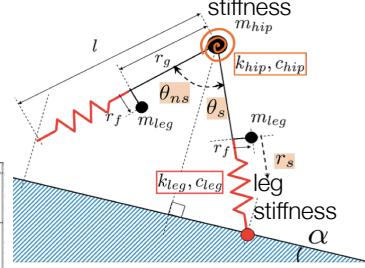


Dai Owaki et al. (2008) ICRA

RUNNING



WALKING



25.02.13 | Fachbereich 3 | Institut für Sportwissenschaft | Prof. Andre Seyfarth | 32



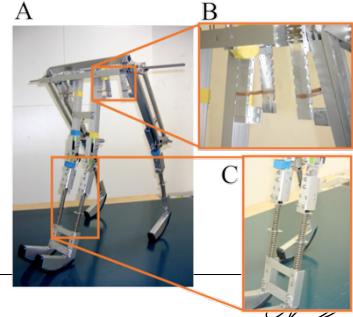
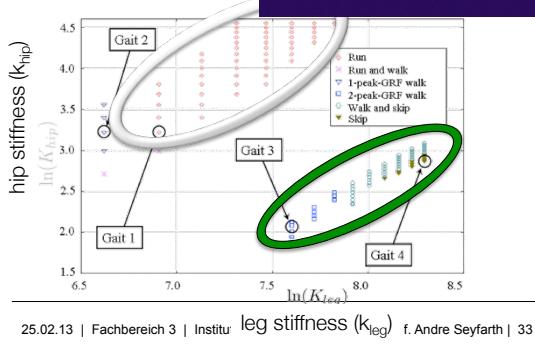
Passive Dynamic Runner (PDR)



Dai Owaki et al.
Dynamic Walking
2009

The first study of a real physical
kneed biped that exhibits passive
dynamic running

RUNNING



25.02.13 | Fachbereich 3 | Institut für Sportwissenschaft | Prof. Andre Seyfarth | 33

(Potential) Topics for group work



Measure
ground reaction forces
(GRF) in W&R

Estimate
center of mass
(COM) from GRF

Estimate
leg stiffness from
COM and GRF

Question
Existing
concepts

Create
new ideas
and models

Model and analyse
W&R gait patterns

Simulate and analyse
W/R-transitions

Simulate and analyse
R/W-transitions

25.02.13 | Fachbereich 3 | Institut für Sportwissenschaft | Prof. Andre Seyfarth | 34

