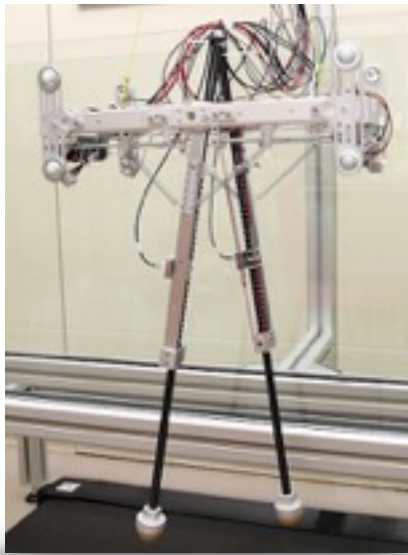


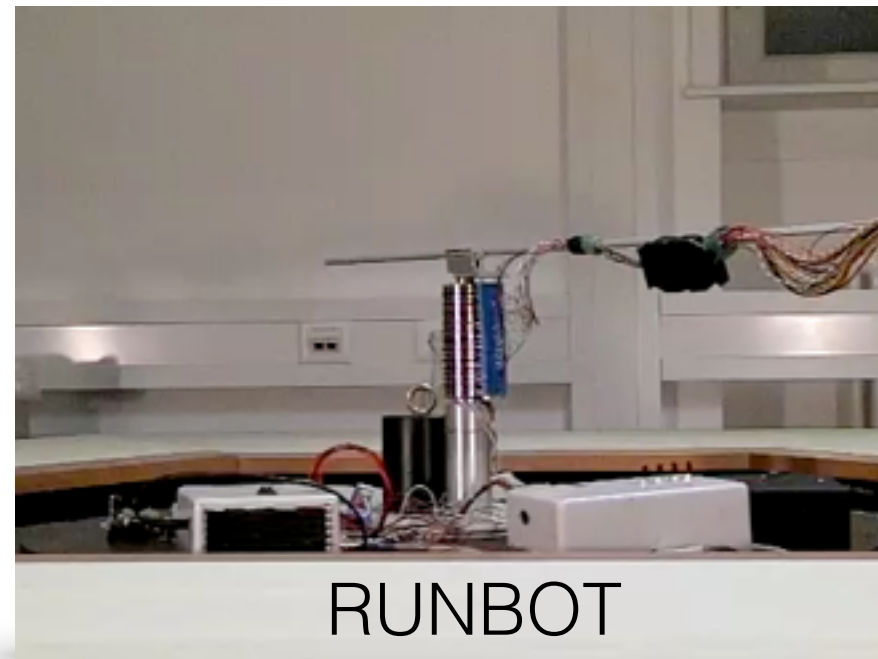
Das **Gehen** verstehen

Bioinspirierte Modellierung und Simulation von
Laufrobotern

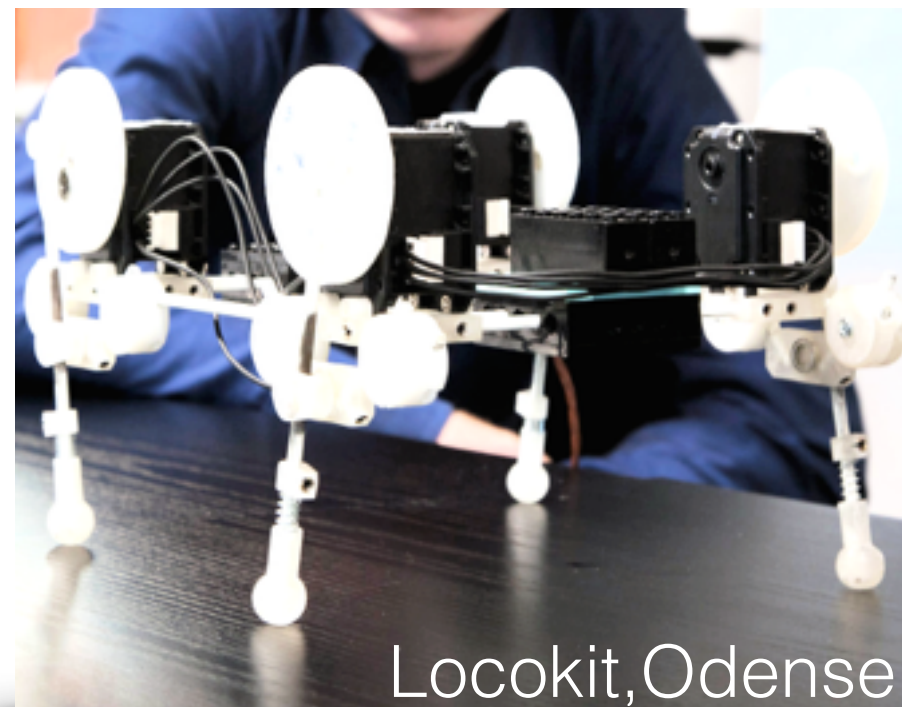
Nachgiebige Laufroboter und Prothesen



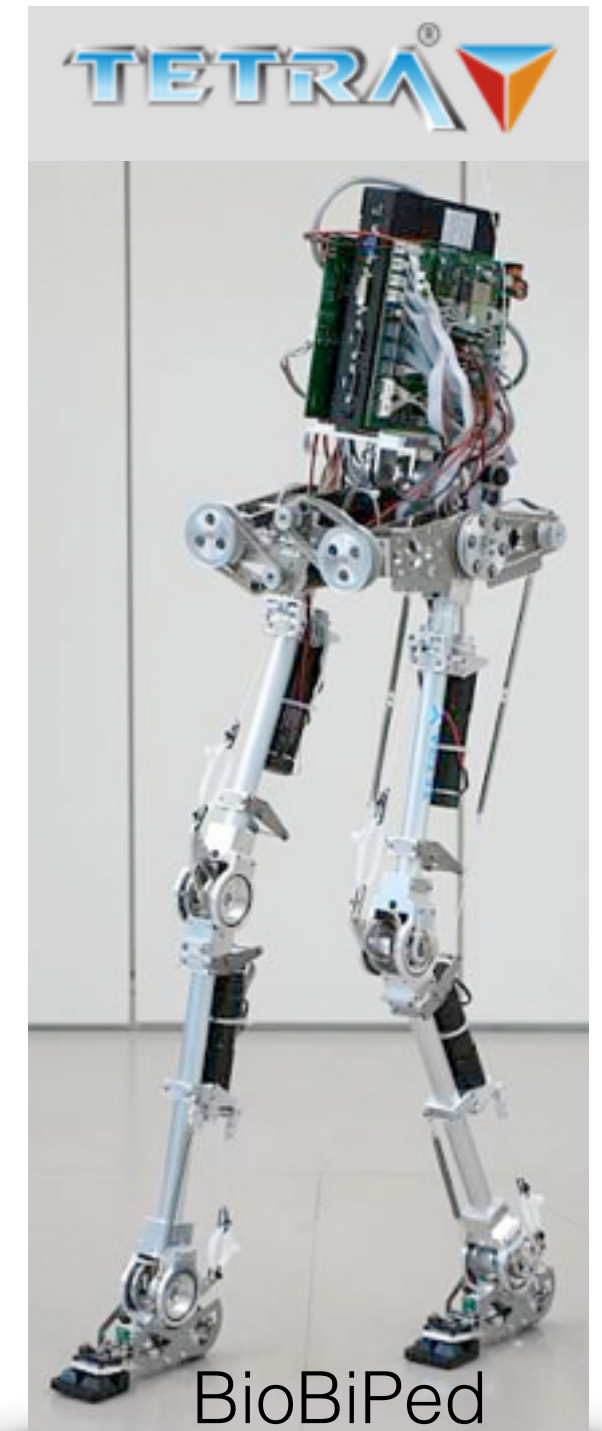
Läufer mit Blattfedern



RUNBOT



Locokit, Odense

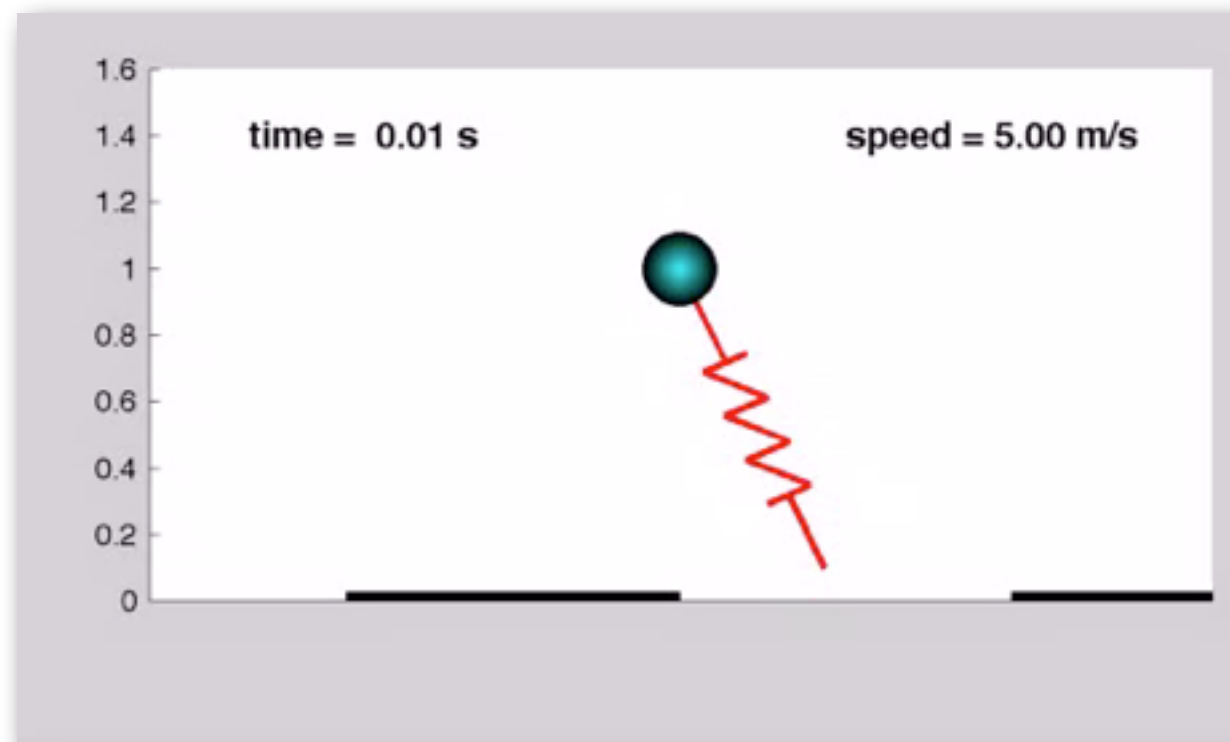


BioBiPed

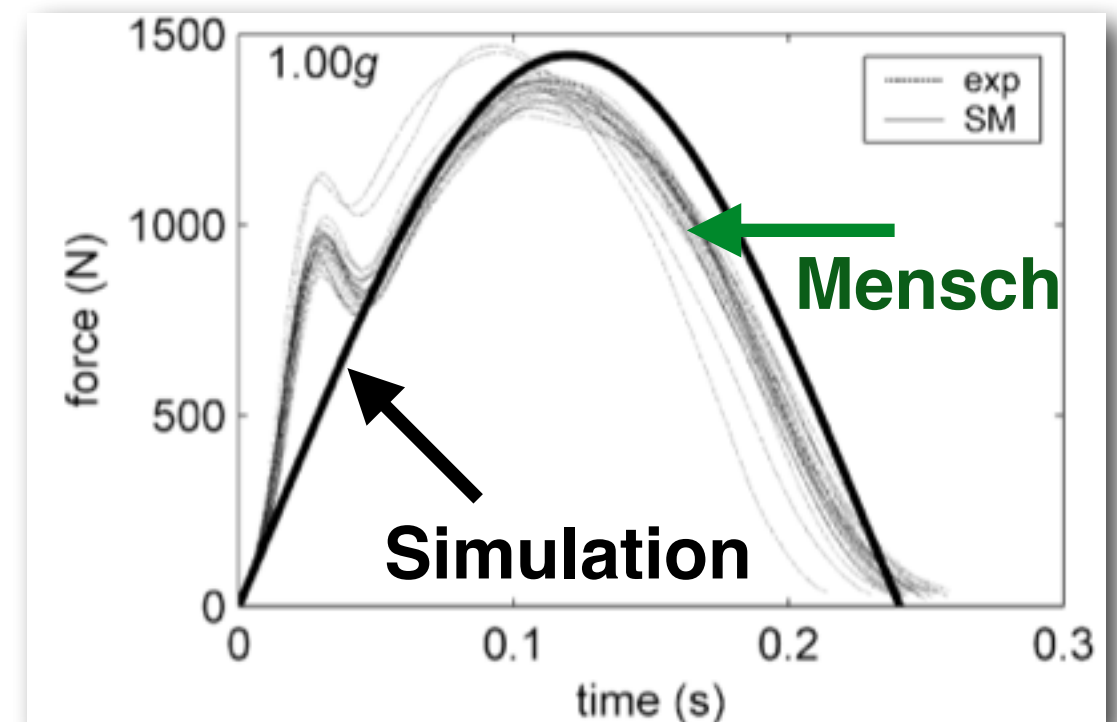
Simplistische Modellierung des Laufens

- Verwendung Simplistischer Modelle um Bewegungsprinzipien zu extrahieren. **Template & Anchor**. [Full & Koditschek 1998]
- Vorwärts hüpfender 2D-Schwinger erzeugt ähnliche Kontaktkraft wie Menschen beim Rennen. [Bullimore & Burn 2007]

Simulation des Rennens

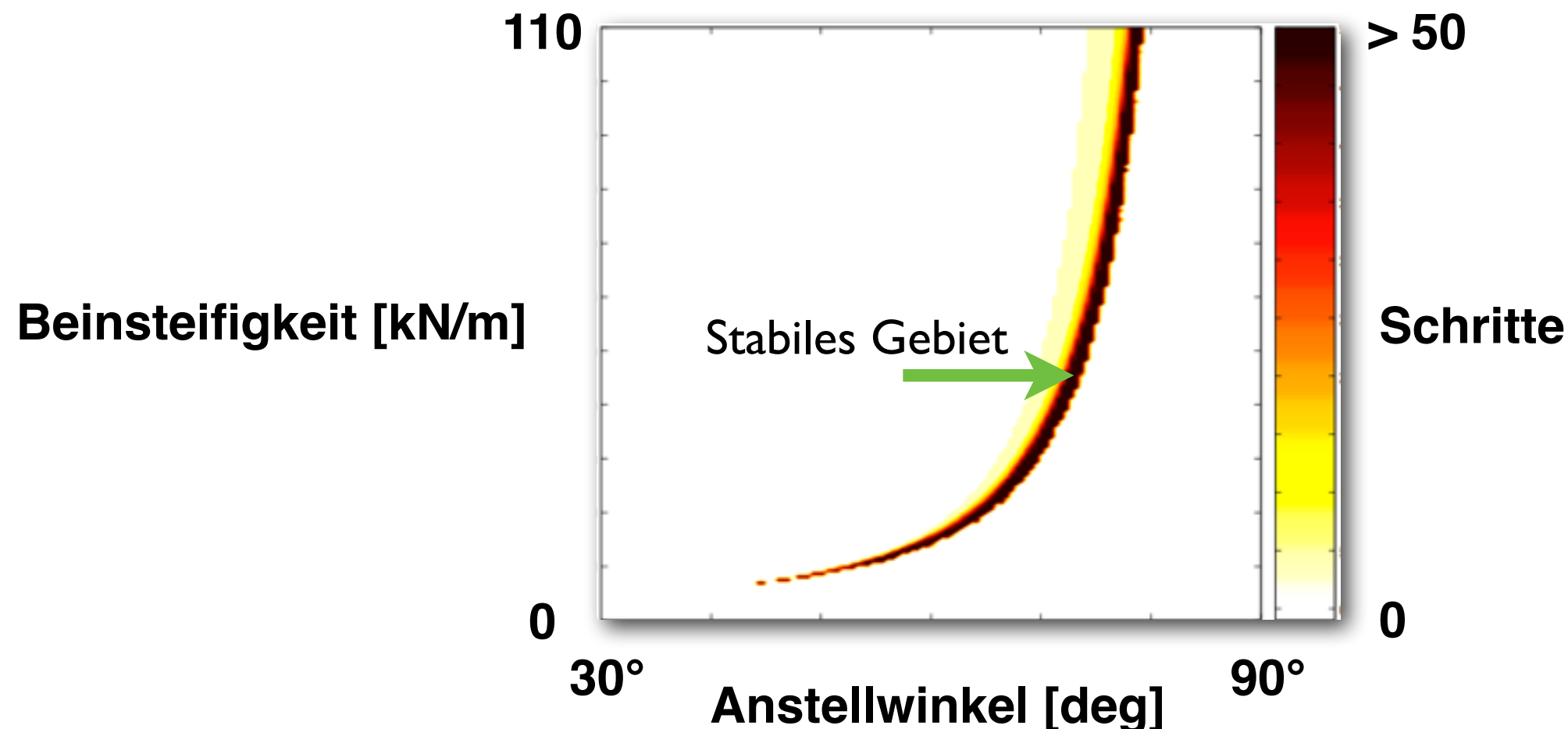


Bodenkraft



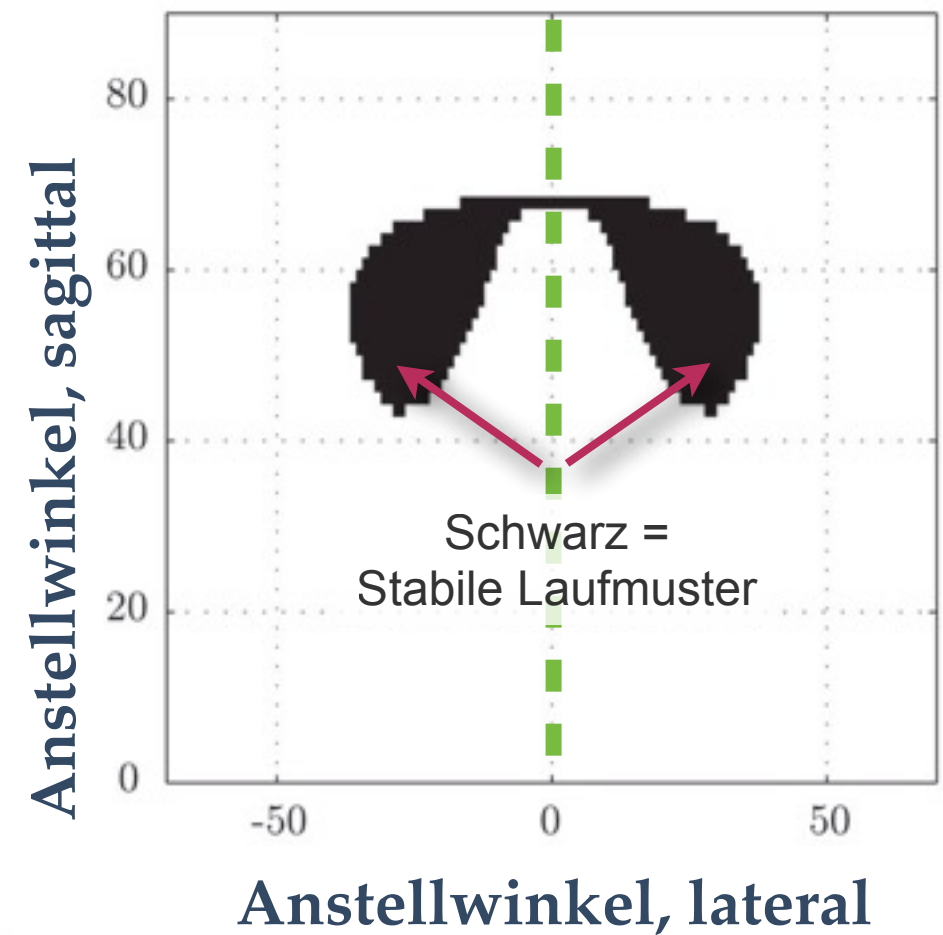
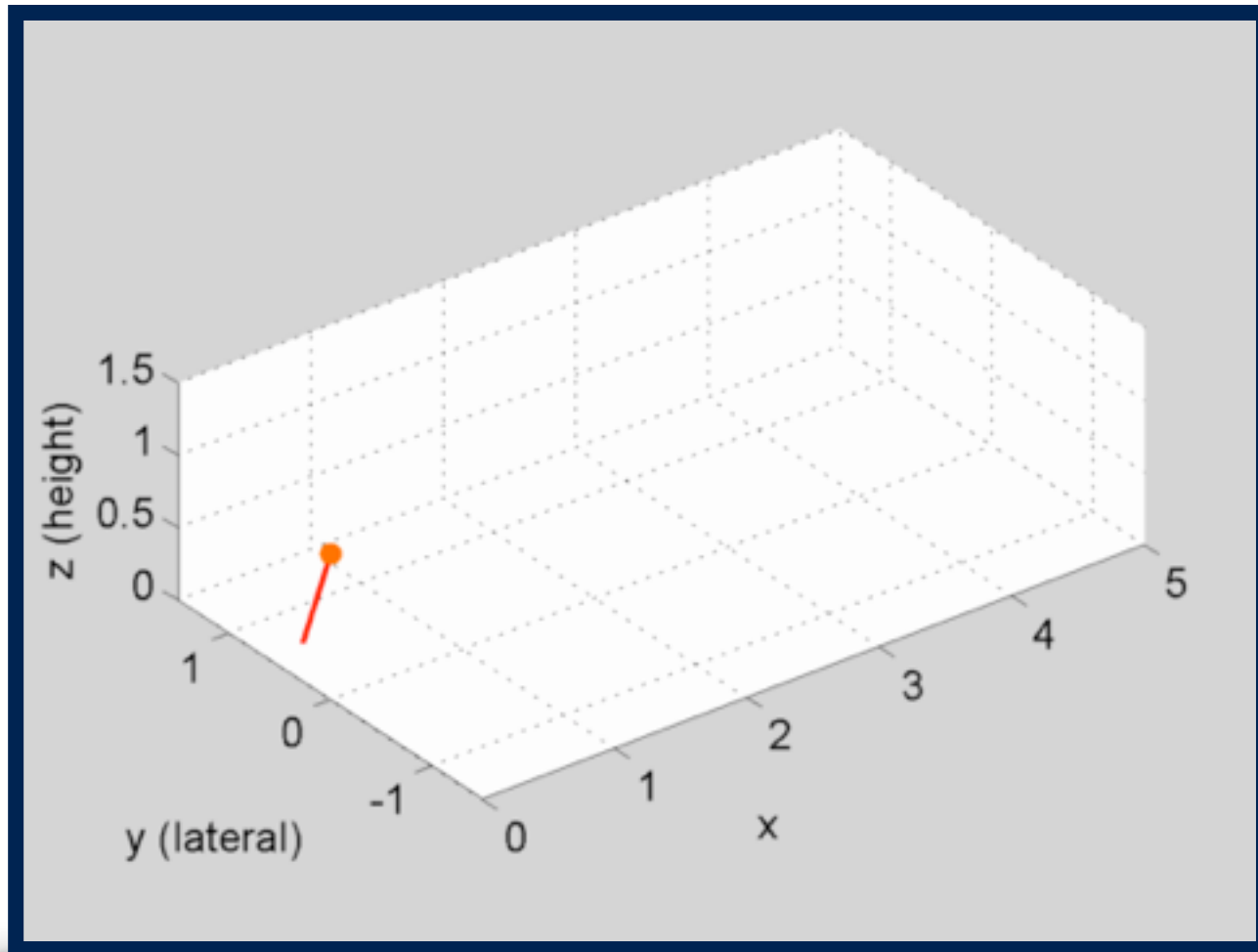
Simplistische Modellierung des Laufens

- Bei geeigneter Kombination aus **Anstellwinkel** und **Beinsteifigkeit** ist das Modell stabil !!
- Stabilitätsabschätzung mit **Steps-To-Fall Map**. Das „J“ - Gebiet [Seyfarth 2002]



Rennen in 3D

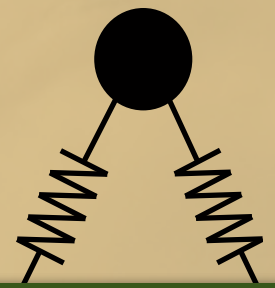
Großer Gewinn an Stabilität & richtungsstabil
[Peuker 2012]



Übertragbarkeit in „Reale Welt“

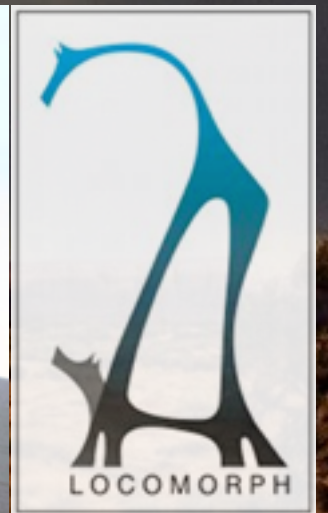
**Modellierung und
Simulation**

Biologisch-inspiriertes
Modell



Kluft — Wie kann man Sie überbrücken ?

Reale Welt

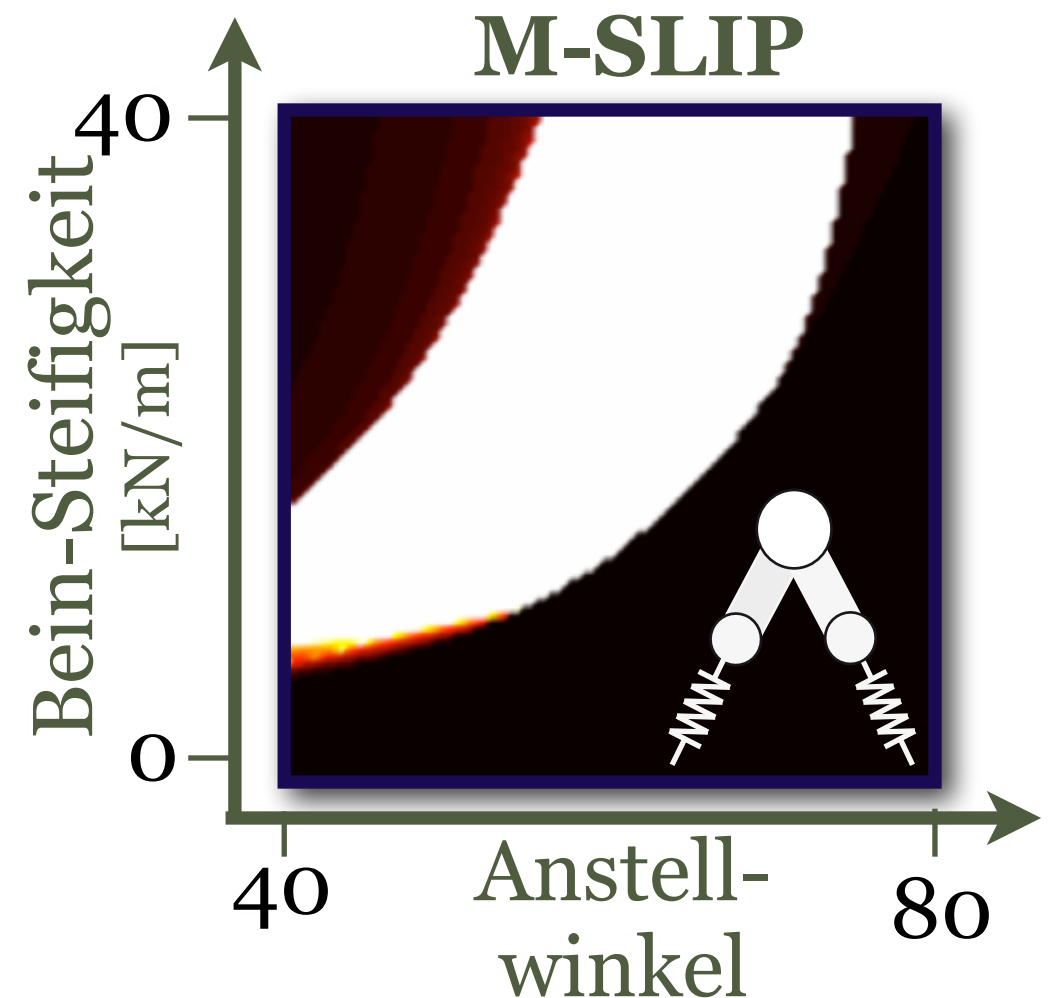


Komplexität erhöhen

- Erhöhe graduell Morphologie des Modelles: **Träge Beine**
- Ahmed Shabana's Embedding Algorithm
- Versuche positive Eigenschaften des Vorgängermodells zu erhalten (**Vererbung**)

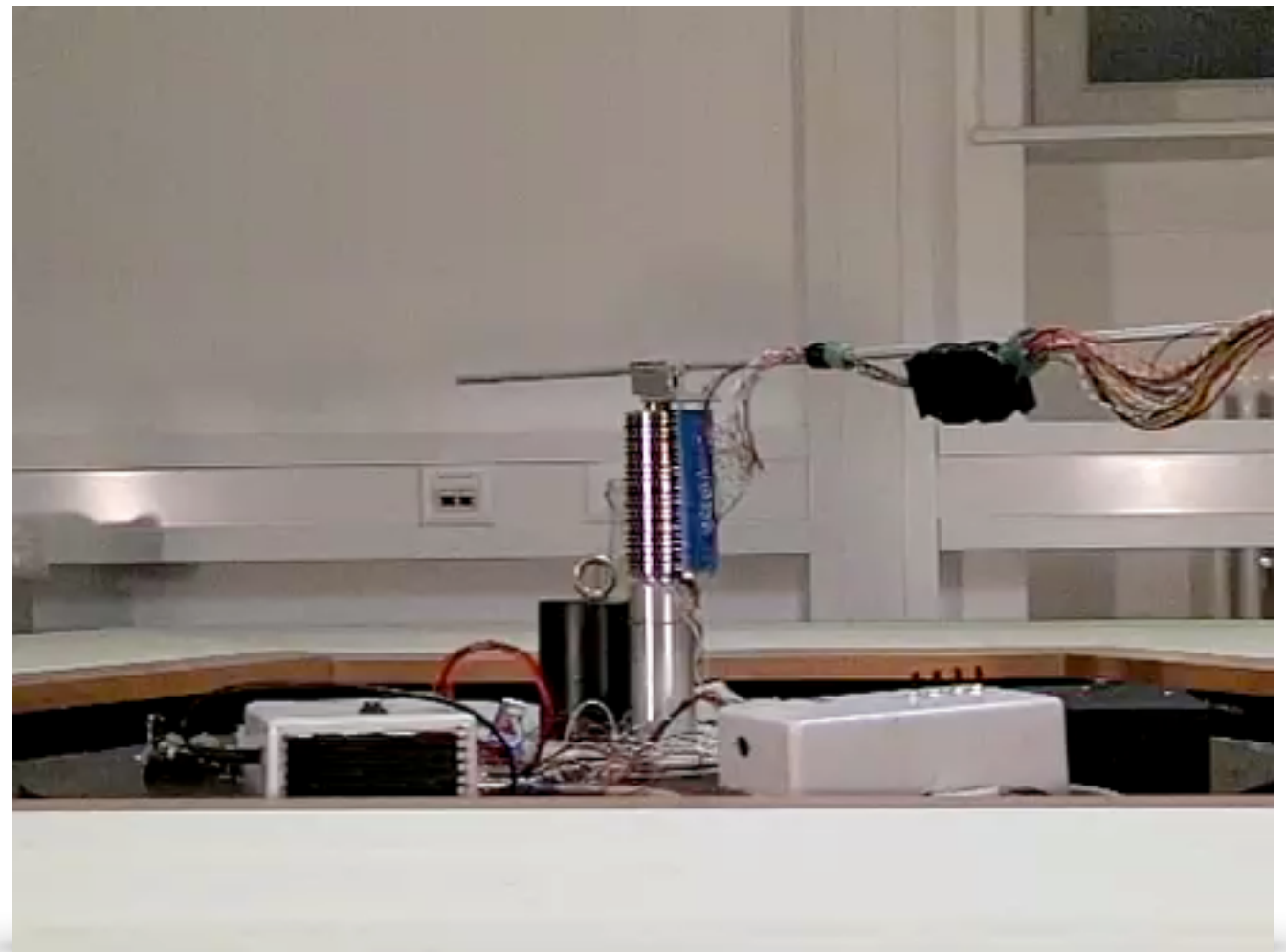
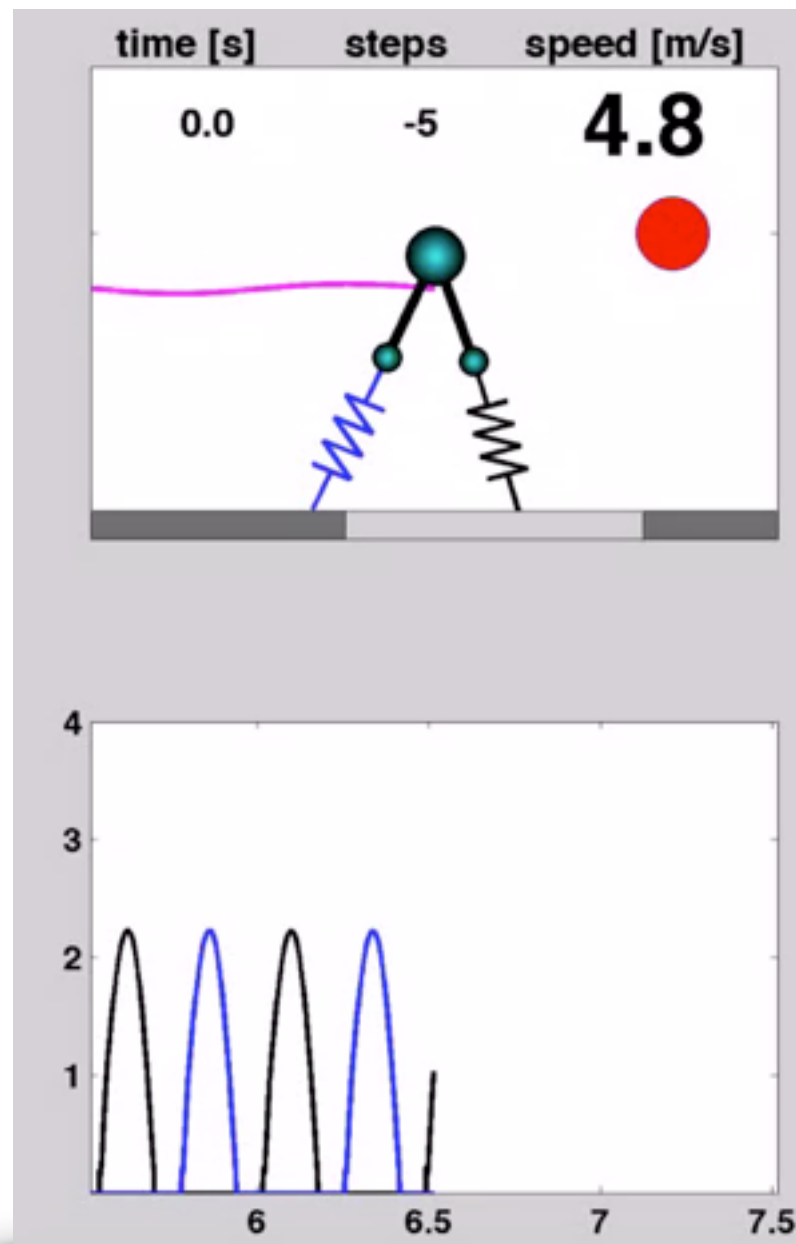


Vererbung



[Peuker 2013]

Konzeptioneller Laufroboter und Modell

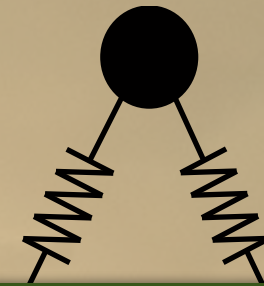


Robert Schirmer (EAH Jena)
Lutz Kunze (EAH Jena)
Dr. Daniel Renjewski

2002

SLIP

Ursprüngliches
Modell



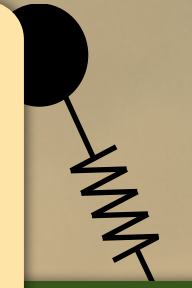
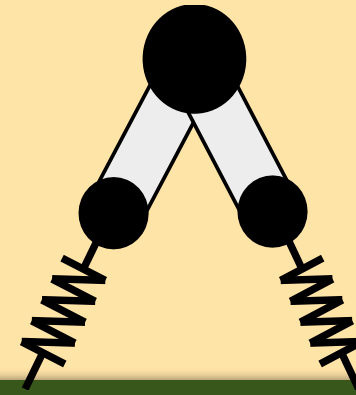
Große Kluft

Reale Welt

2002
SLIP

2012
M-SLIP

Erweitertes Modell
mit Beinmassen



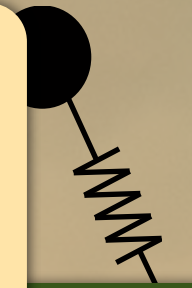
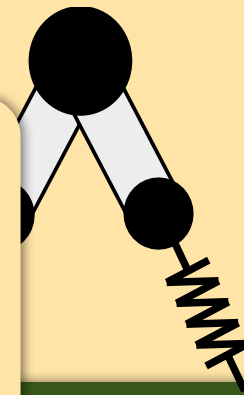
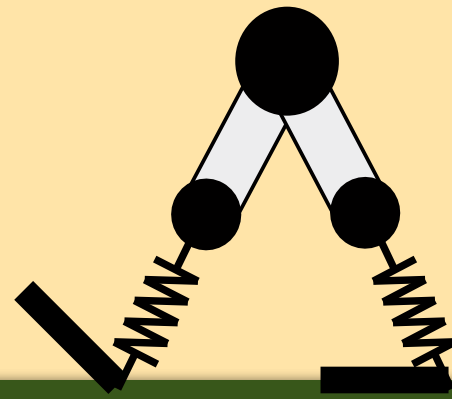
Kleine Kluft

Reale Welt

2002
SLIP

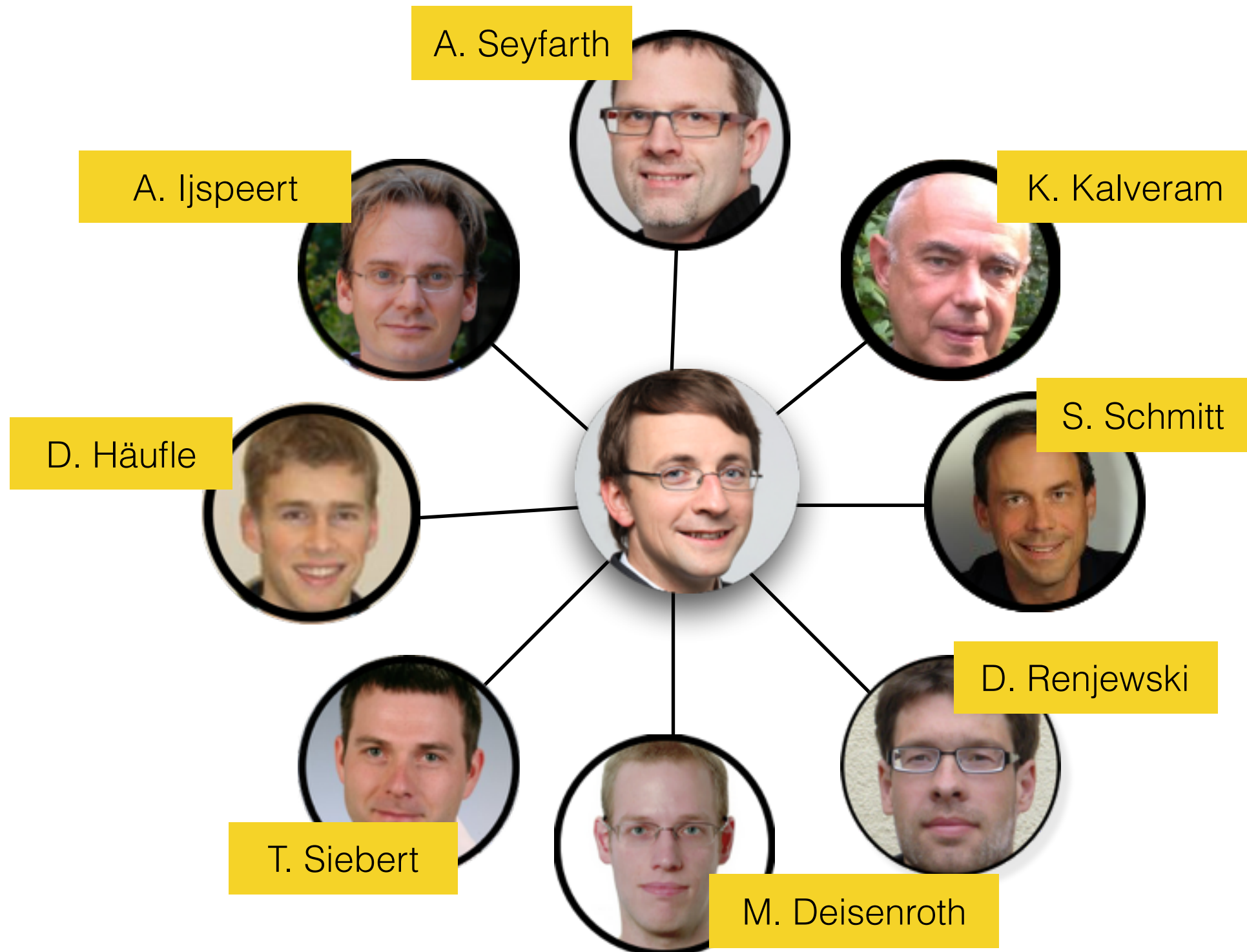
2012
M-SLIP

201X
EAH-SLIP



Reale Welt

Partner



Take-Home Messages

- **Einfache Modelle.**

Leichter, motivierender Einstieg. Perfekt für Integration in die Lehre.

- **Publikums-Magnet.**

Sehr gute Außenwirkung, Hohe Sichtbarkeit.

- **Wirkt Biomechanik-Vakuum in Jena entgegen.**

Von 40 auf 0. Uni-Arbeitsgruppen stellen Ihren Betrieb ein.

- **Aktives Netzwerk.**

Gute Verortung und Abstimmung eigener Forschung.

- **Viele Schnittstellen.**

Roboterbau in Zusammenarbeit mit Fachbereichen der EAH Jena und lokalen Unternehmen wie TETRA

Feder-Masse-Modell

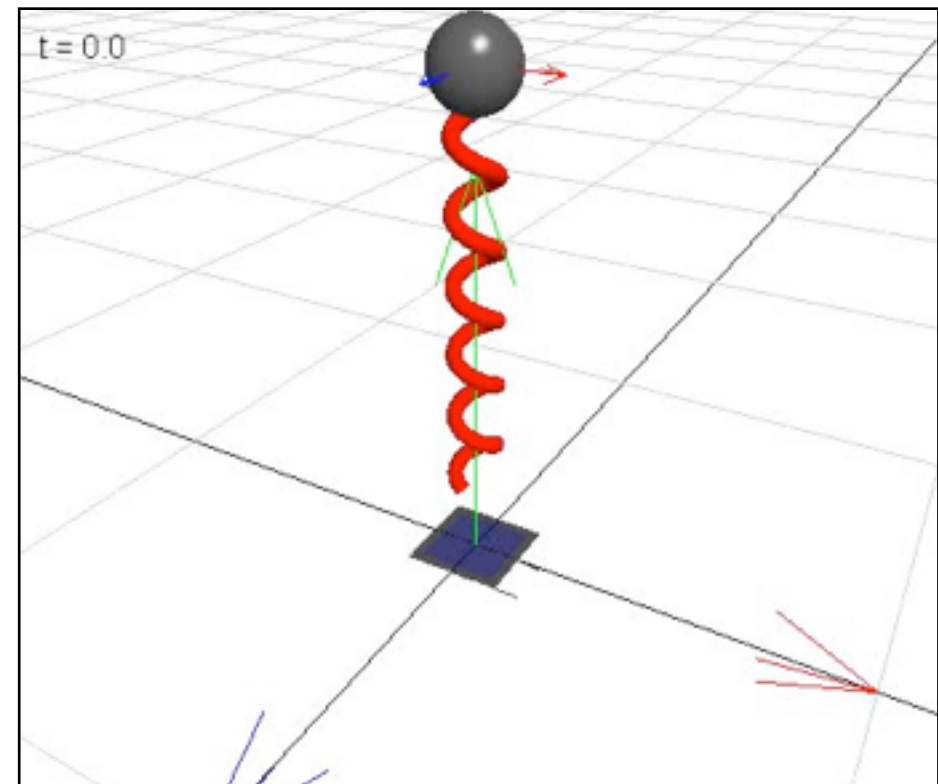
Basis für die Beschreibung des Laufens bei
Mensch und Tier

Oszillator mit äußerer Kraft



Feste Verankerung

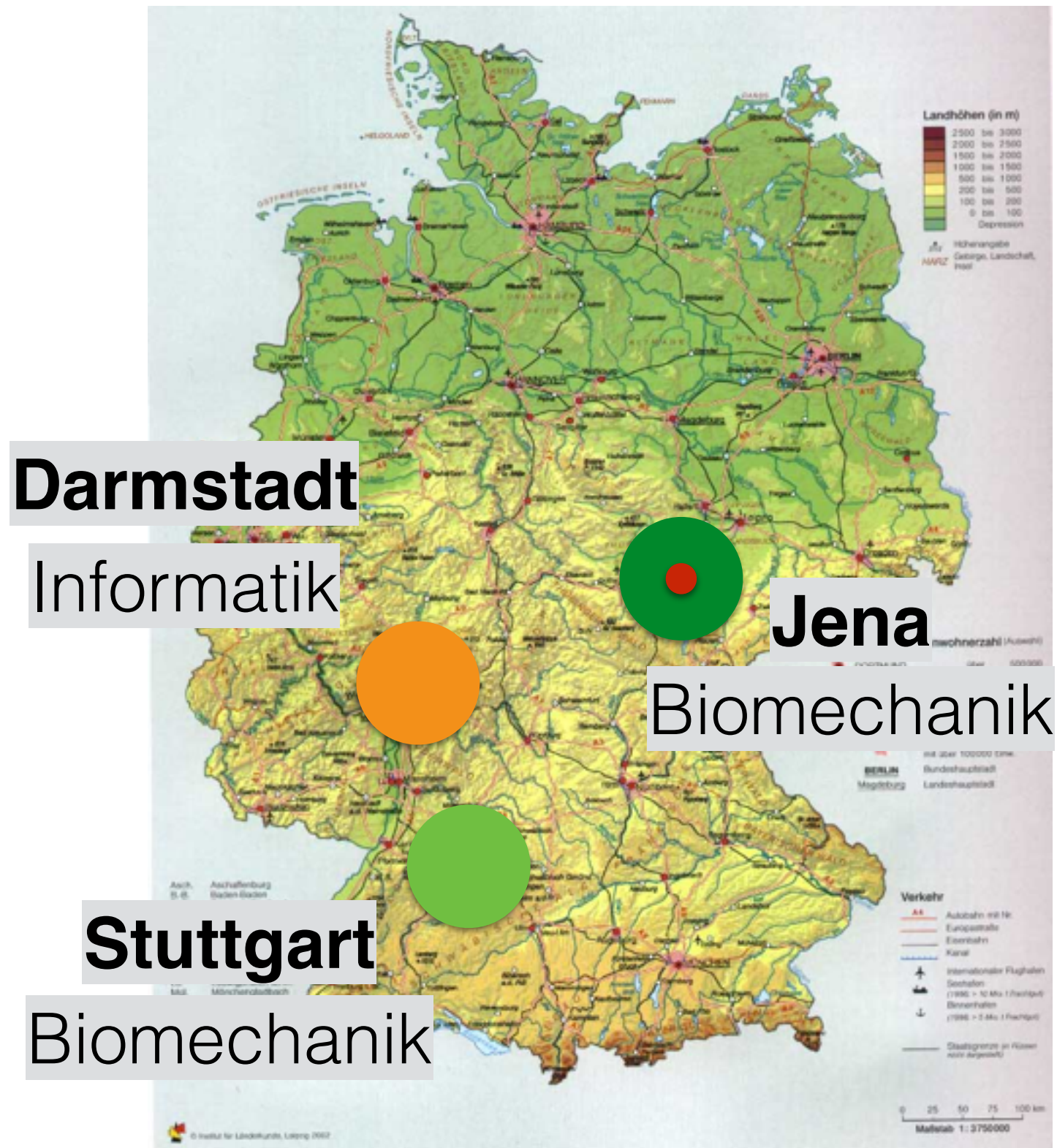
Oszillator darf abheben



Nur einseitige Zwangsbedingung:
Nur Druckkraft

Hybride Dynamik

Biomechanik-Zentren



Jena 2011:
Seyfarth (20)
Blickhan (20)

Jena 2016:
Null ?