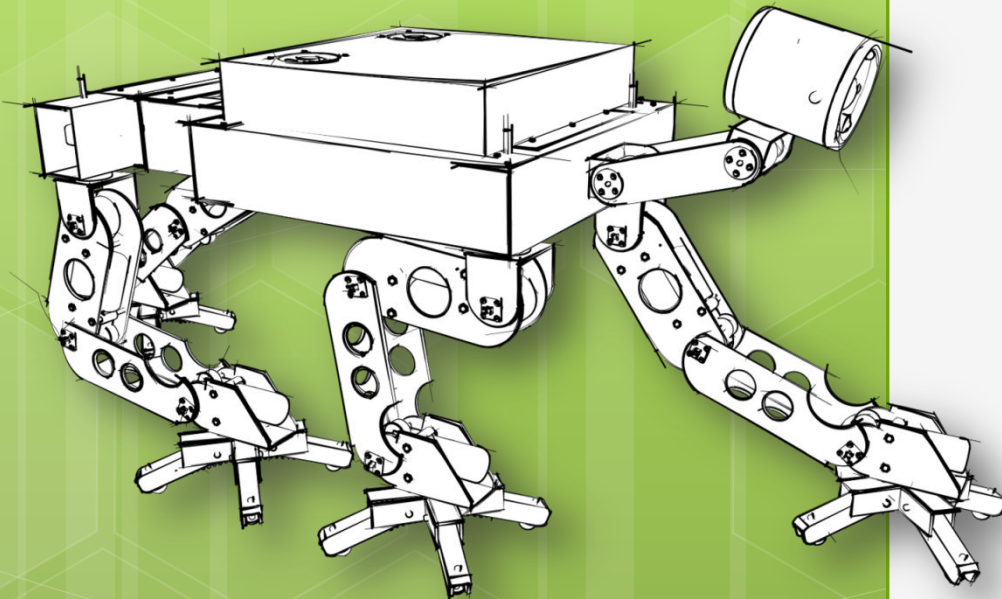


Jan Ruhnke  
3. Dezember  
2011

Master-Informatik – AW1  
HAW-Hamburg  
ruhnke@enapse.de



## A Walksystem for a Quadruped Rough Terrain Robot



Autonomous Mapping Exploration and Evasion

# Gliederung



|             |  |
|-------------|--|
| Einleitung  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Problemstellung</li><li>• Lösungen / Stand der Technik</li></ul>                               |
| Laufsysteme | <ul style="list-style-type: none"><li>• Forschungsgruppen</li><li>• Grundkonzept</li><li>• Gangarten</li><li>• Gleichgewicht</li></ul> |
| Kontroller  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Konzepte</li><li>• Kontroller Vision</li></ul>   |
| Abschluss   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Vision AMEE</li><li>• Risiken</li><li>• Quellen</li></ul>                                      |

# Roboter als Helfer (USAR)

- Katastrophen
- Verletzte suchen
- Daten erfassen
- Kartographie



Bild © fema.gov

# Zielsetzung



+Realisierung des Laufsystems (HW-SW)

-Keine KI (Björn Bettzüge)

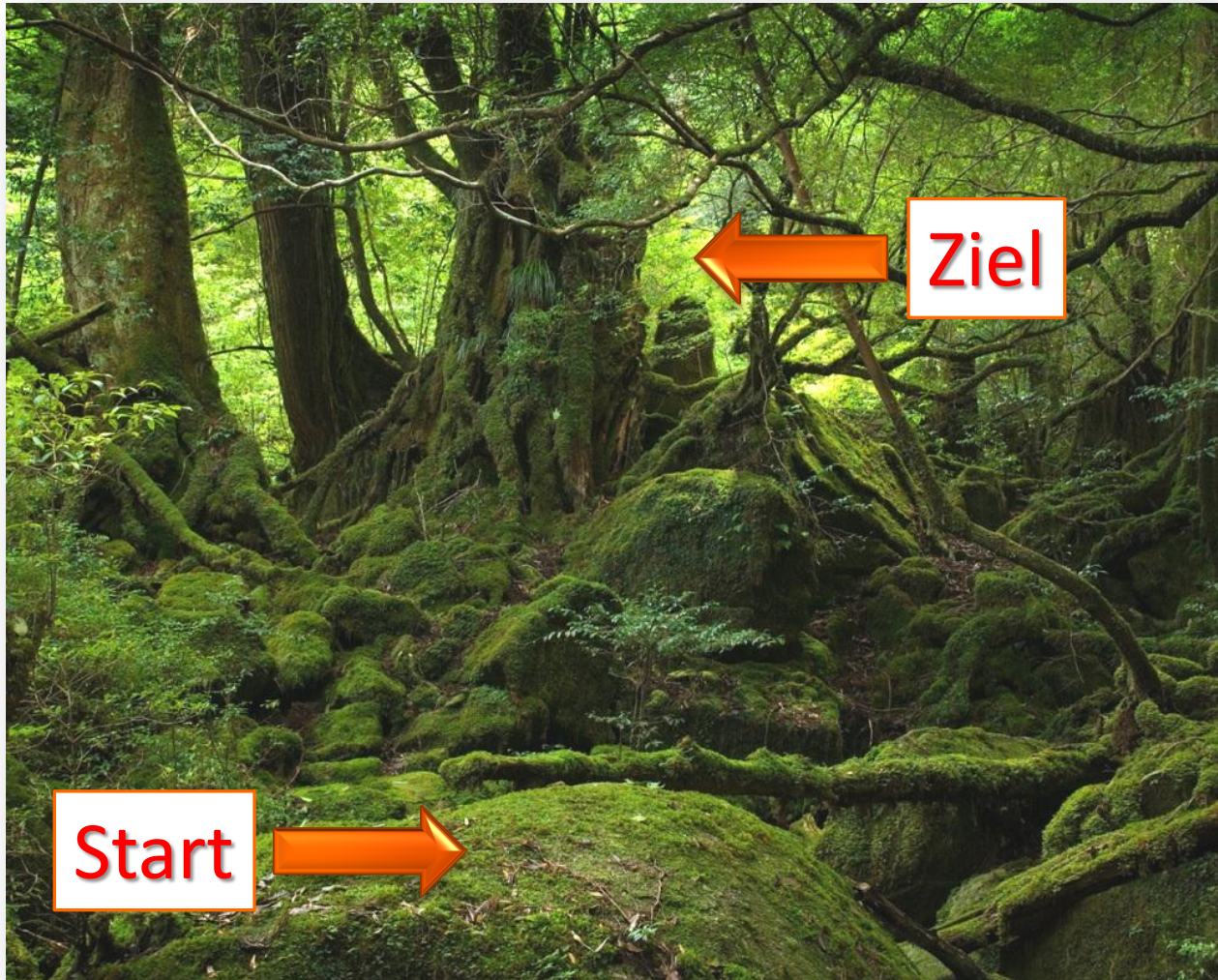
-Kein Pathplanning (frei)

-Keine Mensch Maschine Schnittstelle (frei)

# Problemstellung



# Problemstellung





## Serienlösungen Stand der Technik

# Mobilität im Gelände



SMSS [Lockheed Martin]



# Mobilität im Gelände

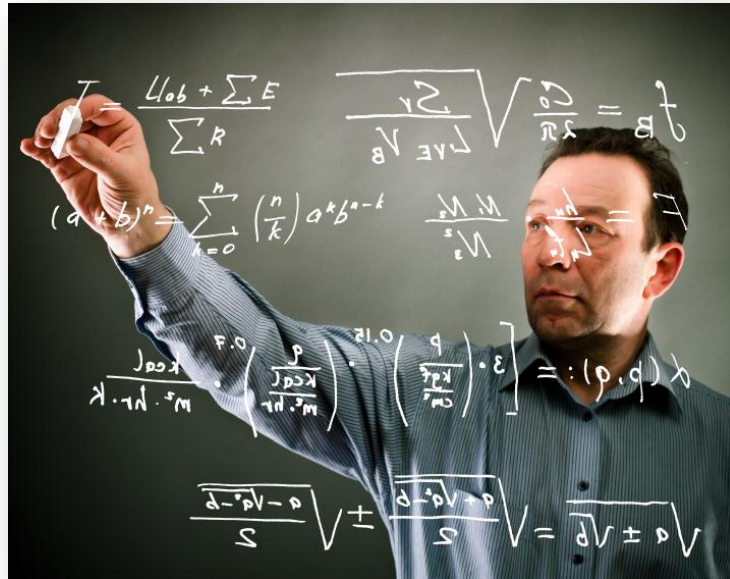


HD2 SWAT / EOD Tactical Treaded Robot [SuperDroid]

# Mobilität im Gelände



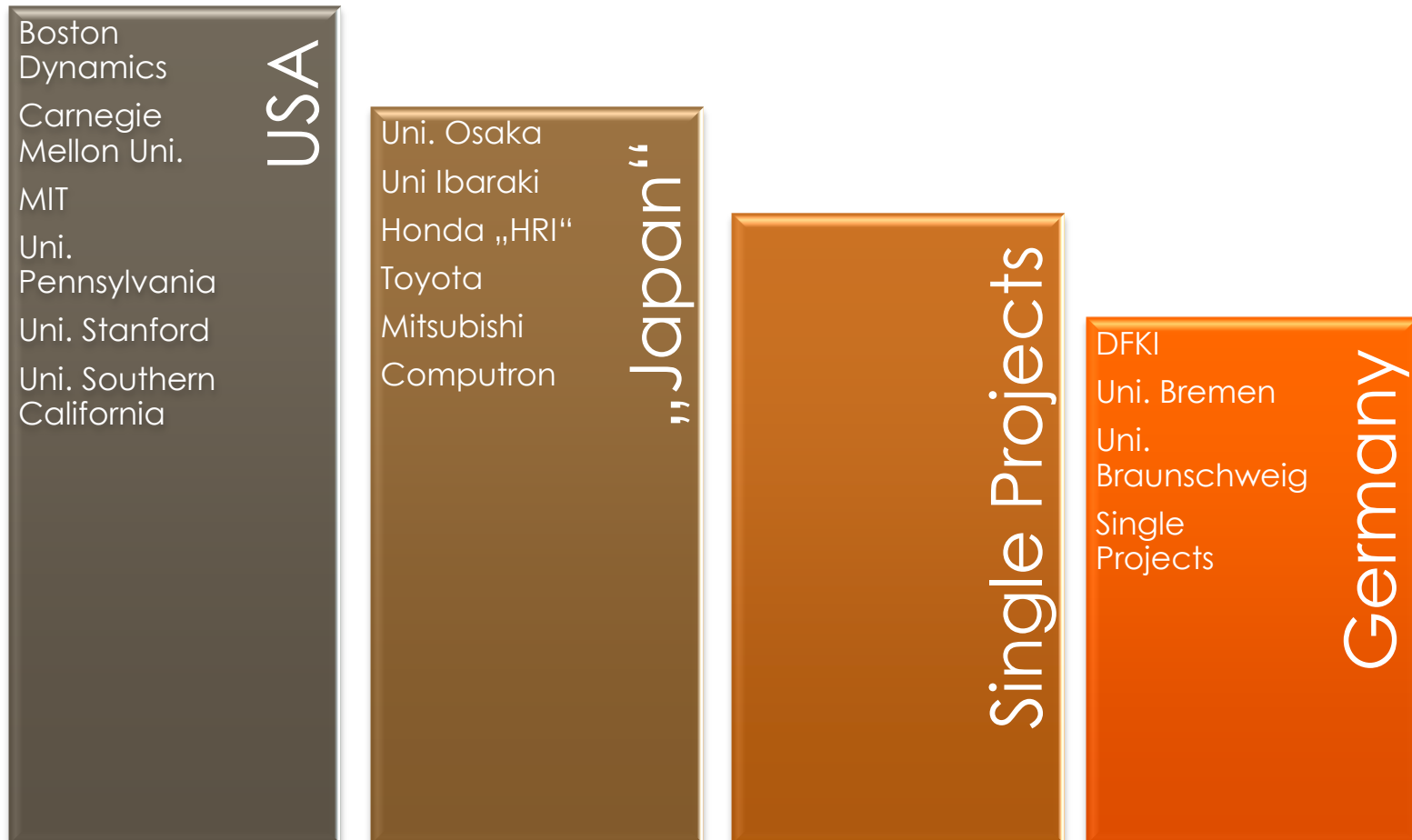
Walking Harvester [Plustech Oy (John Deere)]



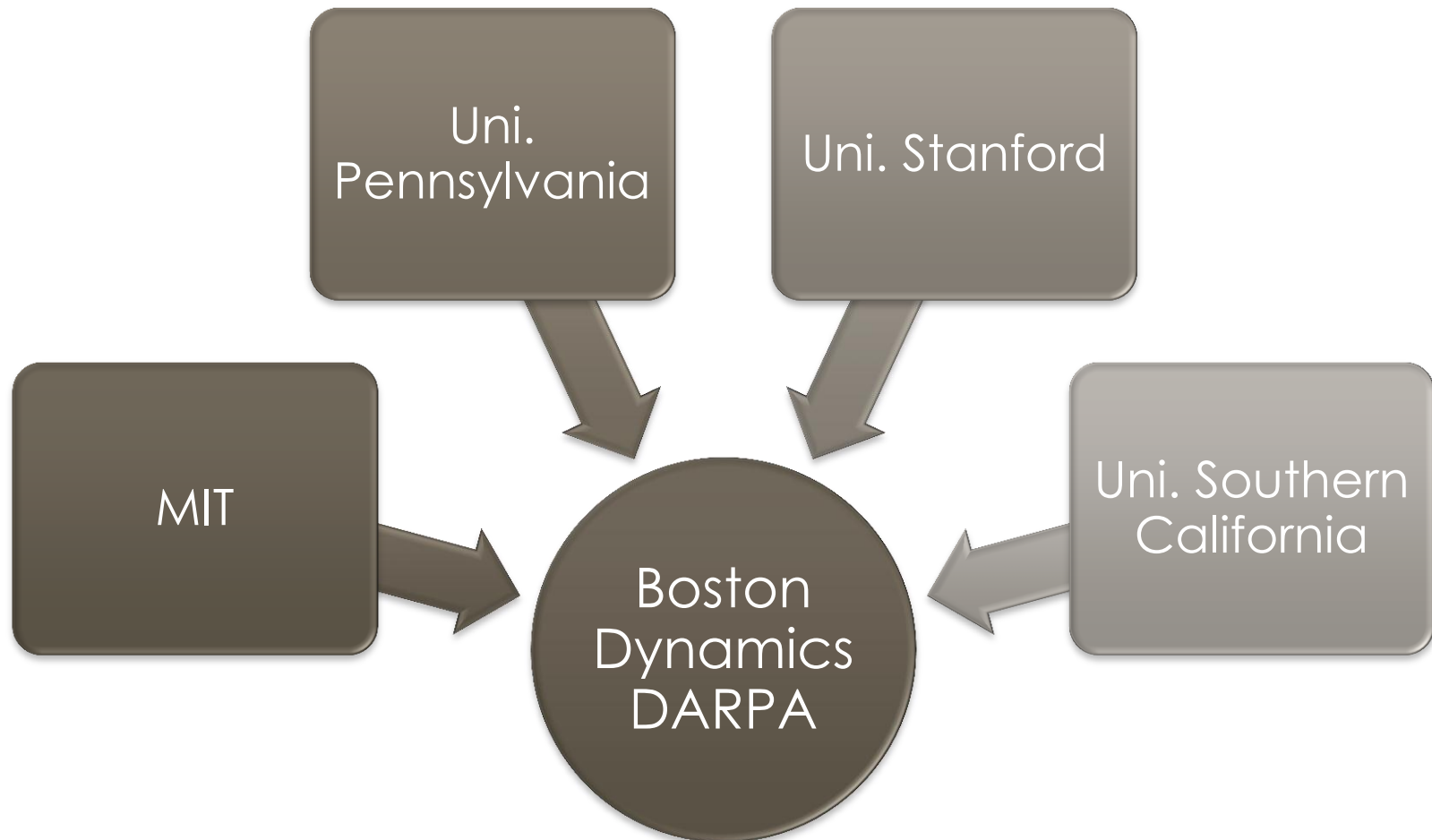
## Laufsysteme „State of the Art“ Forschungsgruppen

# Forschungsgruppen

## Rough Terrain Robots



# Forschungsgruppe „learning locomotion“ Programm





# Laufsysteme

Beispiele für  
HW-Plattformen

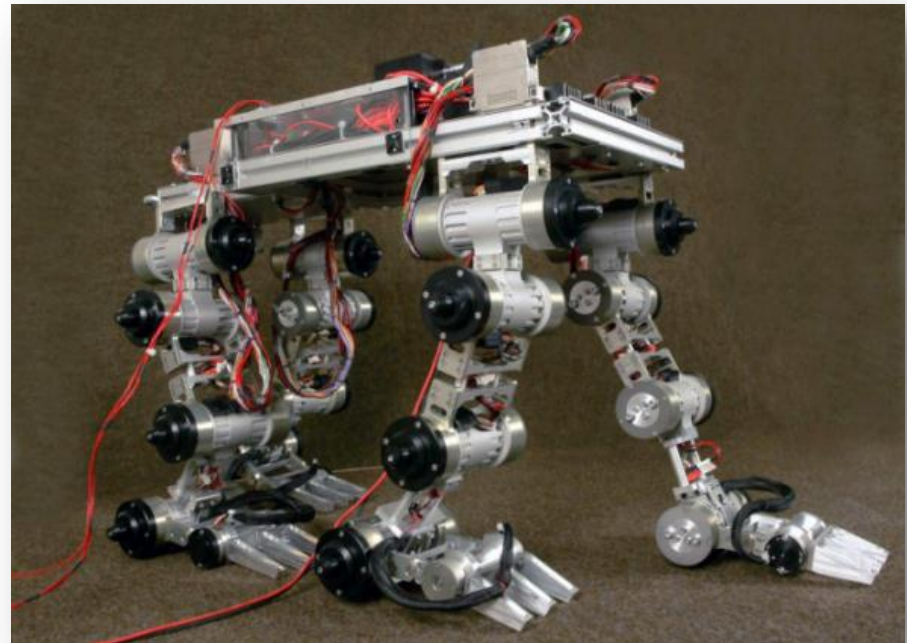
# Ansätze DFKI: Projekt ARAMIES

Verhaltensbasierend

Reaktives Verhalten

- festen Laufmustern

„Biologischer“ Controller



[DFKI]

# Ansätze „learning locomotion“ Prg

Automaten Konzept

Online / Offline Konzept

Layer Konzept







## Statischer Läufer Gangart und Schwerpunkt

# Arten von Laufsystemen

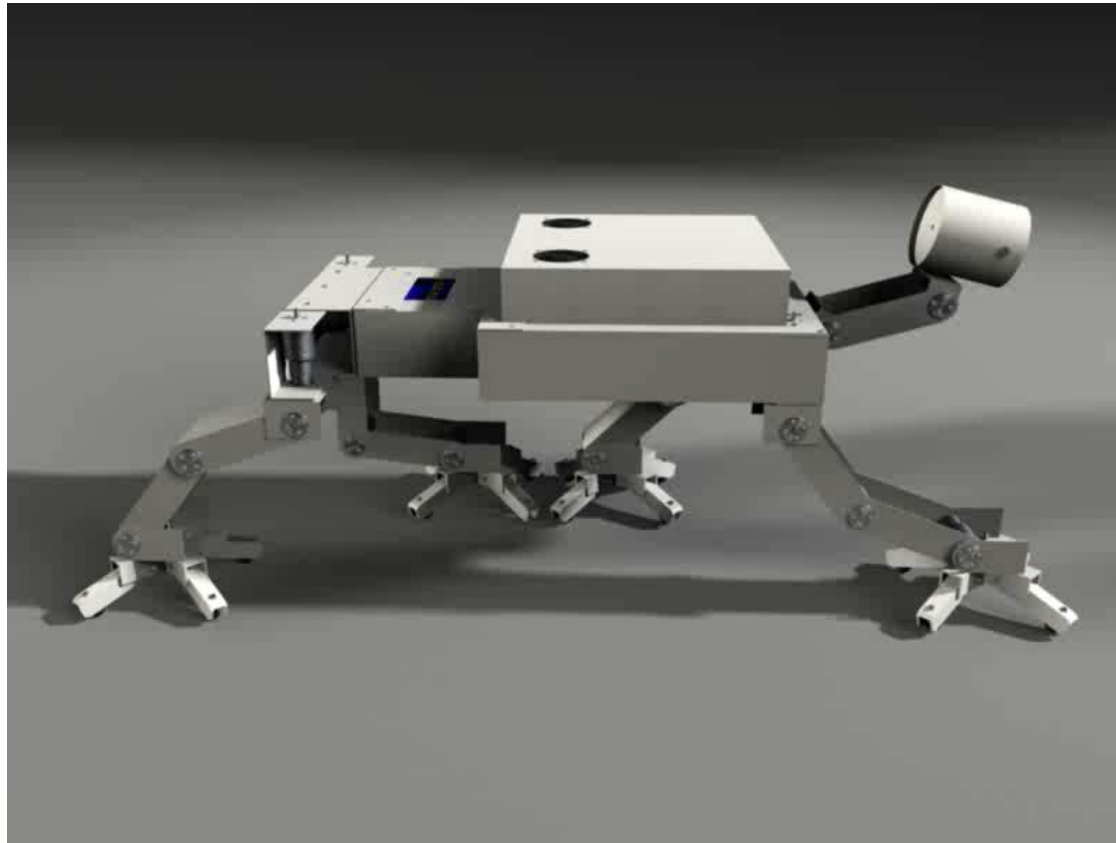
## Dynamischer Läufer

- **Pro**  
Läuft schnell
- **Contra**  
Aufwendige Mechanik  
Genaueres Timing  
Kann umfallen

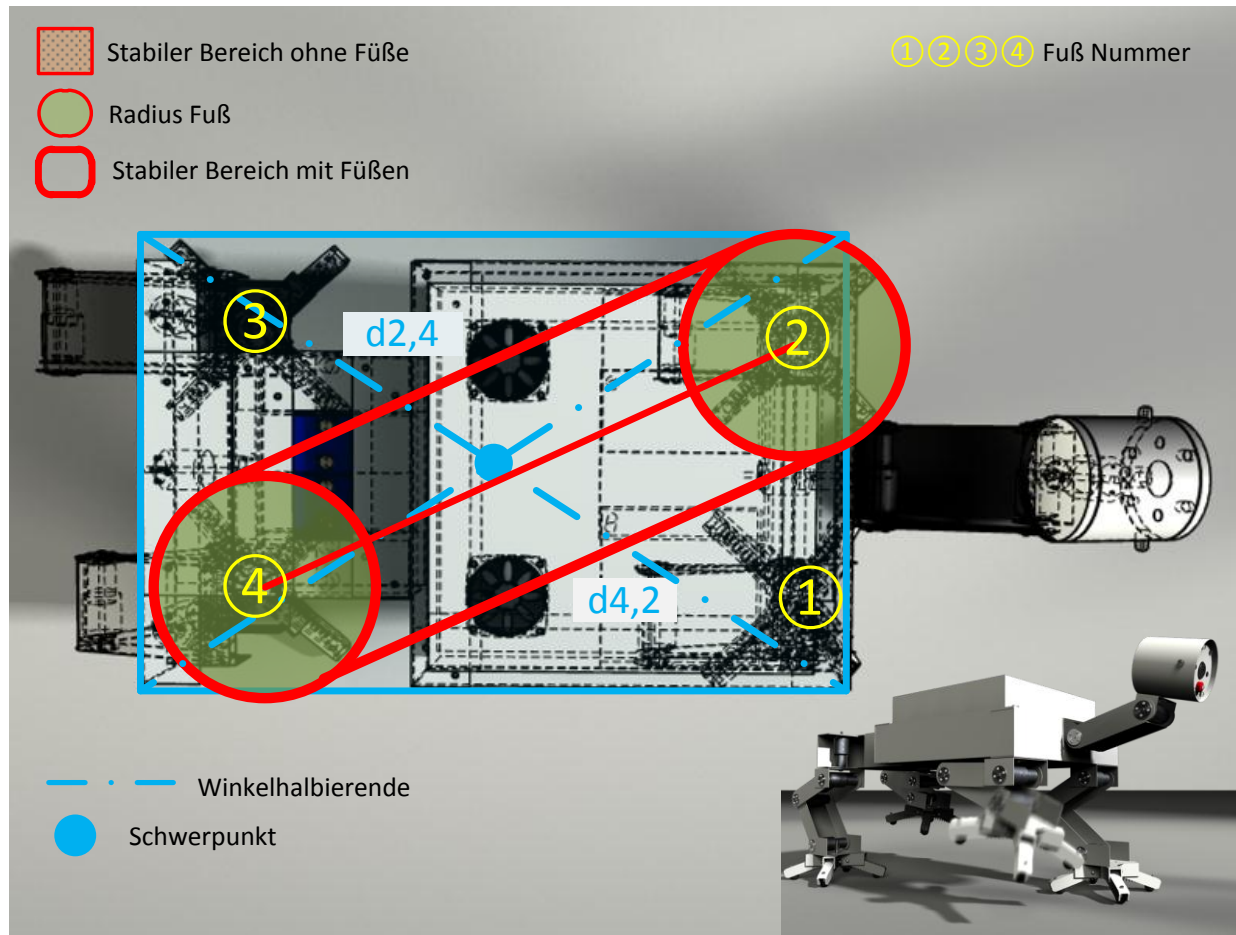
## Statischer Läufer

- **Pro**  
Fällt nicht um  
Einfache Mechanik  
Simple Timing
- **Contra**  
Läuft langsamer

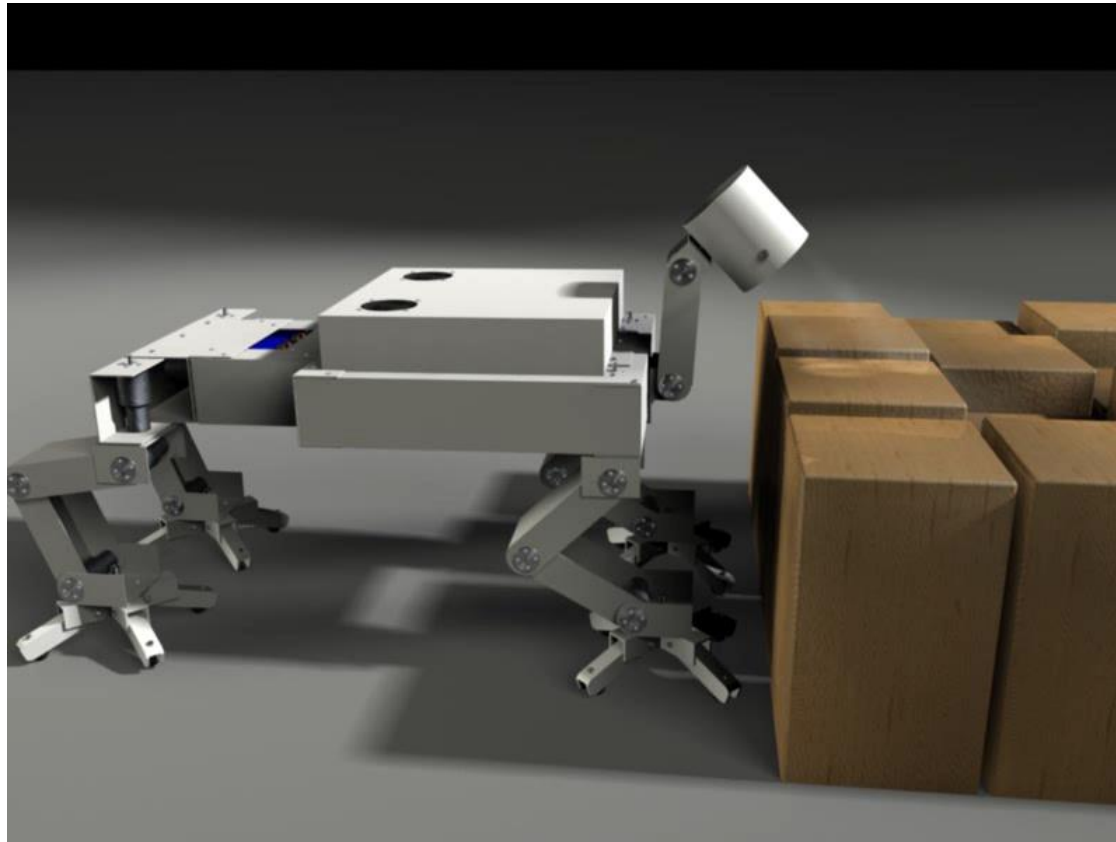
# Walking Gait: Fast Walk



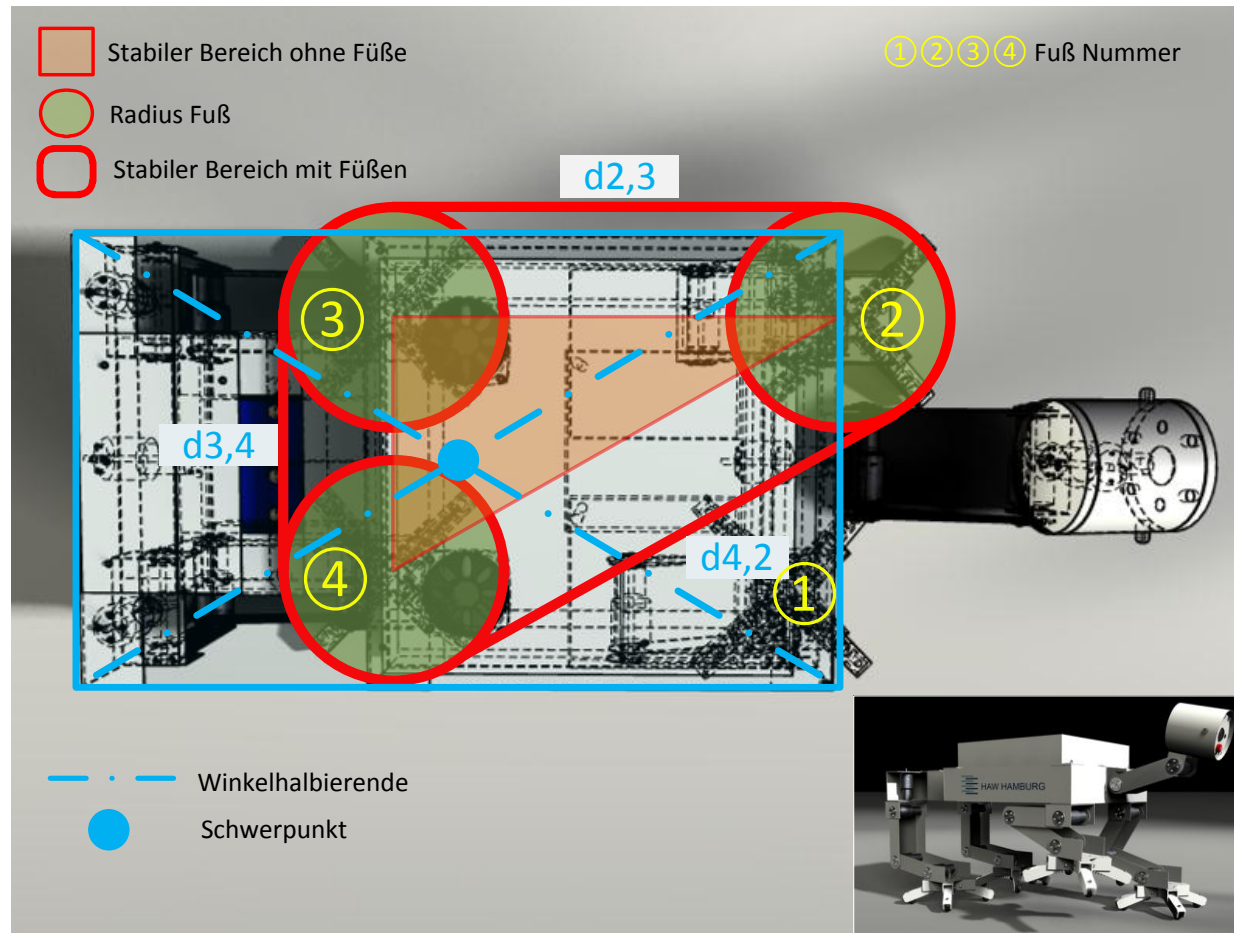
# Statischer Läufer



# Walking Gait: Save Walk



# Statischer Läufer



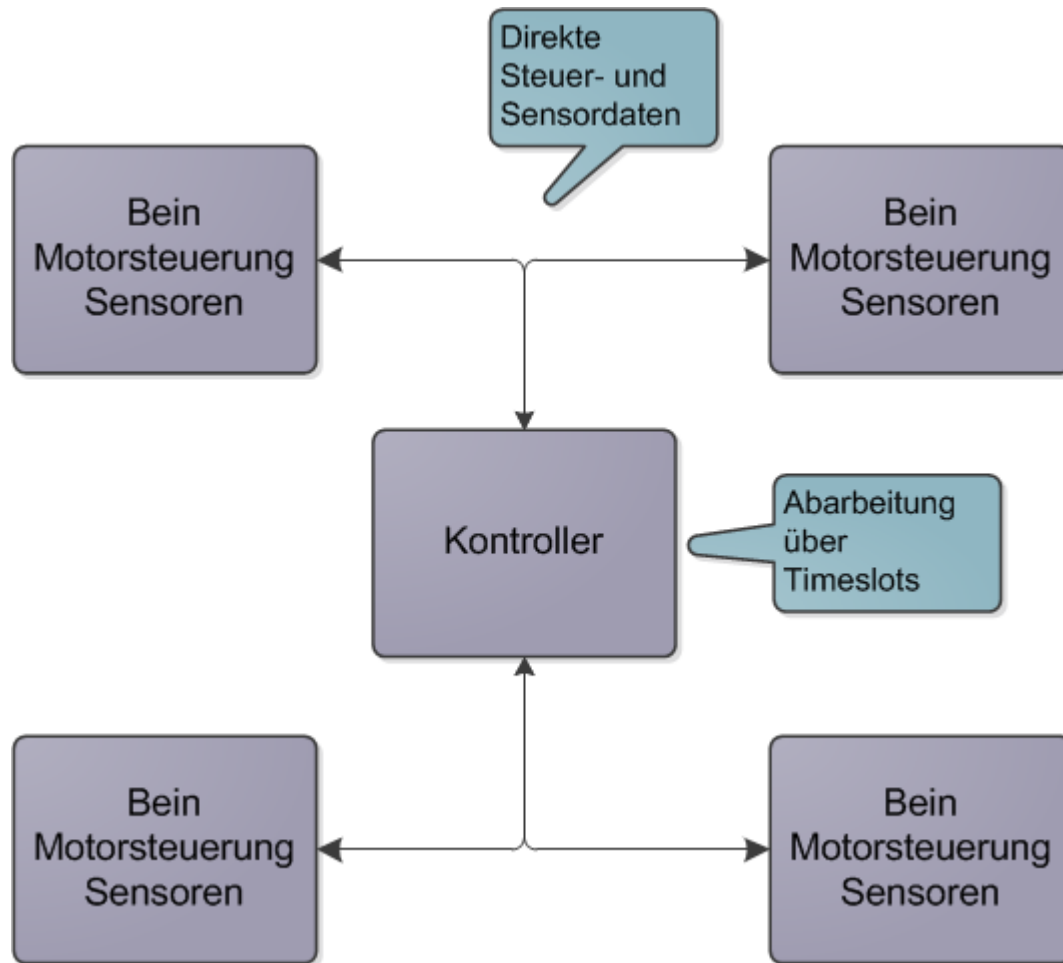
Save Walk



## Ein möglicher Kontroller

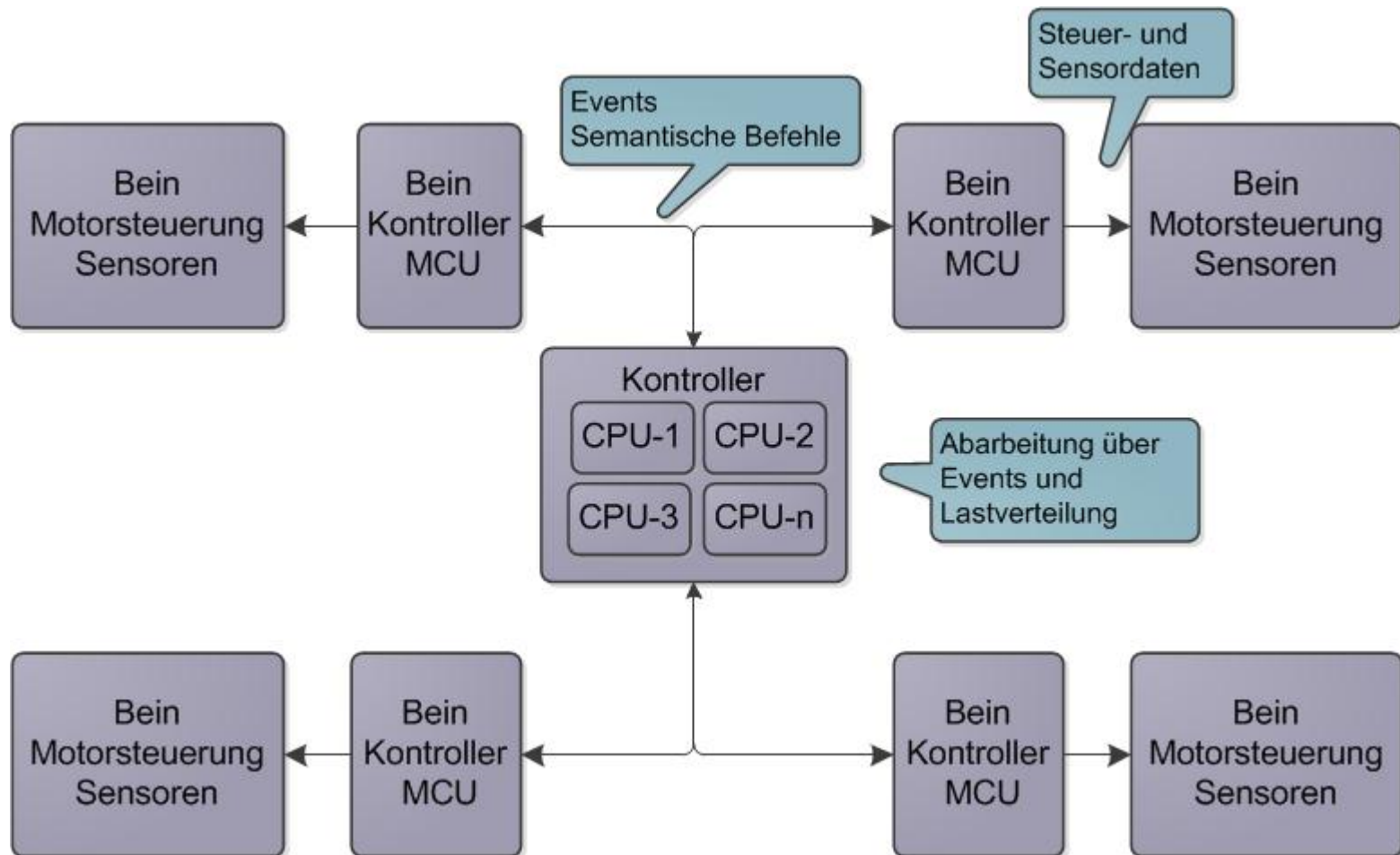
Stand der Forschung

# Monolithischer Ansatz





# Extrem verteilter Ansatz



# Kontroller (SW) Ansätze

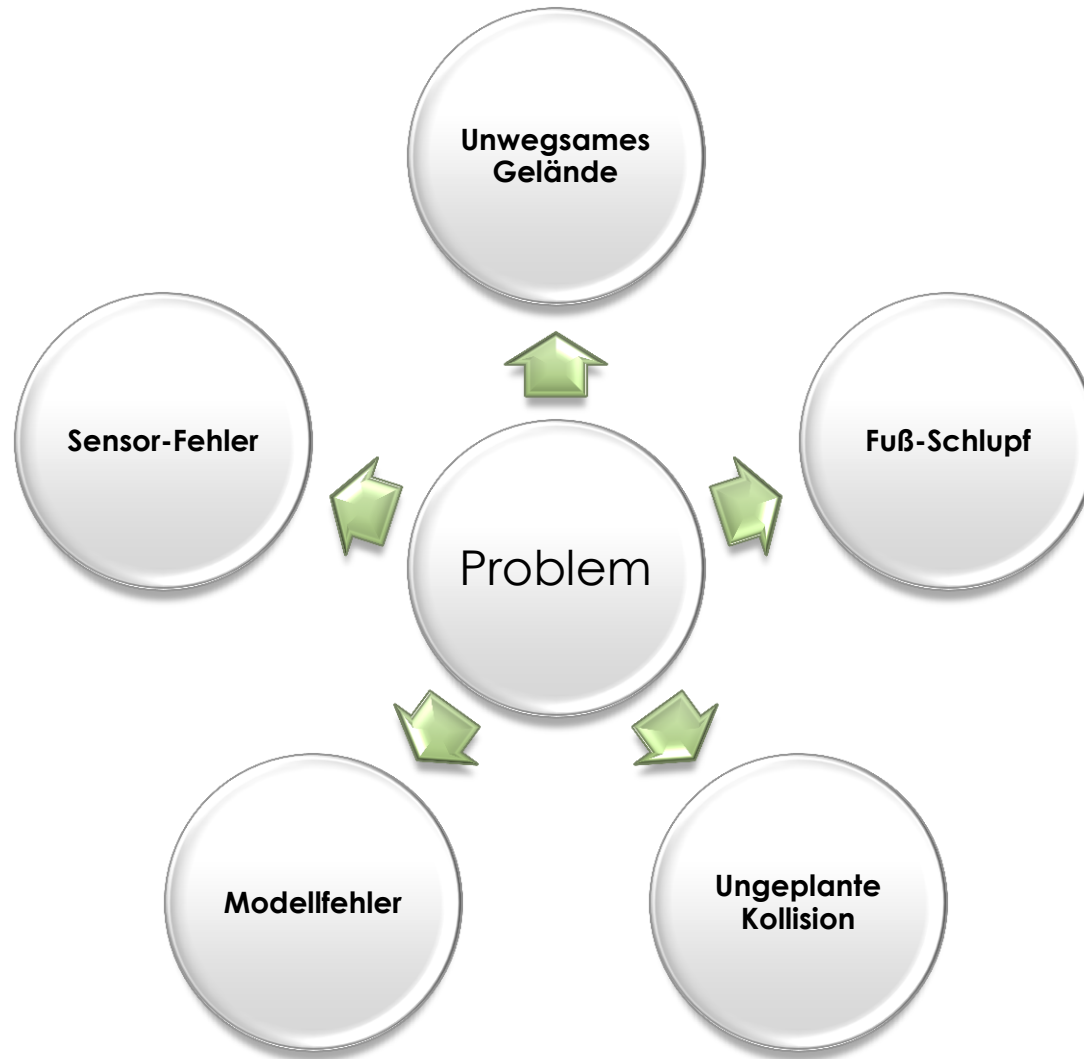
## Kontrolliert

- Feste Abläufe
- Festes Timing
- Starres Regelsystem
- Insektenverhalten

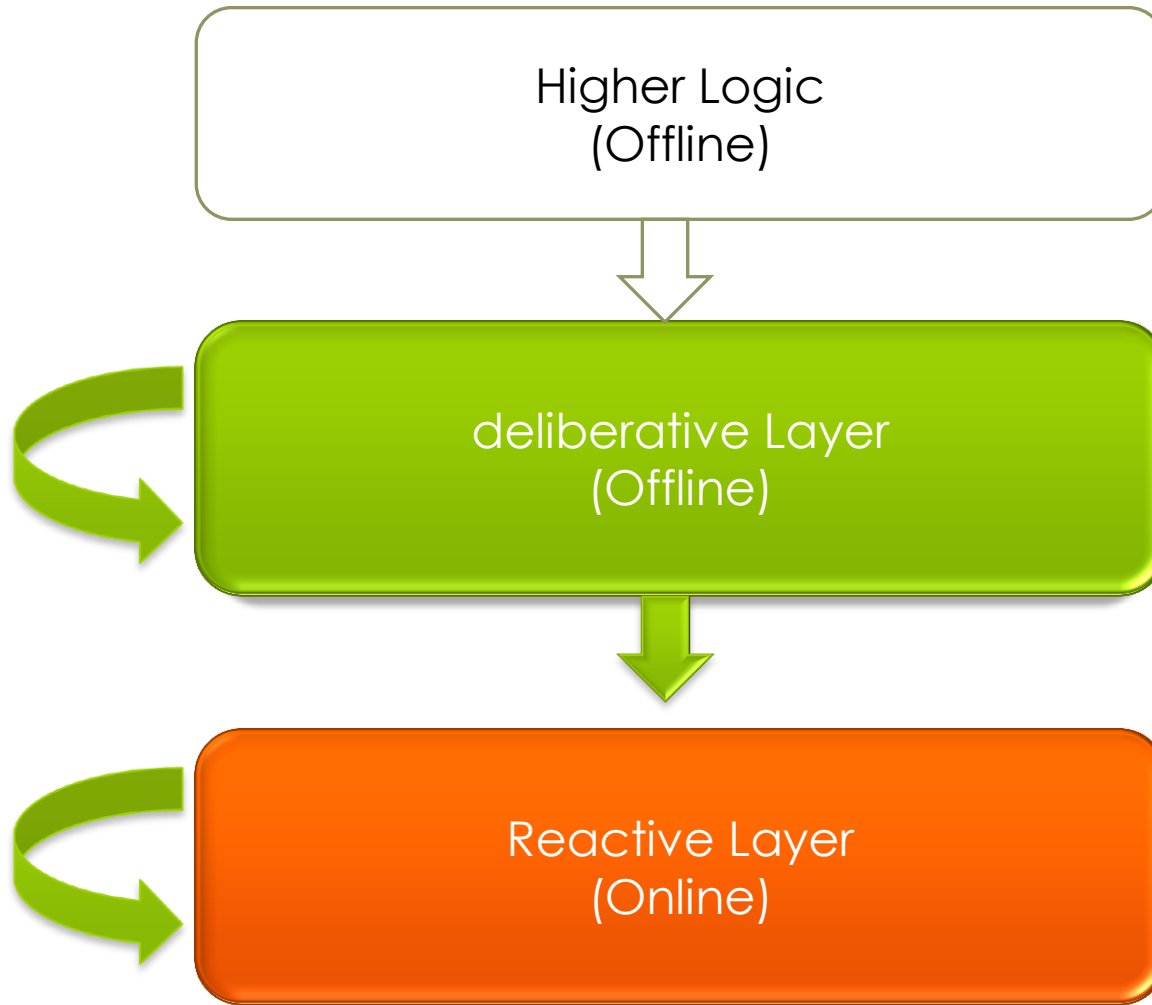
## Lernend

- Lernt Bewegungen
- Kaum feste Regeln
- Propriozeption
- Plant Bewegungen

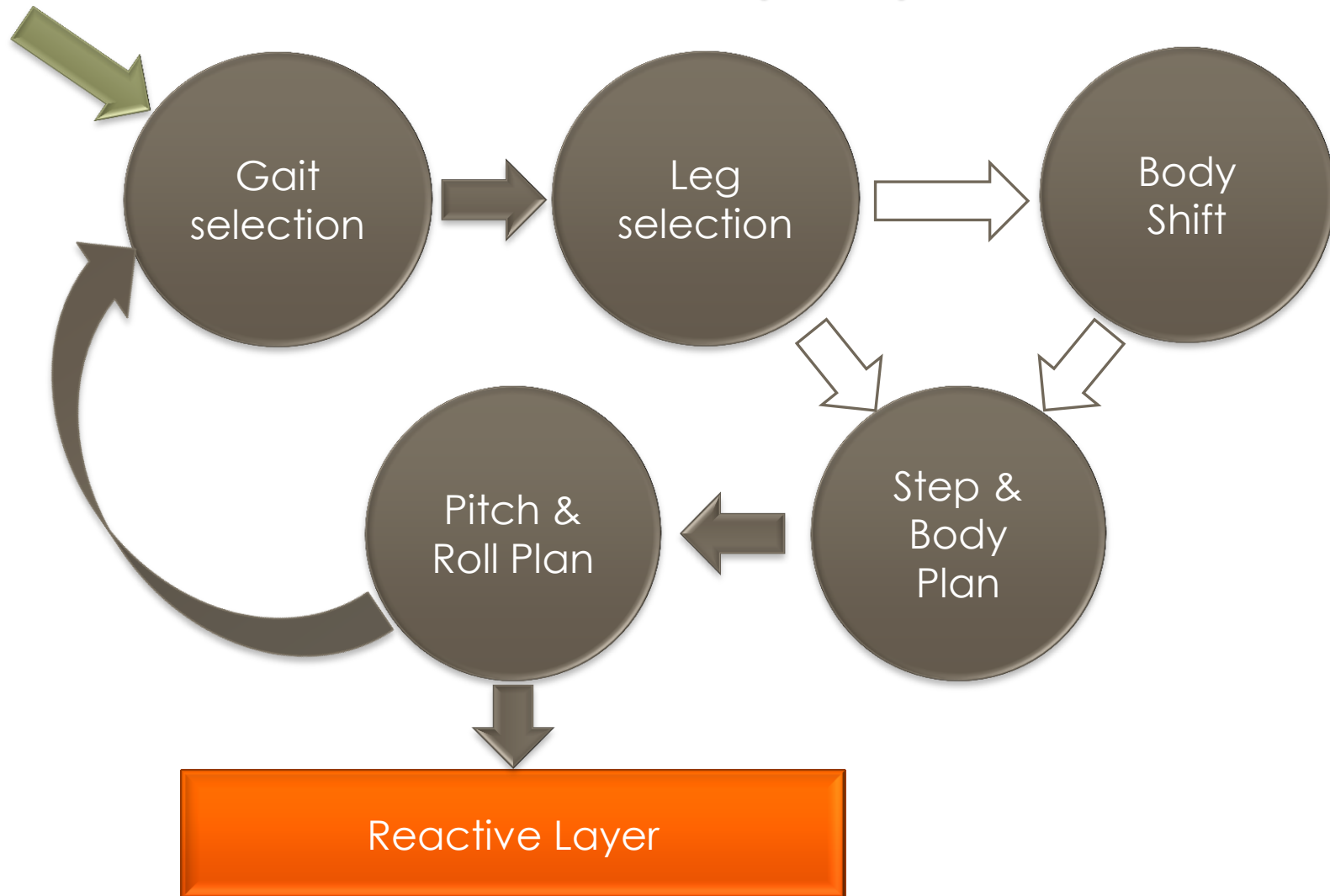
# Kontroller des Laufsystems



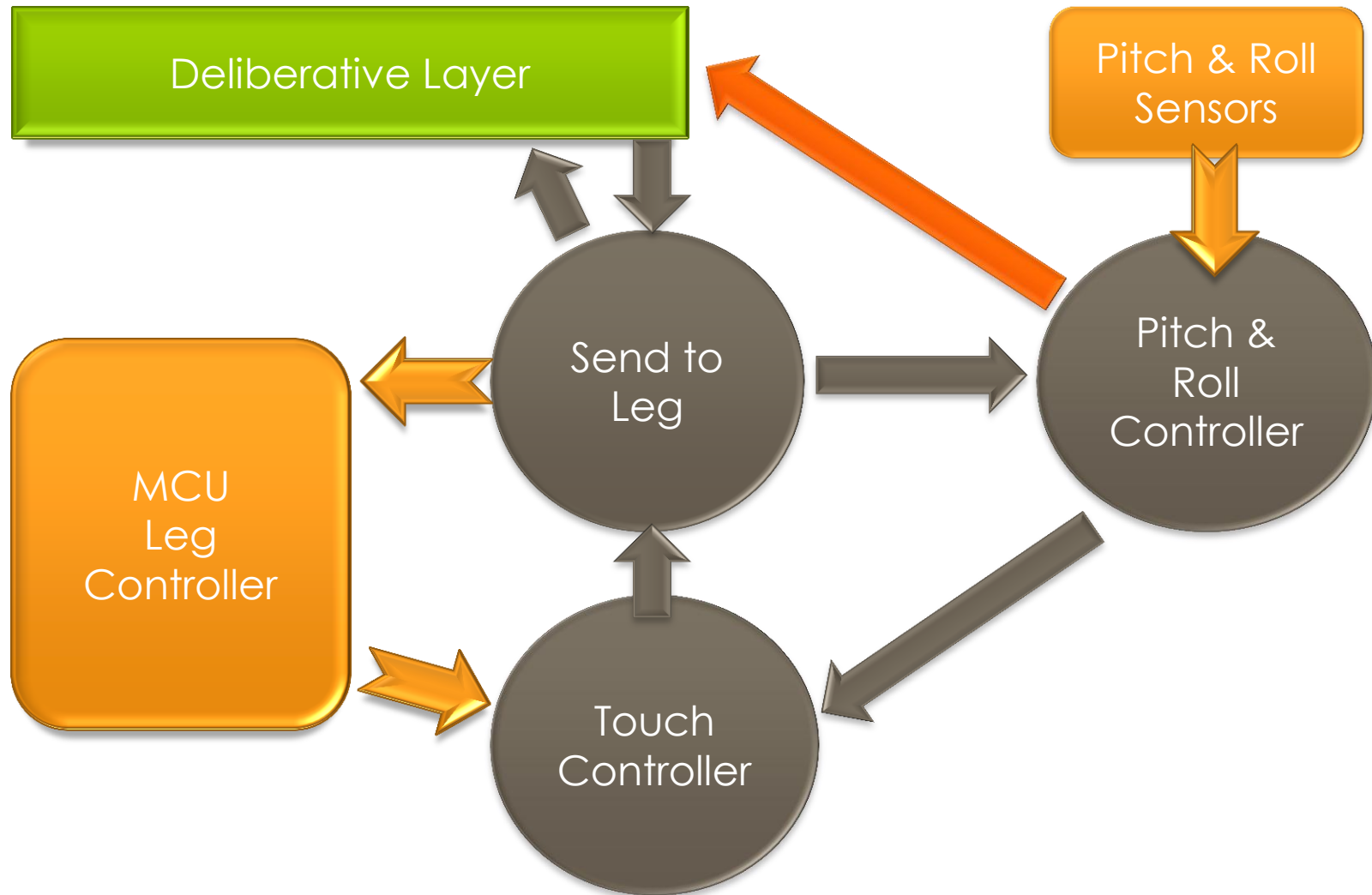
# Kontroller des Laufsystems



# Deliberative Layer pro Schritt



# Reactive Layer pro Bein





Ausblick

# Project AMEE Vision





# Stand AMEE Laufsystem

## Abgeschlossen

Mechanik Bein

API

Bein System

Motion Controller

IDE

## Aufgabe

Mechanik Laufsystem

Hauptkontroller  
Deliberativer Layer  
Reaktiver Layer

Synchronisation 10%



# Risiken



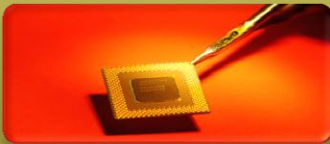
Zu wenig Sponsoren  
Zu wenig finanzielle Mittel



Zu wenig Zeit



Verletzung von Patenten



Lastausgleich in den „Hauptkontrollern“  
kritisch



Laufzeiten zu den Controllern (MCU zu  
Hauptcontroller)

AMEE ist ein Projekt von Studenten  
der HAW Hamburg



Vielen Dank an die Materialsponsoren



***Distrelec***



Ebenso ein Dank an die betreuenden Professoren  
G. Klemke & A. Meisel sowie an unsere Ehefrauen

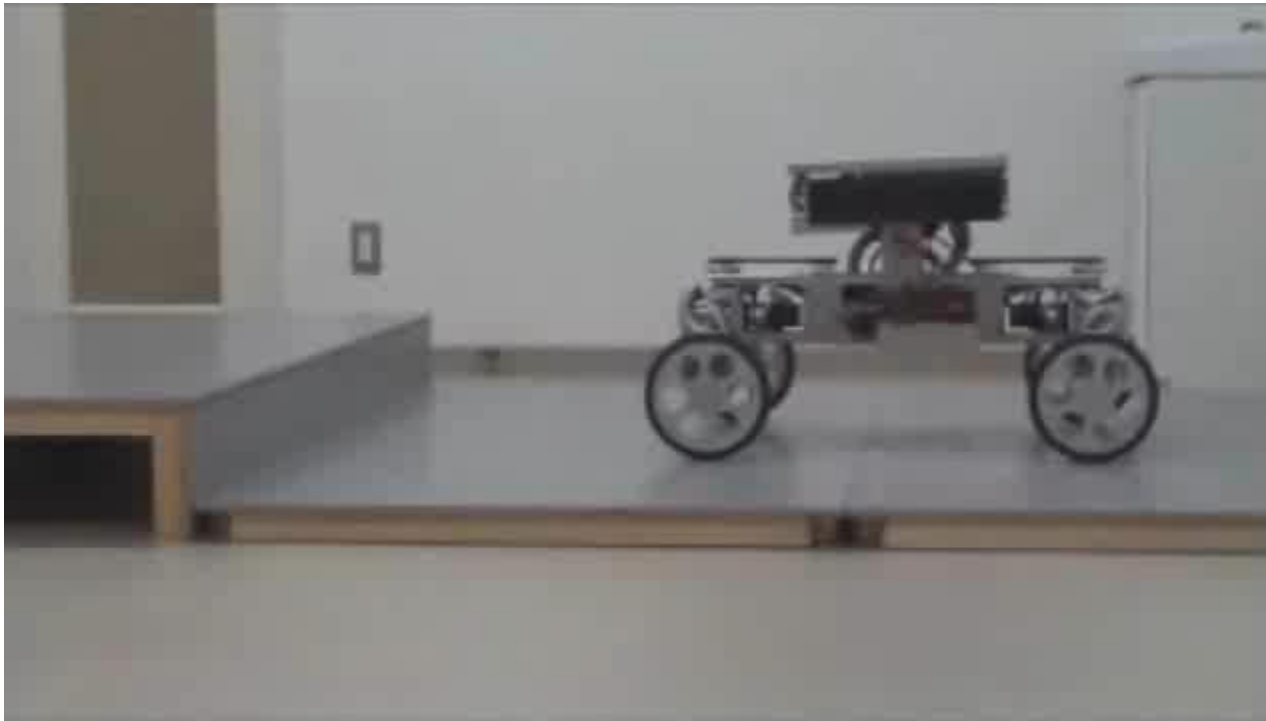
# Quellen

- [Bet10] **Betzüche, Björn. 2010.** *Machbarkeitsprüfung zur Entwicklung von SW-Anwendungen mit MS-Robotics Developer Studio für das Robocup Rescue Szenario.* [PDF] s.l., Hamburg : HAW Hamburg, Technische Informatik, Juli 2010.
- [Adu07] **Adukuzhiyil, Anish, Singh, Harshit und Vantimitta, Pavani. 2007.** *Robot Motion for Obstacle Negotiation.* [PDF] Stanford USA : Stanford University, 2007. IEEE Int. Conf. Robotics and Automation.
- [Che09] **Cherouvim, Nicholas und Papadopoulos, Evangelos. 15 June 2009.** *Novel Energy Transfer Mechanism in a Running Quadruped Robot with One Actuator per Leg.* [PDF] 9 Heron Polytechniou Street, 15780 Athens, Greece : Department of Mechanical Engineering, National Technical University of Athens,, 15 June 2009. *Advanced Robotics* 24 (2010) 963–978.
- [Kol09] **Kolter, J. Zico, Rodgers, Mike P. und Andrew, Y. 2009.** *A Control Architecture for Quadruped Locomotion Over Rough Terrain.* [PDF] CA 94305 USA : Computer Science Department, Stanford University, Stanford, 2009.
- [Shk11] **Shkolnik, Alexander und Tedrake, Russ. 2011.** *Inverse Kinematics for a Point-Foot Quadruped Robot with Dynamic Redundancy Resolution.* [PDF] Cambridge, MA 02139 USA : Massachusetts Institute of Technology, 2011.
- [Shk10] **Shkolnik, Alexander, et al. 12.2010.** *Bounding on Rough Terrain with the LittleDog Robot.* [PDF] MASSACHUSETTS USA : MASSACHUSETTS INST OF TECH , 12.2010. DOI: 10.1177/0278364910388315 *The International Journal of Robotics Research.*
- [Shk101] **Shkolnik, Alexander, et al. 2010.** *Motion Planning for Bounding on Rough Terrain with the LittleDog Robot.* [PDF] Cambridge, MA 02139, USA : Computer Science and Artificial Intelligence Lab, MIT, 2010.

# Quellen

- [Sic08] **Siciliano, Bruno und Khatib, Oussama. 2008.** Handbook of Robotics. Heidelberg 2008 : Springer-Verlag, 2008. ISBN: 978-3-540-23957-4 e-ISBN: 978-3-540-30301-5.
- [Spe07] **Spenneberg, Dirk . 2007.** <http://robotik.dfki-bremen.de>. *ARAMIES*. [Online] 1. April 2007. [Zitat vom: 27. Juni 2011.] <http://robotik.dfki-bremen.de/de/forschung/projekte/weltraumrobotik/aramies.html>.
- [Rai08] **Raibert, Marc, et al. 2008.** *BigDog, the Rough-Terrain Quaduped Robot*. Waltham, MA : Boston Dynamics, 2008.
- [Hil06] **Hilljegerdes, J. et al. 2006.** The Construction of the Four Legged Prototype Robot ARAMIES. *Climbing and Walking Robots*. Berlin Heidelberg : Springer, 2006.
- [Ruh11] **Ruhnke, Jan. 2011.** Entwicklung und Realisierung eines vierbeinigen USAR-Roboter-Laufsystems. Bachelor-Thesis. Hamburg Technische Informatik : HAW Hamburg, 2011.
- [Zha06] **Zhang, Lei, Honda, Yoshinori und Inoue, Kousuke. 2006.** *Omnidirectional Static Walking of a Quadruped Robot*. [PDF] Japan : Ibaraki University, Ritsumeikan University, Computron Corporation, 2006. Journal of Robotics and Mechatronics Vol.18 No.1, 2006.

# Rad-/ Beinhybrid Idee



[Shuro Nakajima, Chiba Institute of Technology, Japan]

# Rad-/ Beinhybrid Idee

