

Robotik

Vorlesung an der TU Chemnitz

Wintersemester 2011/2012

Dr. Johannes Steinmüller

Johannes Steinmüller

- 1/B309
- Tel.: 531 35198
- stj@informatik.tu-chemnitz.de

Seite zur Vorlesung

<http://www.tu-chemnitz.de/informatik/KI/edu/robotik/>

Praktikum

- WS 2011/2012 und SS 2012
- Abschlusswettbewerb – Juni 2012
- Beginn: 19.10.11, 17.15 Uhr, 2/Peg 110

<http://www.tu-chemnitz.de/etit/proaut/lehre/praktikumMobileRoboter.html>



Praktikum an der TU Chemnitz

- seit 1996
- Rug Warrior, Bausatz
- seit 2000 gemeinsam mit der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik (Prof. Protzel)
- seit 2005 neuer Roboter Laus

<http://www.tu-chemnitz.de/etit/proaut/lehre/praktikumMobileRoboter.html>

Allgemeines zum Roboter

- Höhe: 11 cm
 - Breite: 17 cm
 - Länge: 19 cm
 - Spurweite: 15,2 cm
-
- Akkuspannung: max. 9,6 V
 - Betriebsdauer: 3 h



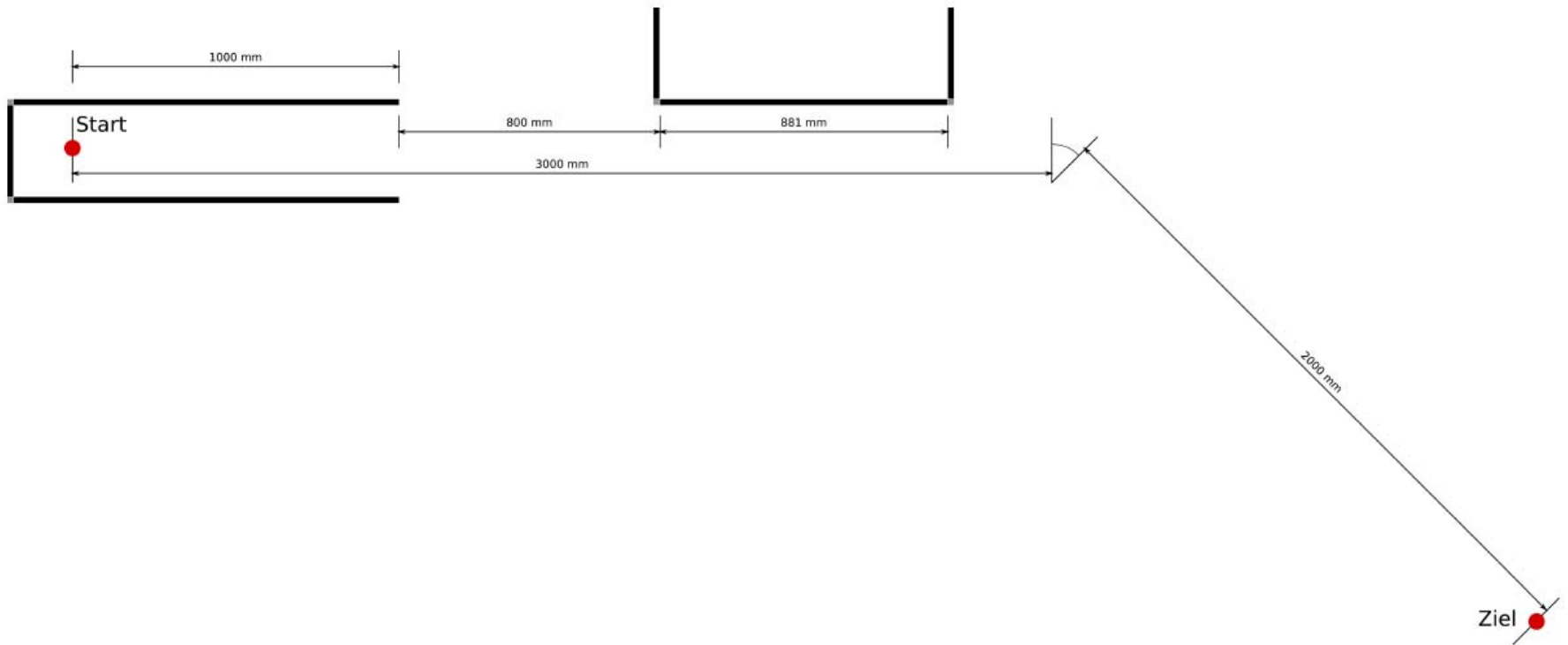
Sensoren

- Entfernungsmessung - Infrarotsensoren (drehbar)
- Kollisionserkennung - 4 Bumper
- Wegmessung – Radencoder
- Untergrundmessung - Helligkeitssensoren
- Infrarotempfänger zur Erkennung der Bojen
- Messen der Akkuspannung

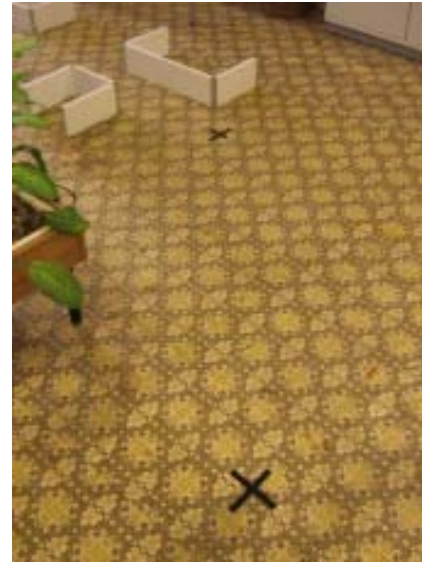
Programmierung

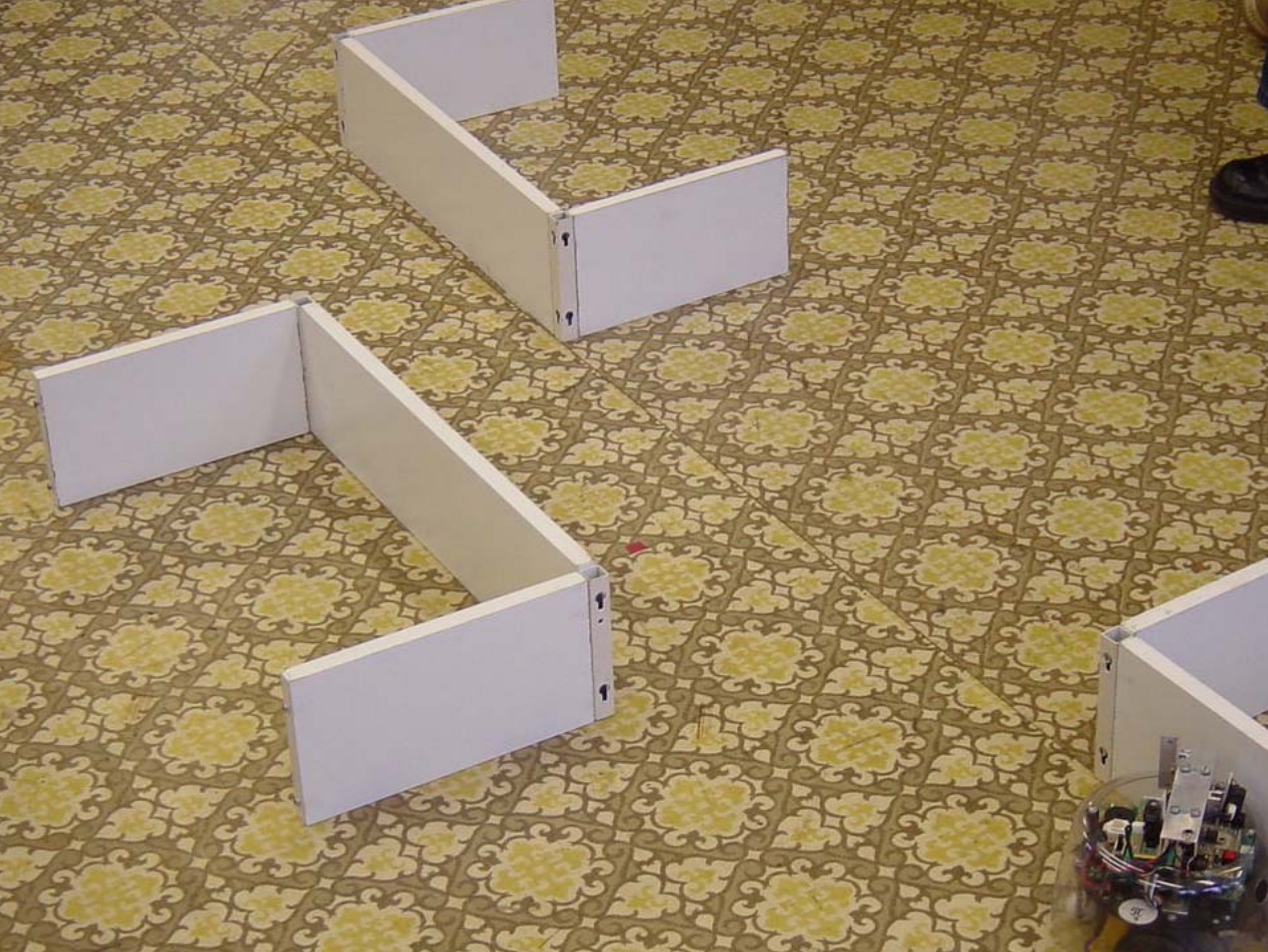
- Sprache C
- serielle Schnittstelle zum Programmieren
- serielle Kommunikationsschnittstelle zum Senden und Empfangen vom PC oder von einem anderen Roboter

1. Zwischenwettbewerb



Zwischenwettbewerb - Geradeausfahren





Aufgabe des Praktikums

- zunächst unbekanntes Labyrinth
- 8 Infrarotsender (Leuchtbojen)
- 3 Zustände (neutral, rot, grün)
- durch Berühren umschaltbar (zwischen rot und grün)
- zu Beginn neutral
- beim ersten Berühren zufällig, ob rot oder grün
- 2 Roboter treten gegeneinander an
- Ziel ist es, möglichst viel Bojen zu finden und auf die eigene Farbe einstellen
- aber der Gegner kann wieder umstellen
- Dauer 7 Minuten

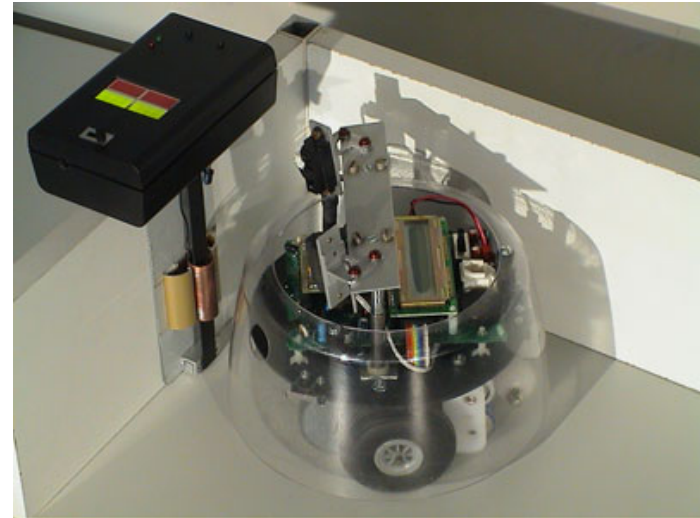
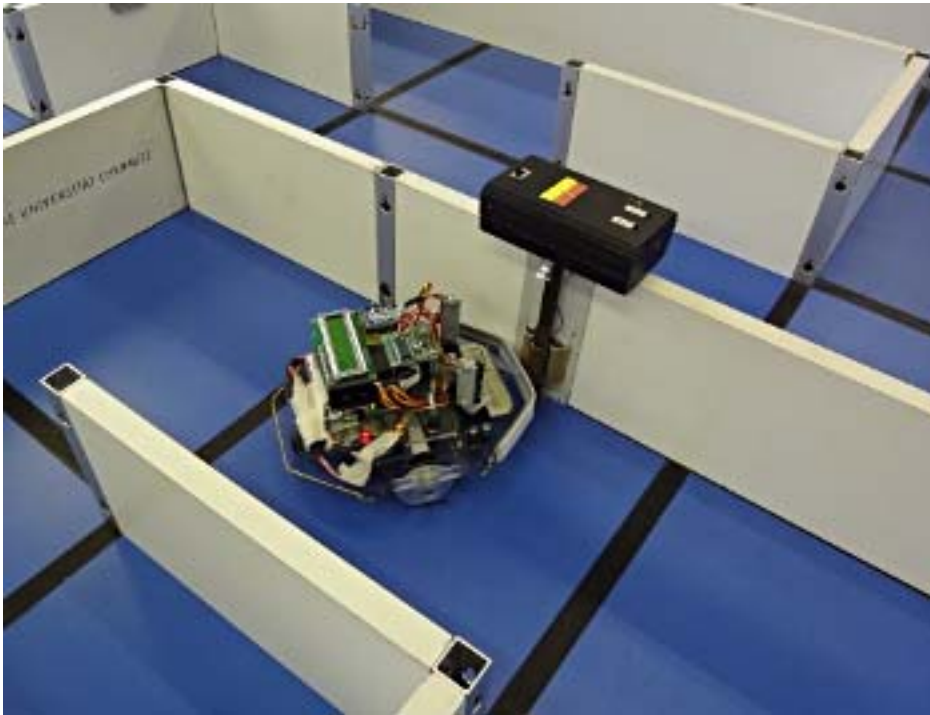


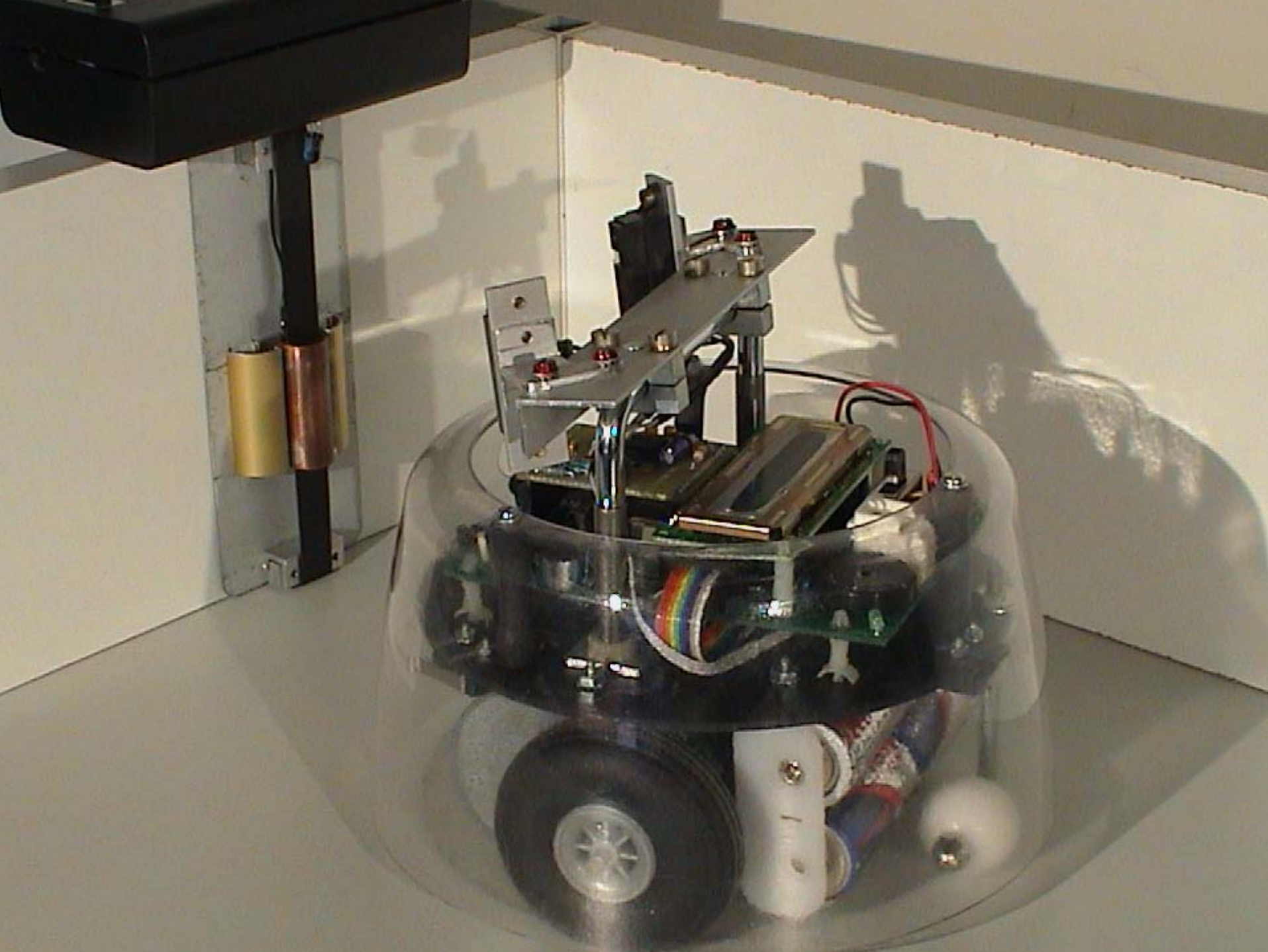
Leuchtboje





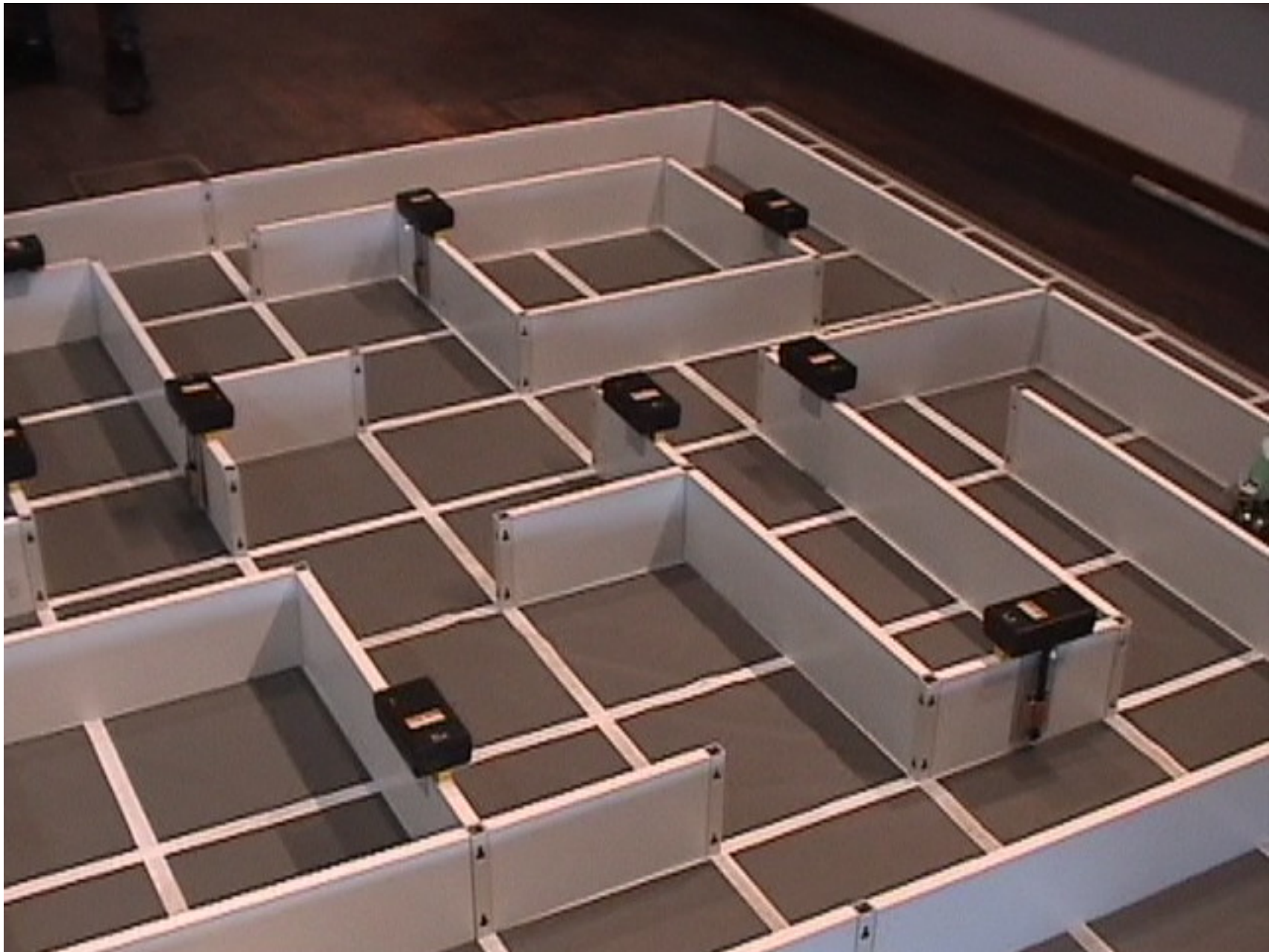
Leuchtboje und Roboter

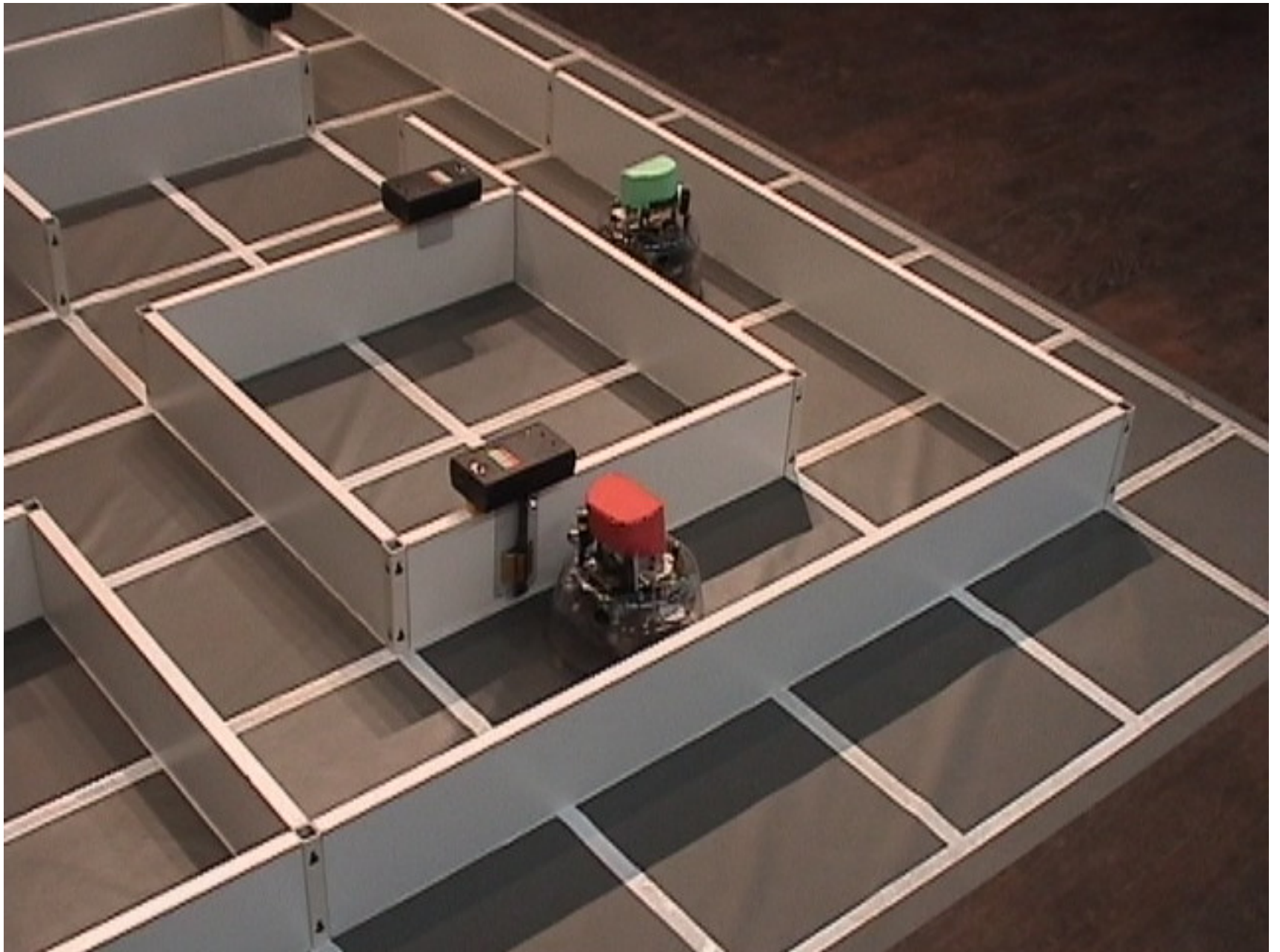


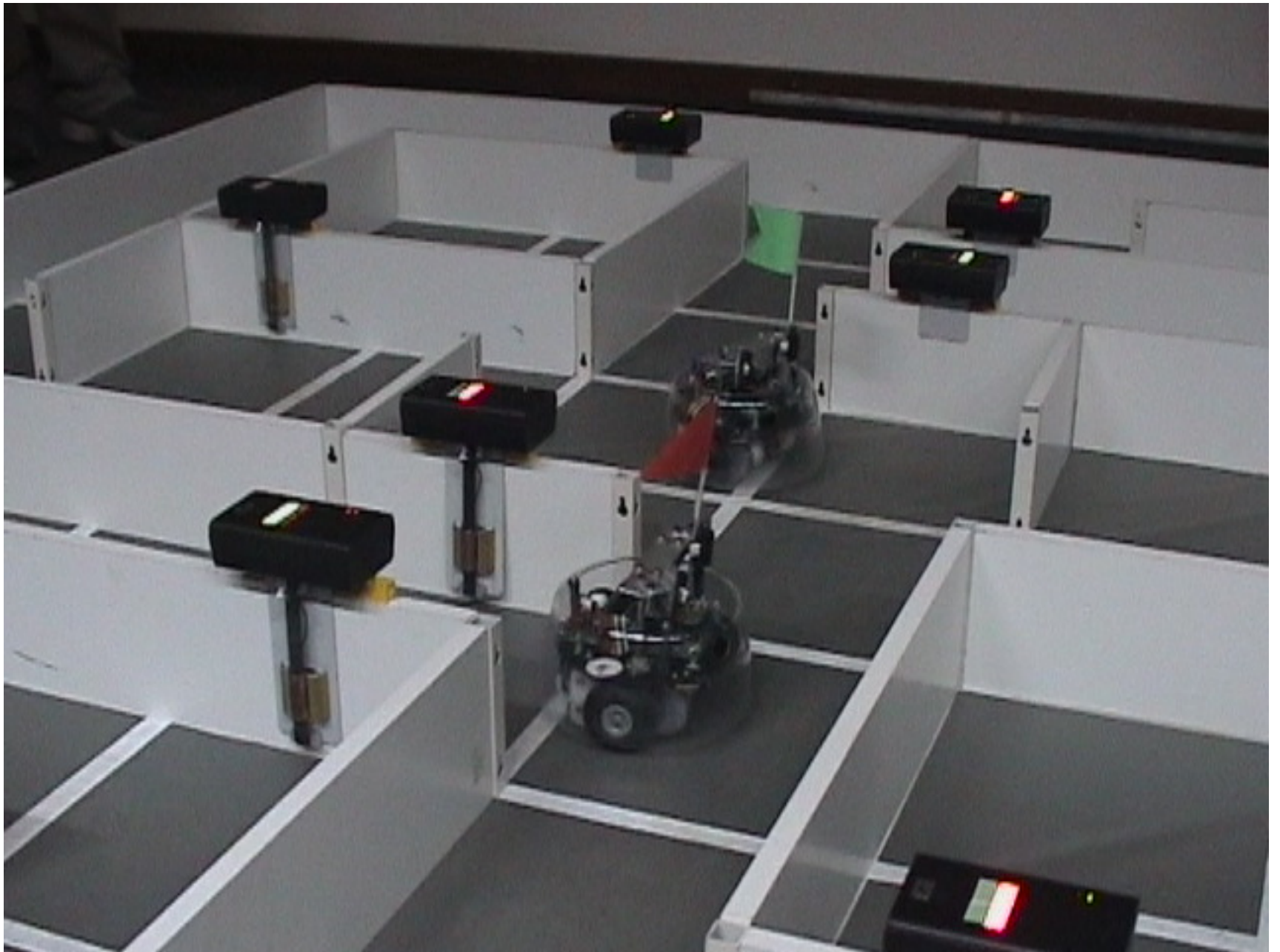


Labyrinth











Inhalt der Vorlesung

- Einführung
- Beispiele autonomer mobiler Roboter
- Aufbau und Teilsysteme eines Roboters
- Programmierung von Robotern
- Roboterarmkinematik
- Navigation mobiler Roboter
 - Selbstlokalisierung
 - Kartenerstellung
 - Pfadplanung

nicht in dieser Vorlesung

- Sprachverstehen (WS 2011/2012)
- Bildverstehen (SS 2012)
- Maschinelles Lernen (WS 2011/2012, Dr. Julien Vitay)
- Multiagentensysteme
- Neurokognition I (WS 2011/2012, Prof. Hamker)
- Neurokognition II (SS 2012, Prof. Hamker)
- Biomimetische Robotik
- Robotersimulation

Literatur - allgemein

B.Siciliano, O.Khatib (Eds.):
Springer Handbook of Robotics
Springer, 2008

G. A. Bekey:
Autonomous Robots
The MIT Press, Massachusetts, 2005

R.Siegward, I.R.Nourbakhsh:
Introduction to Autonomous Mobile Robots
The MIT Press, Massachusetts, 2004

U. Nehmzow:
Mobile Robotik – Eine praktische Einführung
Springer, 2002

Literatur – kleine mobile autonome Roboter

J.L. Jones, A.M. Flynn:
Mobile Roboter
Addison-Wesley, Bonn, 1996

J. Altenburg, U. Altenburg:
Mobile Roboter
Carl Hanser Verlag, München, 1999

Literatur - Navigation

S. Thrun, W.Burgard, D.Fox:
Probabilistic Robotics
The MIT Press, Massachusetts, 2005

H.Choset u.a.:
Principles of Robot Motion
The MIT Press, Massachusetts, 2005

J. Gutmann:
Robuste Navigation autonomer mobiler Systeme
Dissertation, TU Freiburg, 2000

Literatur – Armkinematik

M. Husty u.a.:
Kinematik und Robotik
Springer, 1997

John J. Craig:
Introduction to Robotics – Mechanics and Control
Pearson Education, 2005

1 Einführung

Begriff - Roboter

Karel Čapek (1890-1938):

Prägte 1921 den Begriff „Roboter“ (nach tschech. robota: Fronarbeit) in seinem Stück „Rossum's Universal Robots“, in dem seelenlose menschenähnliche Geräte ihre Schöpfer überwältigen.

Isaac Asimov (1920-1992):

Russisch-amerikanischer Biochemiker und Schriftsteller, prägte Ende der 30er Jahre den Begriff „Robotik“.

StarWars (1977):

R2D2, C3PO

Die drei Asimovschen Gesetze der Robotik (1942):

- Ein Roboter darf kein menschliches Wesen verletzen oder durch Untätigkeit gestatten, dass einem menschlichen Wesen Schaden zugefügt wird.
- Ein Roboter muss den von einem Menschen gegebenen Befehlen gehorchen, es sei denn, ein solcher Befehl würde gegen Regel 1 verstoßen.
- Ein Roboter muss seine eigene Existenz schützen, solange er damit nicht gegen Regel 1 und 2 verstößt.

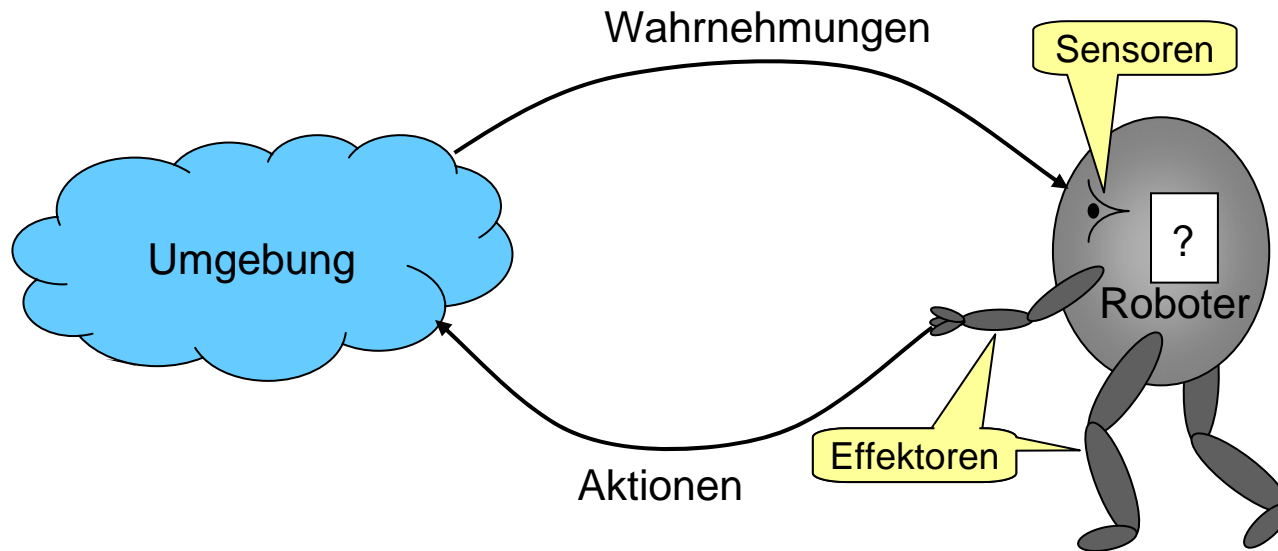
1.1 Was versteht man unter Robotern

Arten von Robotern

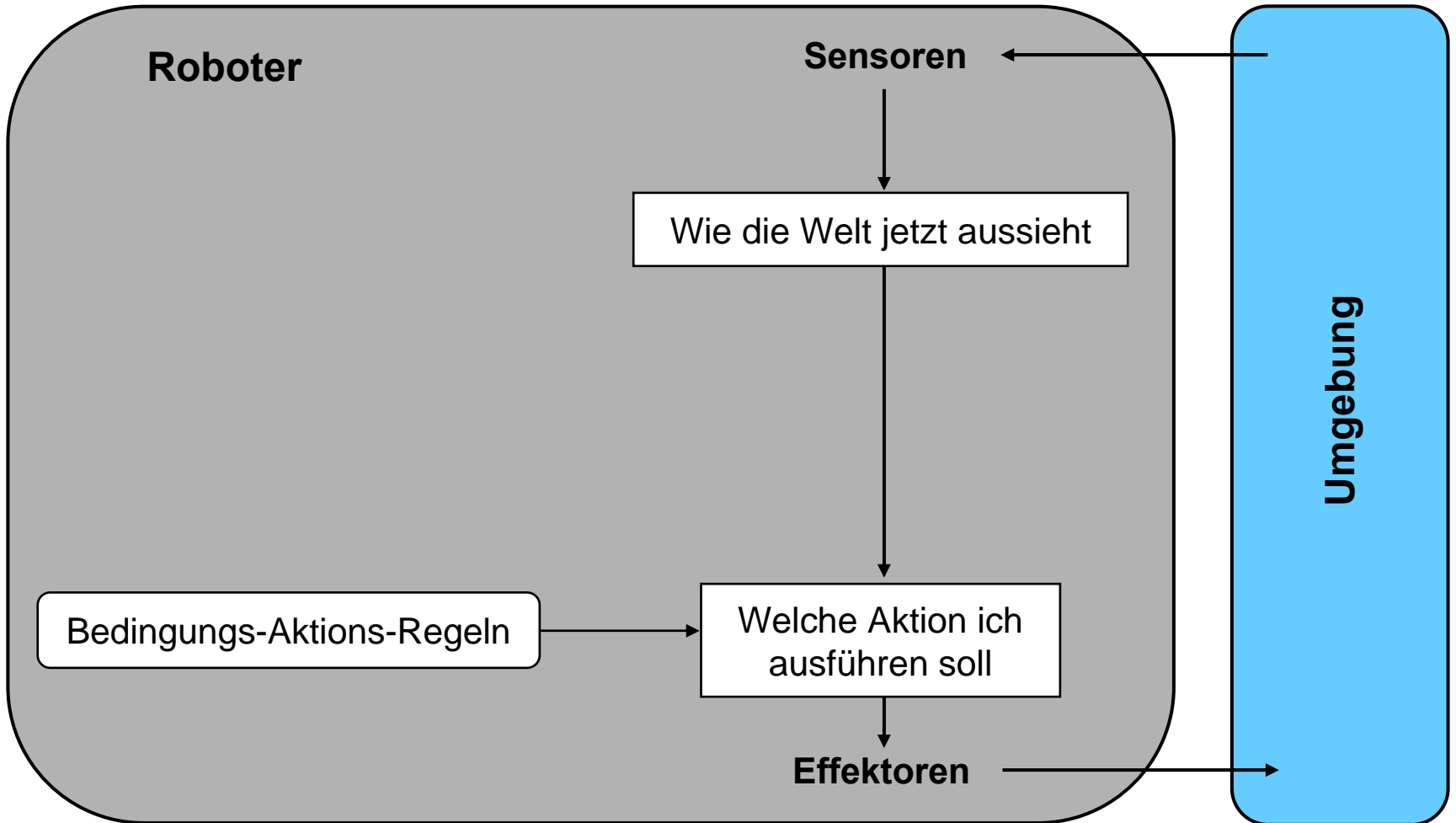
- Manipulator (kein Programm)
- Industrieroboter (numerisch gesteuerte Werkzeugmaschinen)
- Autonome mobile Roboter (Künstliche Intelligenz)

1.2 Autonome Mobile Roboter

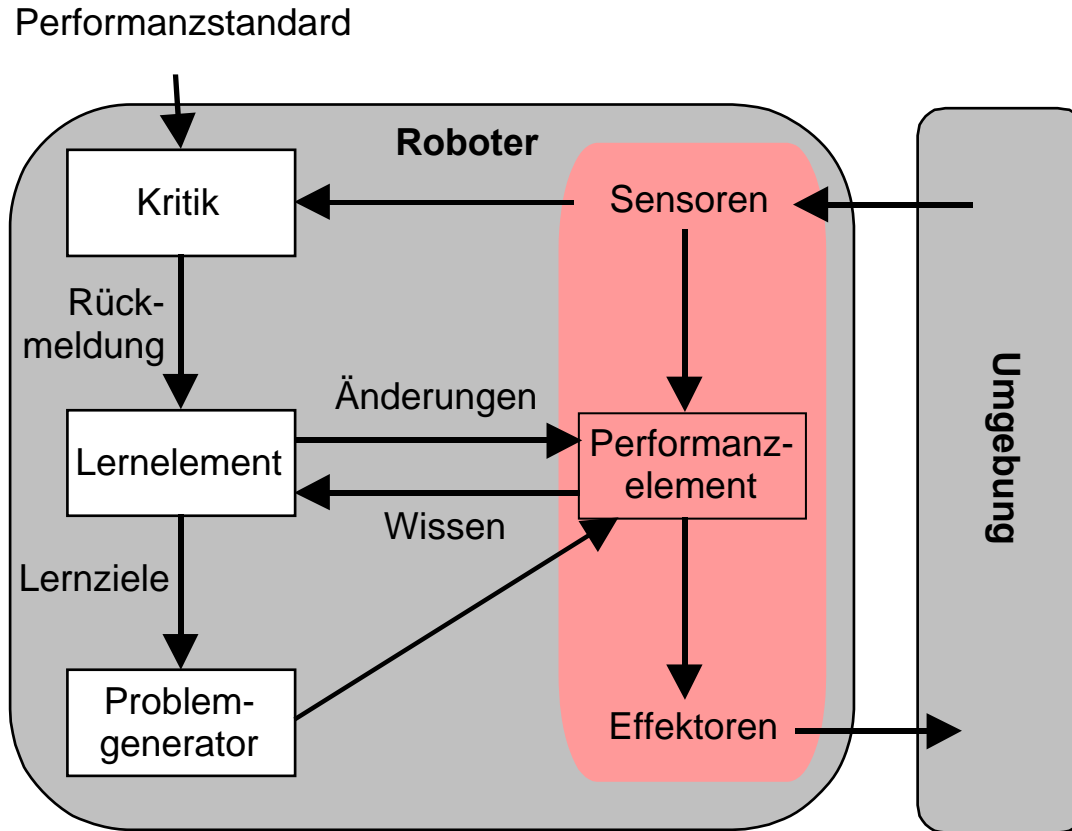
Allgemeine Form eines Roboters



Einfacher reaktiver Roboter



Ein lernender Roboter



Autonome mobile Roboter

- Sensoren
- Aufgabenorientierte Programmierung
- Lernen aus Erfahrung
- Anpassung an Veränderungen in seiner Umgebung
- Entwicklung eines internen Weltmodells
- Navigationsplanung
- Manipulation von Objekten in der realen Welt

1.3 Arbeitsgebiet Robotik

Arbeitsgebiet Robotik

- beinhaltet viele Teilgebiete
 - Informatik
 - fast alle Gebiete der KI
 - Elektrotechnik
 - Maschinenbau
 - Mathematik
 - Kognition
 - Biologie (Tierverhalten)

Biomimetische Robotik

- Kooperation zwischen **Biologie**, Informatik und **Robotik**
- **Navigationfähigkeiten** bei Wüstenameisen
- **Sechsbeinige Fortbewegung** (Grille)
- **Phonotaxis** (weibliche Grille findet Männchen derselben Spezies)

Arbeitsgebiet Robotik

- Roboter sind real vorhanden und es bewegt sich etwas
- keine Simulation
- man kann spielen (LEGO)
- Arbeit im Team

Die 10 wichtigsten Gründe, Roboter zu bauen

- Simulationen zählen nicht, real vorhanden, es bewegt sich etwas
- Du machst aus Science-Fiction Wirklichkeit
- Du arbeitest mit tollen Leuten zusammen, Arbeit im Team
- Du musst eine herausfordernde Vielzahl von Fähigkeiten beherrschen
- An jeder Ecke warten Überraschungen, der Roboter macht nicht immer das, was man programmiert hat
- Es beeindruckt deine Freunde
- Du hast Spaß mit deinen Kindern
- Du verwirklichst deine Träume
- Es ist besser als Arbeiten, man kann spielen (Lego)
- Sie brauchen dich, um auf die Welt zu kommen

1.4 Anwendungen autonomer mobiler Roboter

Anwendungen autonomer mobiler Roboter

- Führung von Personen
- Serviceroboter
- autonome Fahrzeuge
- Weltraum
- Abwasserkanäle
- unter Wasser
- Bergung von Verletzten
- verseuchte Umgebung

1.5 Geschichte der Robotik

Geschichte

- um 1738: J.d. Vaucansen (Frankreich) baute Musik spielende mechanische Puppen in menschlicher Größe (Flötenspieler, Tamburinspieler) und eine Ente



Geschichte

- um 1774: P. Jaquet-Droz sein Sohn und J.-F. Leschot (Schweiz) bauten drei Androiden



Schreiber



Zeichner



Musikerin

Geschichte

- 1810: J. Gottfried und F. Kaufmann (Dresden) bauten einen Trompeter



Deutsches Museum
München

Geschichte

- 1968: Shakey, Stanford Research Institute (SRI), Lisp



Geschichte

- 1984: WABOT-2 Fähigkeit des Keyboardspielens mit 2 Händen, 2 Beinen sowie Kamera



Geschichte

- 1989: erster Roboter-Wettbewerb am MIT

RoboCup

- Roboterfußball
- Soll Künstliche Intelligenz und Mobile Robotik verbinden und fördern
- 1997 erster offizieller RoboCup mit über 40 Teams (Simulation und real zusammen) und über 5000 Zuschauern
- www.robocup.org
- www.robocup-german-open.de

Middle – Size Liga

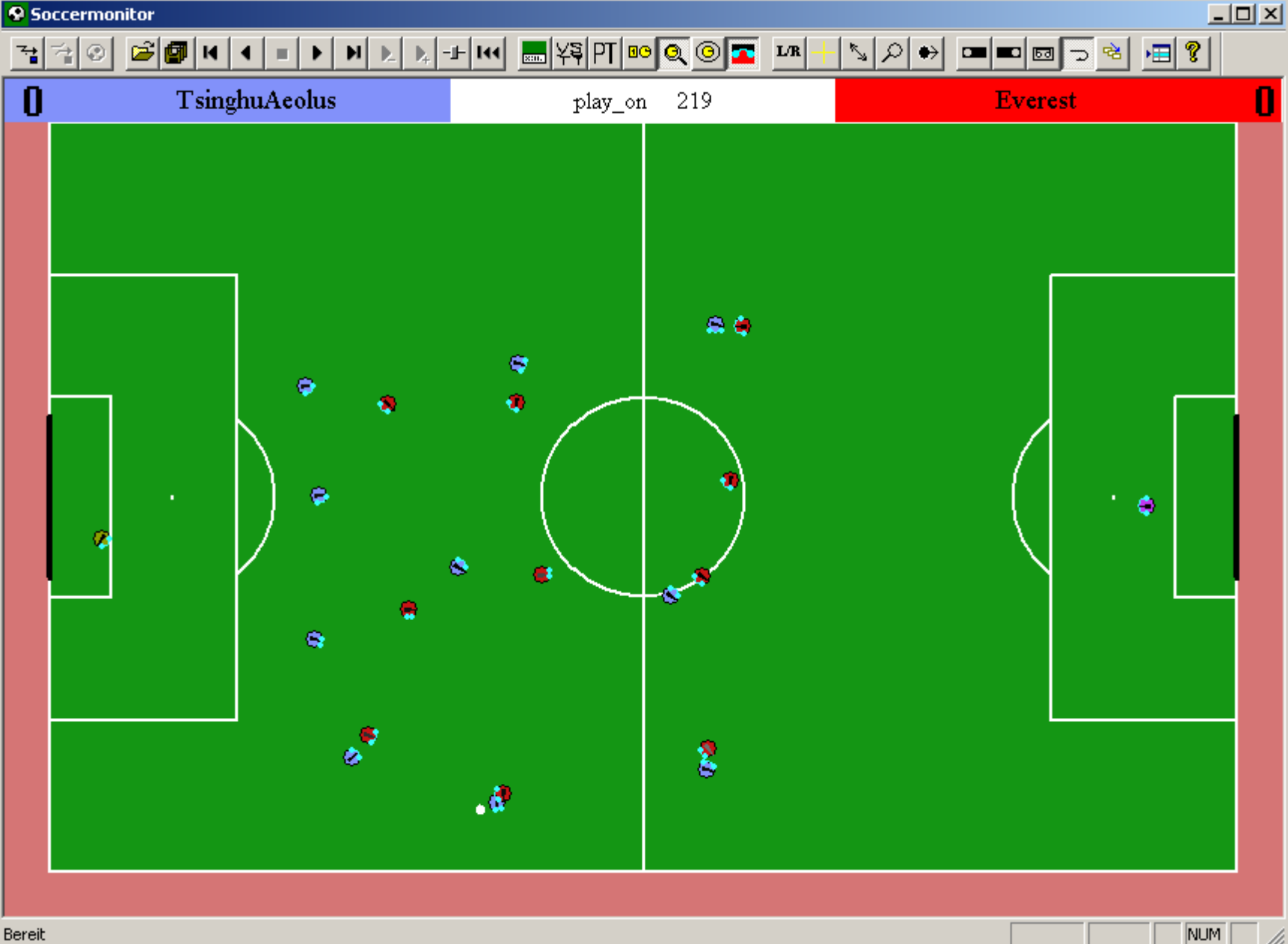
- maximal 80 cm hoch, vollkommen autonom
- Spielfeld: 12 x 18 m
- 6 Roboter (einschließlich Torwart)

Small – Size Liga

- 5 Roboter
- Durchmesser: 18 cm, Höhe: 15 cm
- Spielfeld: 5 x 7 m
- erhalten Information von einer Kamera (4 m über Spielfeld)

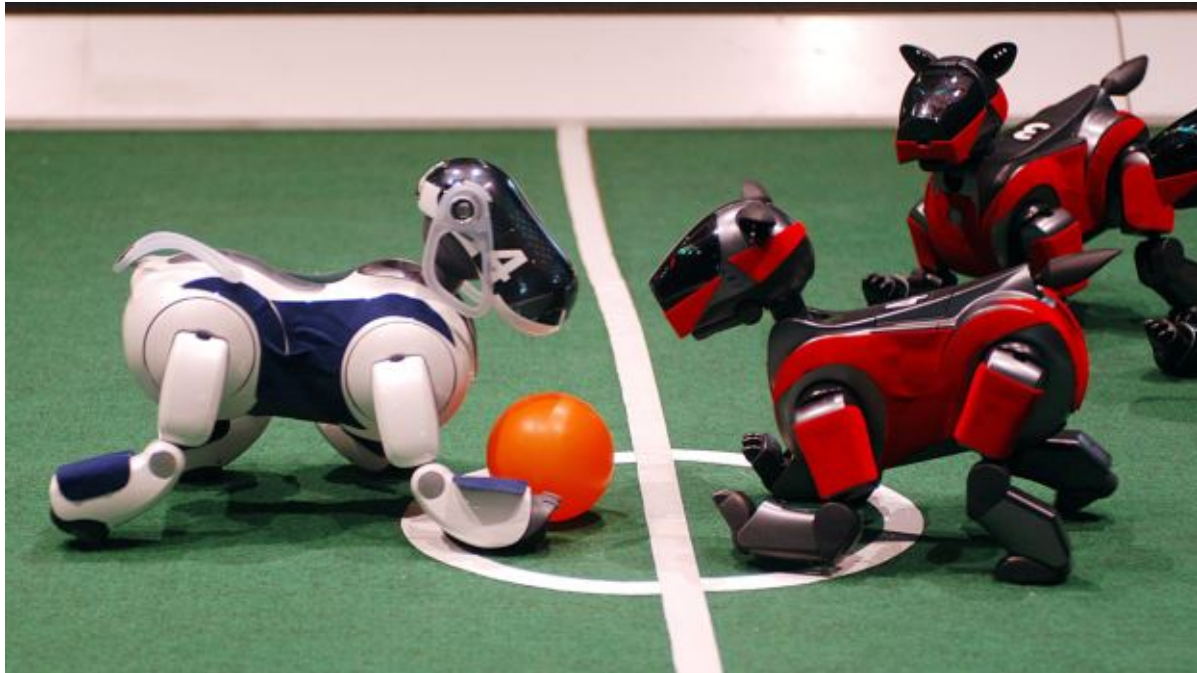
Soccer – Simulation Liga

- virtuelles Spielfeld
- 11 Spieler, völlig autonom
- Sichtfeld und Energiereserven der Spieler begrenzt
- offizielle Fußballregeln

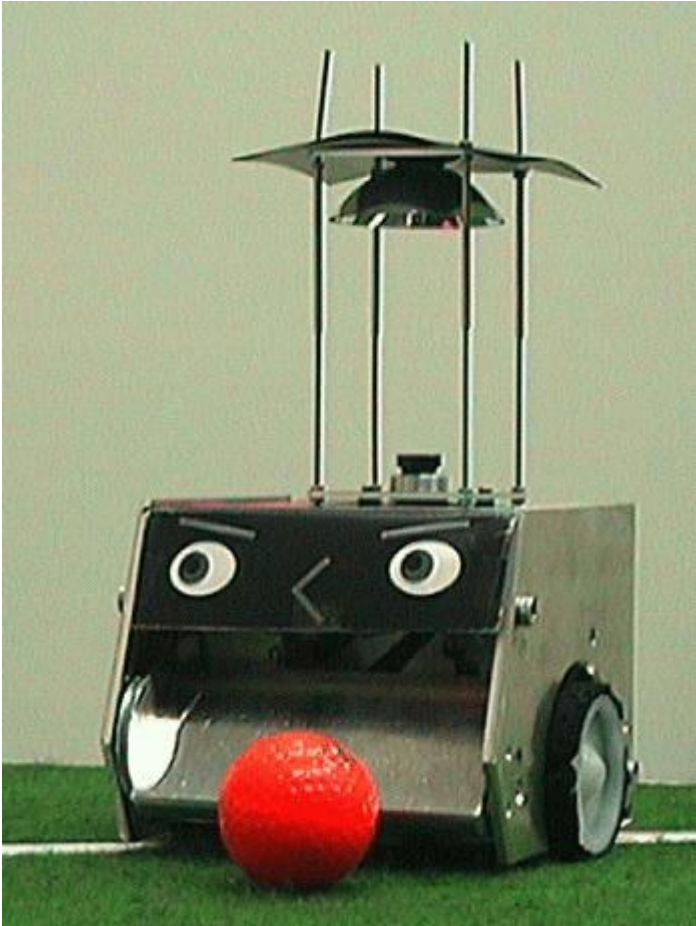


Rescue – Robot Liga

- Katastrophenszenario
- versteckte Opfer suchen
- die versteckten Puppen liegen auf einer Heizdecke, so dass Körpertemperatur simuliert wird
- Außerdem bewegen sie sich und strömen, um das Atmen von Menschen nachzubilden, Kohlendioxid aus







1.6 Beispiele für mobile Kleinroboter

1.6.1 TuteBot

Aufbau

- kein Mikroprocessor
- einfacher Analogschaltkreis
- 2 Motoren
- 2 Räder
- 2 Schalter
- Kollisionssensor
- 2 Potentiometer, Relais und einige weitere einfache elektronische Bauteile

Fähigkeiten

- Vorwärtsbewegen auf einer Geraden, bis er auf ein Hindernis stößt
- Danach setzt er zurück, dreht sich eine bestimmte Zeit lang nach links und nimmt dann seine Geradeausfahrt wieder auf.
- Wandverfolgung
 - Kreisbahn nach links vorwärts
 - zurück bei Hindernis
 - drehen nach rechts
 - wieder Kreisbahn nach links

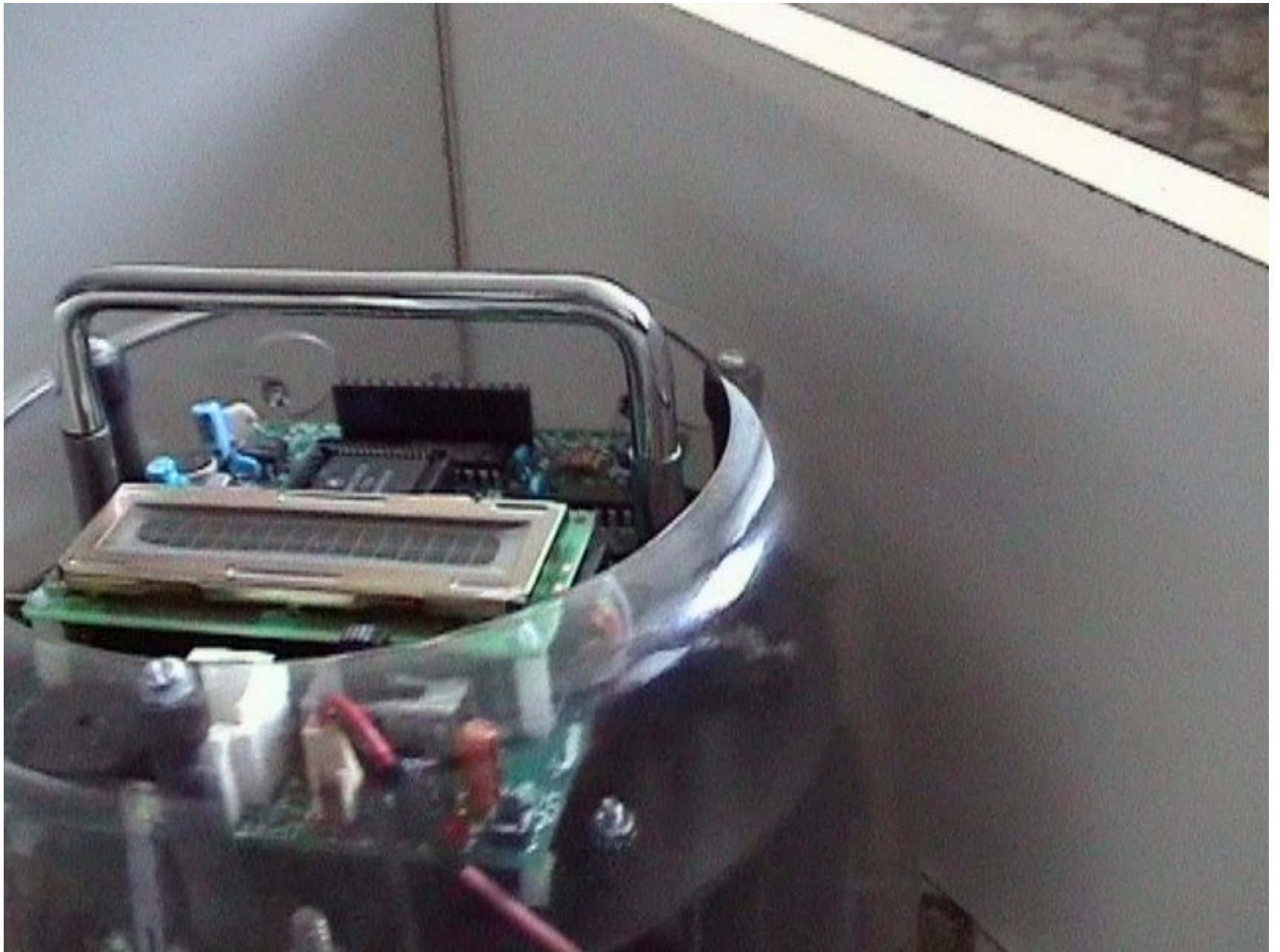
1.6.2 Rug Warrior (Käseglocke)

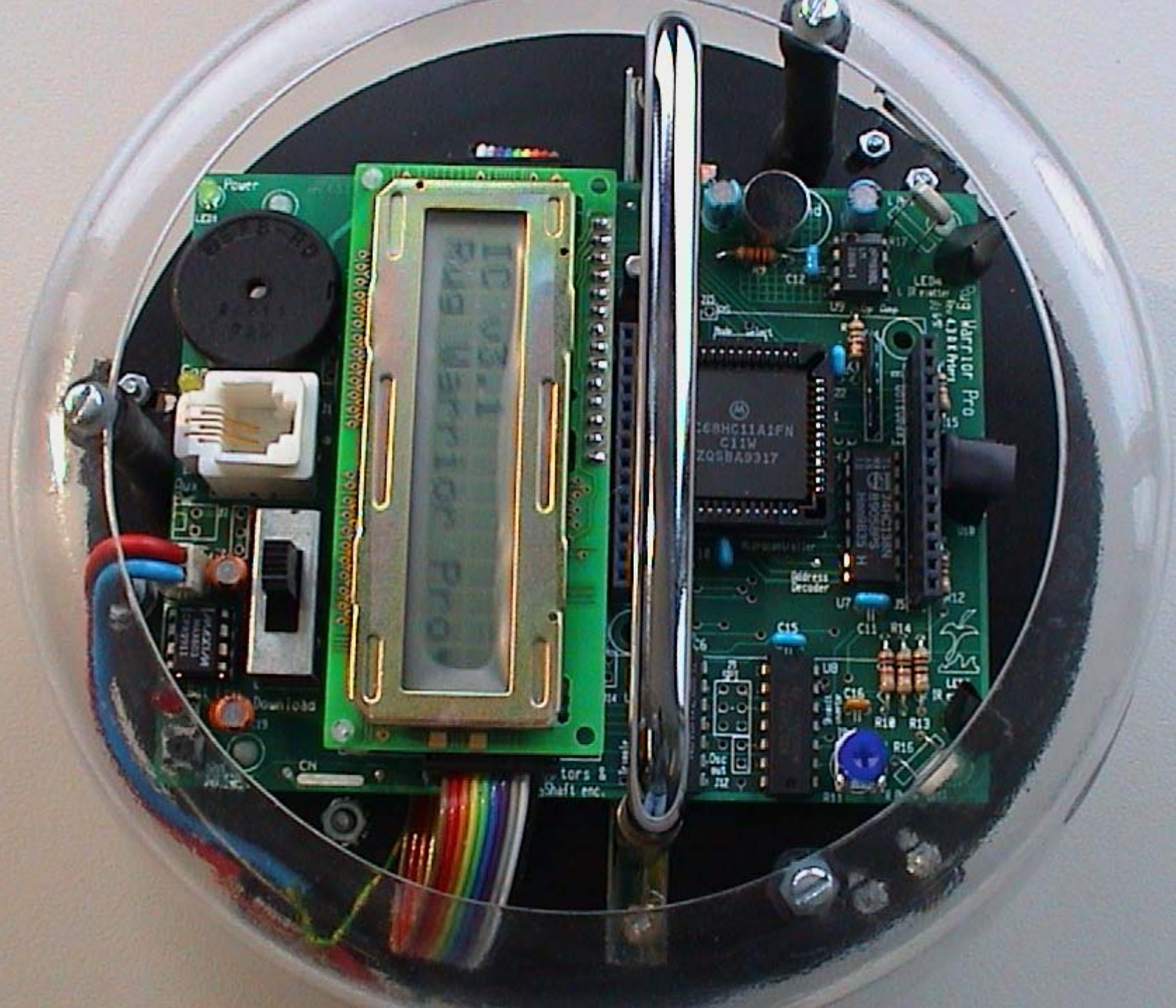
Rug Warrior – Daten

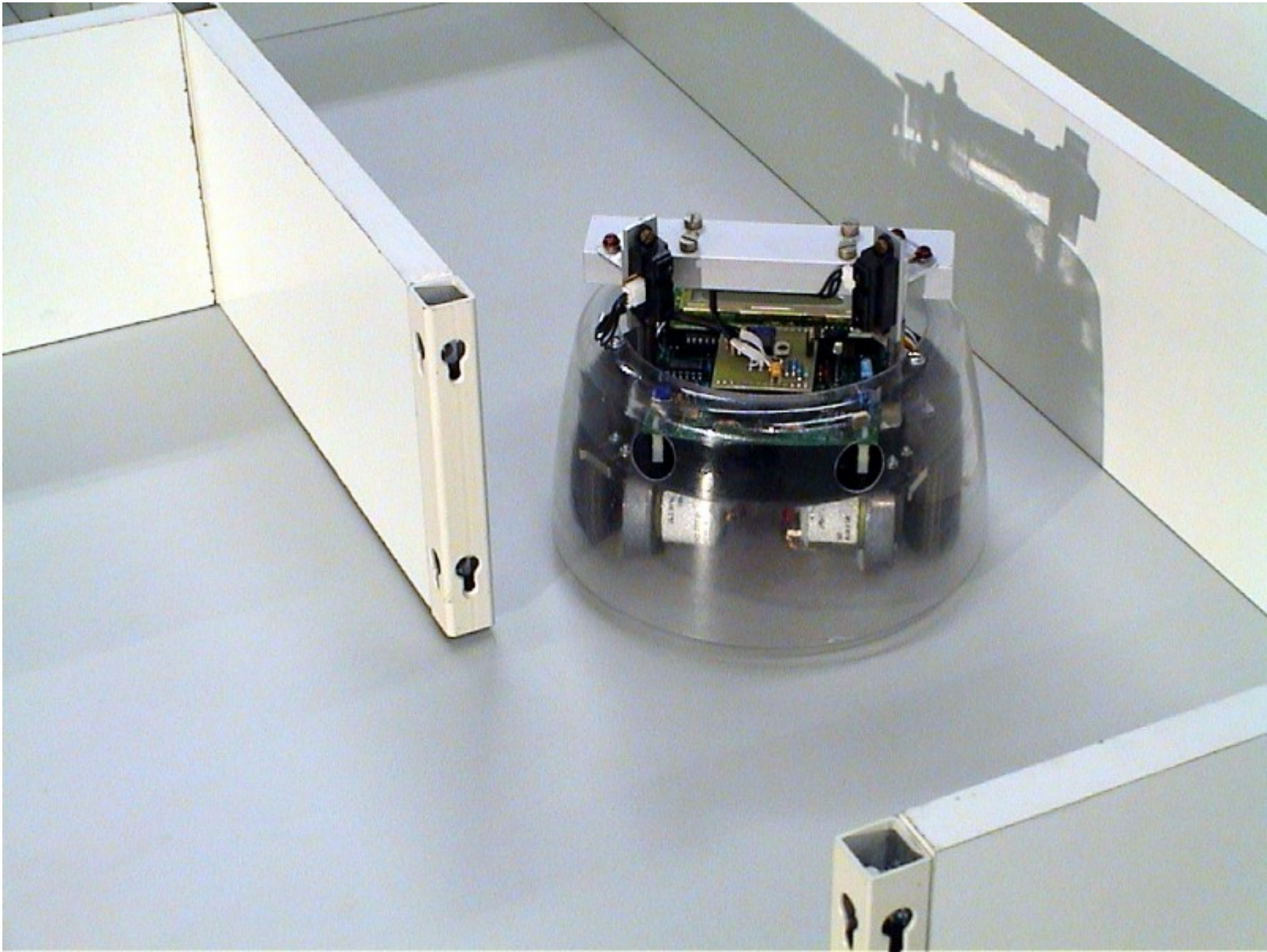
- Spannung: 9 V
- Betriebsdauer: ca. 3 Stunden
- Durchmesser: 18 cm
- Höhe: 16 cm
- Raddurchmesser: 6 cm
- Gewicht: 900 g
- Geschwindigkeit: 45 cm/s
- Hinderniserfassung: 15 – 80 cm (Infrarot)
- 32 KByte RAM, serielle Schnittstelle
- Programmierung mit IC (C ähnlich)

Rug Warrior









Sensoren

- Bumper für Kollision (3 Schalter)
- 2 Fotowiderstände
- Infrarot
- Mikrophon
- Radencoder

Fähigkeiten

- Geradeausfahren (auch das ist nicht so einfach zu realisieren)
- Auswertung der Radencoder (zurückgelegter Weg)
- Fahren entlang einer Wand
- Umfahren von Hindernissen
- Erkennen, Hinbewegen und Verfolgung von Licht
- Verstecken in dunklen Ecken
- Kollisionserkennung
- Abstandsmessung zu Hindernissen
- Erkennen von Markierungen auf dem Boden (Linien)

Fähigkeiten

- keine explizite geometrische Repräsentation der Welt
- Subsumtionsarchitektur
 - reagiert unmittelbar auf Sensordaten
 - Verhalten
 - hierarchisch gegliedert

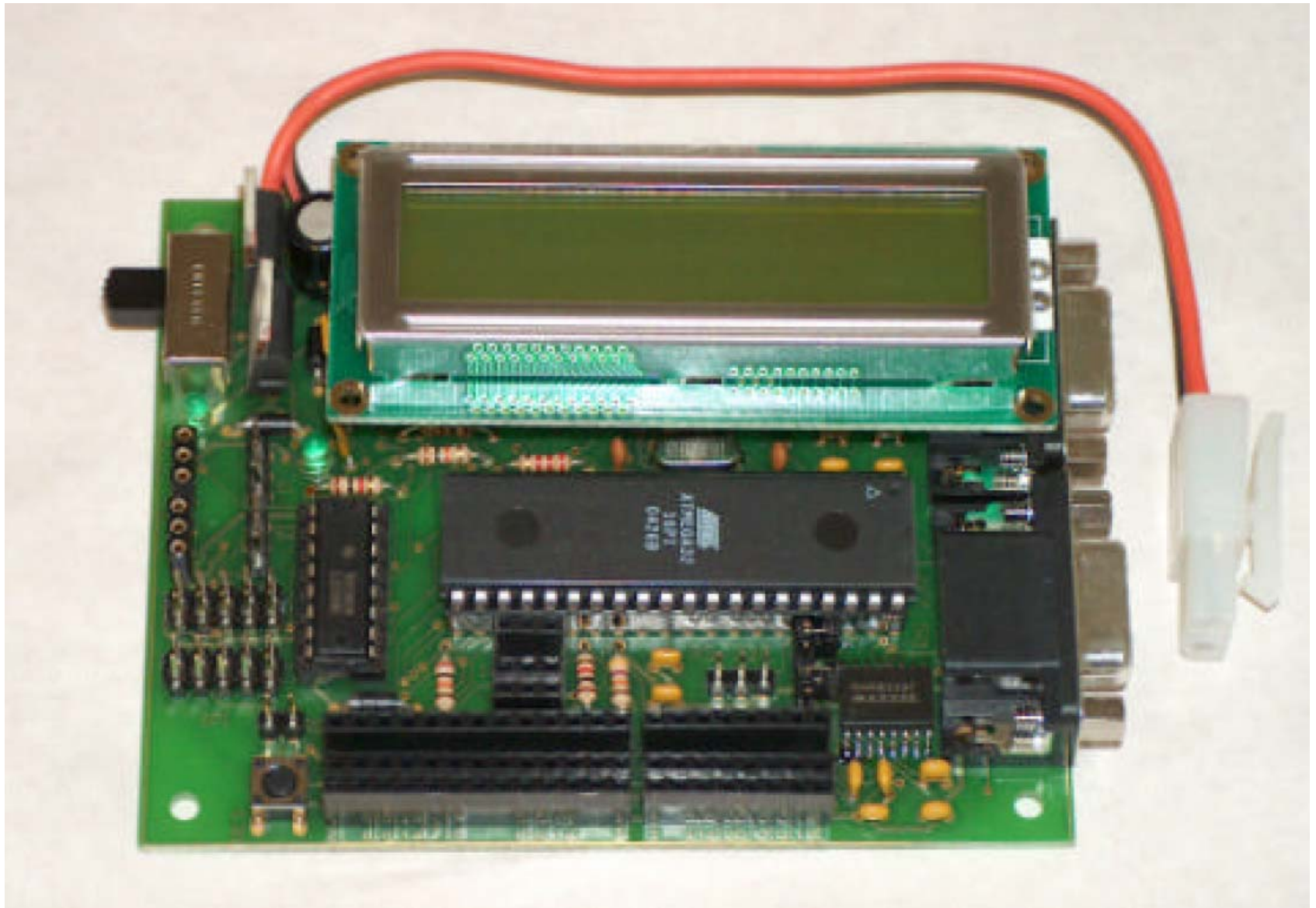




1.6.3 Roboter Laus - Robotikpraktikum

Roboter Laus





Hardware

- Microcontroller: Atmega32 von Atmel
- Taktfrequenz: 16 MHz
- Speicher: 32 kB

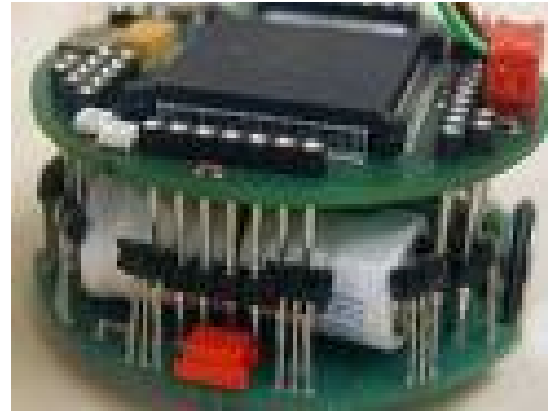
- 2 Motoren mit Radencoder
- Motorstrom: bis 0,6 A
- max. Geschwindigkeit: 0,2 m/s
- Raddurchmesser: 50 mm
- Inkremente pro Radumdrehung: 420

- LC-Display (2 Zeilen mit je 16 Zeichen)

- Taster
- LED

1.6.4 Khepera

Khepera



Khepera

- Durchmesser : 55 mm
- Höhe : 30 mm
- Gewicht : 70 g
- 8 Infrarot-Sensoren
- Prozessor mit hoher Rechenleistung
- RAM 256 Kbyte
- ROM 256 oder 512 Kbyte
- Erweiterungsmodule

1.6.5 Pioneer2 – AT und andere

Pioneer2 - AT



Pioneer2 - AT



Pioneer2 - AT

- Geländegängigkeit
- Kompass / Neigungssensor
- Wegmessung
- Ultraschallsensoren
- Lasermessung
- Farbkamera
- Greifer mit 2 Freiheitsgraden



RobuCar TT



Quadrocopter

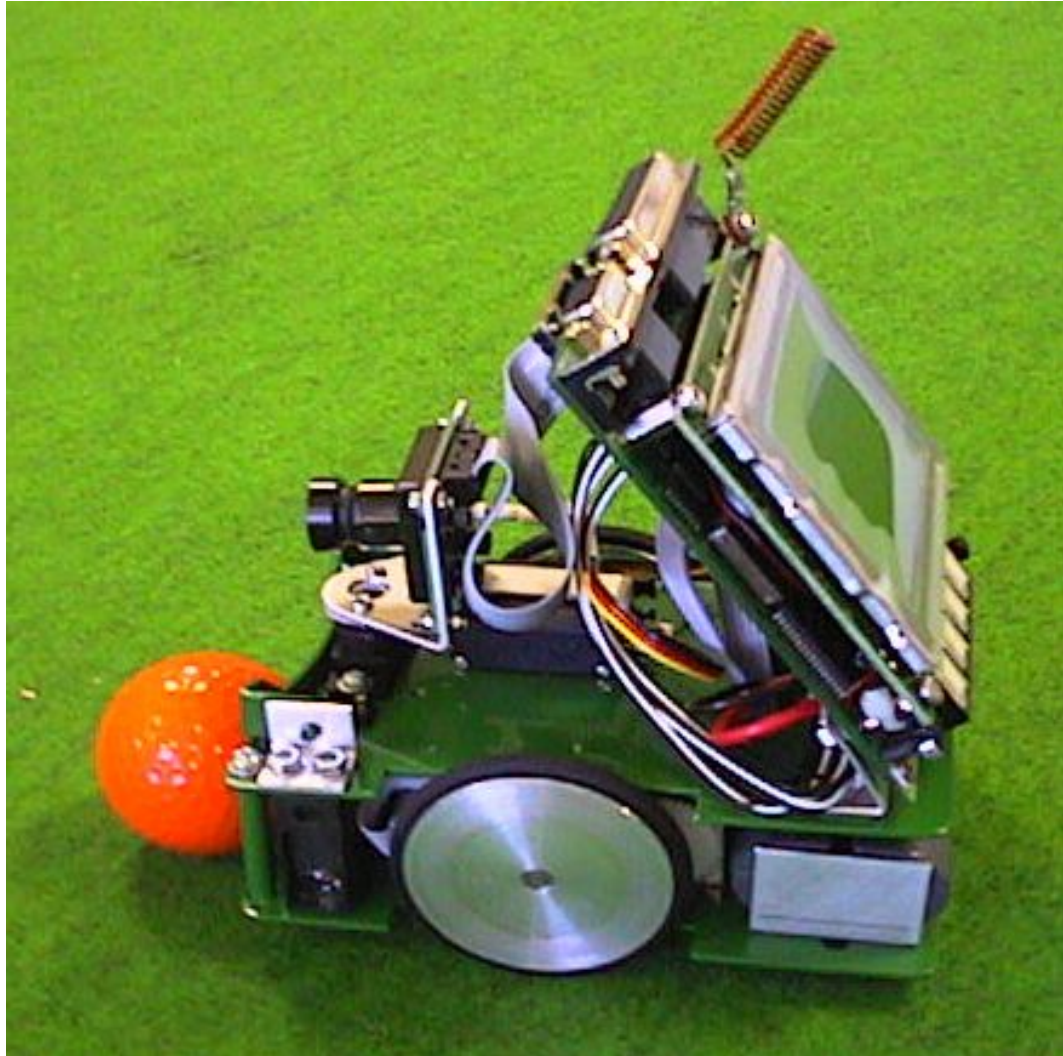


1.6.6 Joker Robotics

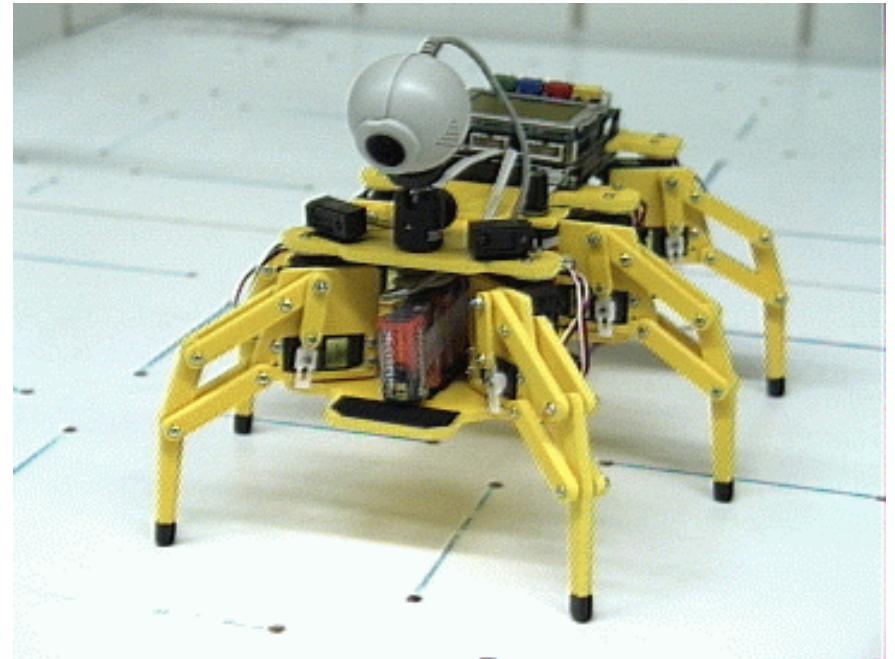
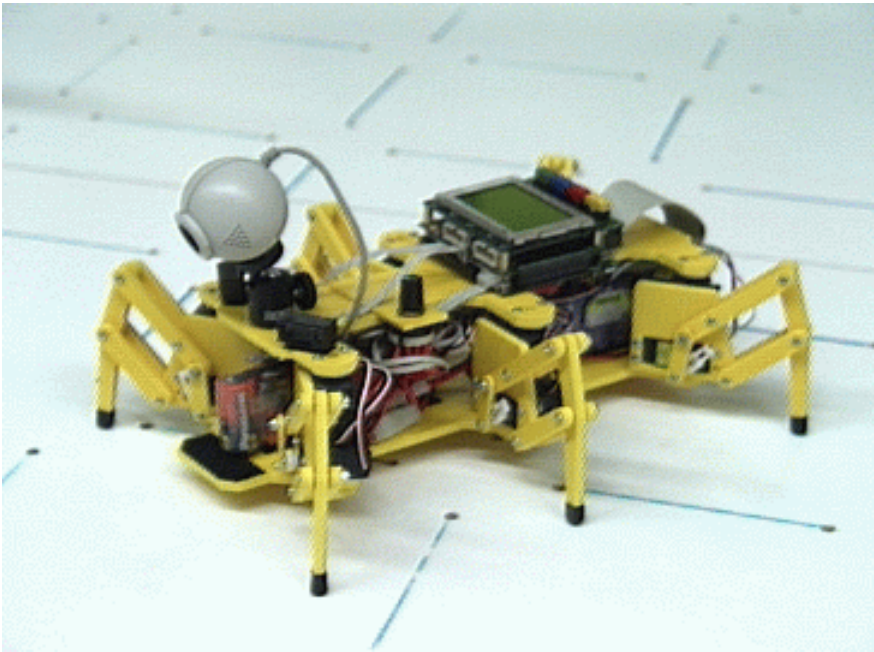
Joker Robotics



Joker Robotics



Joker Robotics

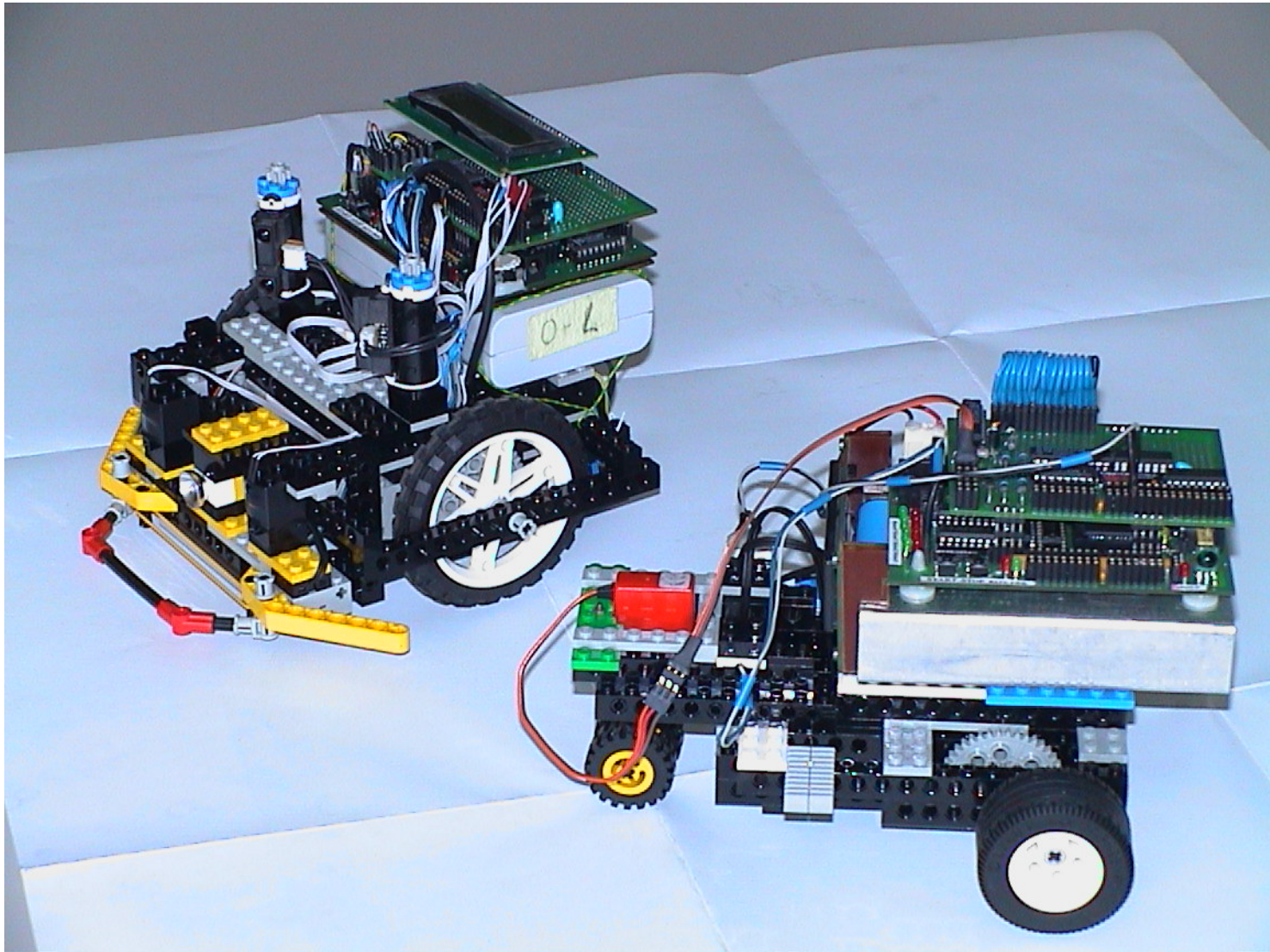


Joker Robotics



1.6.7 Lego - Roboter

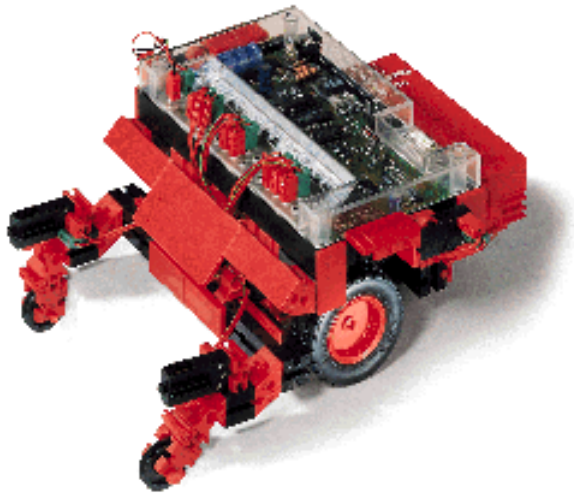
Lego – AG Chemnitz



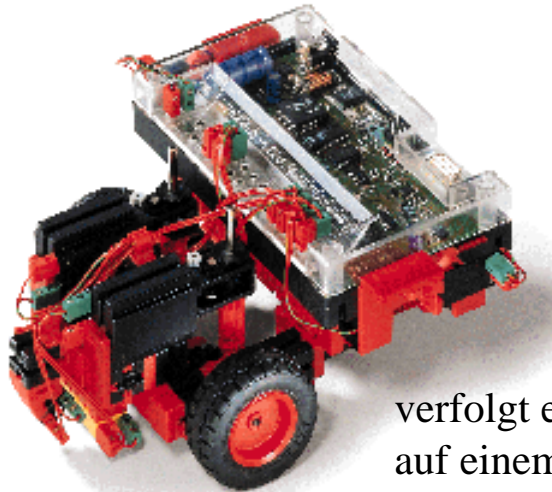
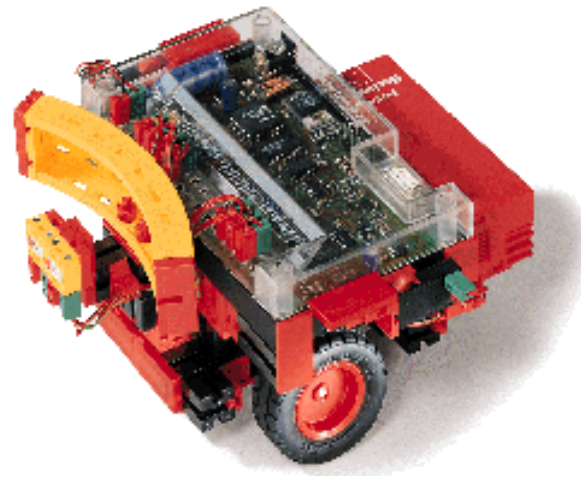
1.6.8 Fischertechnik

Fischertechnik

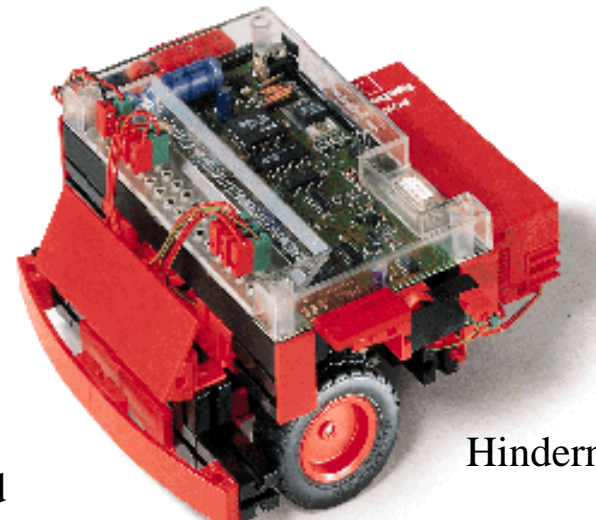
stoppt an Schreibtischkanten



verfolgt eine Lichtquelle



verfolgt eine schwarze Spur
auf einem hellen Untergrund



Hinderniserkennung