



Deutsche  
Forschungsgemeinschaft

**Jahresbericht 2008**

Aufgaben und Ergebnisse

**DFG**

(Schmidt) erst möglich machte. Deshalb gehört im DFG-Projekt auch die intensive Auseinandersetzung mit den Grenztruppeneinheiten zur Spurensuche. Rund 13000 Soldaten waren an der Mauer stationiert, und mit ihnen kamen Schäferhunde und Propagandaexperten, Verwaltungsgebäude und Gästehäuser, Offiziers- und Ferienheime, Funkstationen, Ausbildungs-, Material- und Trainingslager. Aber es kamen auch über 700 Schützenpanzer und Panzerwagen, die zur Tötung „Republikflüchtiger“ ungeeignet waren, sondern einem „zweiten Auftrag“ dienen: „Das Grenzkommando verstand sich auch als Speerspitze einer möglichen Eroberung West-Berlins“, sagt Schmidt.

*Ein DDR-Volkspolizist patrouilliert 1965 mit seinem Hund im fertiggestellten Teil der neuen Grenzanlage in der Nähe des westdeutschen Kontrollpunktes Dreilinden. Auch Dokumente wie diese werden vom DFG-geförderten Projekt zur Berliner Mauer ausgewertet*



„Das ist ein Aspekt der Mauer, den man heute besonders gern vergisst.“

Rund tausend Zeugnisse vom einst endlos scheinenden Band deutscher Trennung haben die Forscher mithilfe von GPS eingemessen und ihnen ihre historische Funktion im „System der Grenze“ zugeordnet. Inzwischen sind die Dokumente in die Datenbank eines Geoinformationssystems (GIS) eingepflegt, das die Berliner Mauer jenseits östlicher und westlicher Propagandabilder zumindest virtuell aus den Ruinen der untergegangenen DDR wieder auferstehen lassen soll: Denkmalschutz für ein vernichtetes Denkmal, dessen politische Bedeutung in diametralem Widerspruch zur Banalität seiner Reste steht. „In Kürze wird man jeden Punkt auf der Grundlage von Google Maps im Internet ansteuern und hinterlegte Dokumente betrachten können“, sagt Schmidt. Dann wird die gigantische Erinnerungslandschaft der Grenzanlagen zumindest im World Wide Web unter [www.tu-cottbus.de/berlinwall](http://www.tu-cottbus.de/berlinwall) wieder zu sehen sein.

## Wo es langgeht

Nicht immer ist es traurig, wenn die Erinnerung verblasst. Wer sich in fremder Umgebung orientieren will, muss sogar vergessen können. „Wir wissen, dass räumliches Wissen beim Menschen nicht fotografisch gespeichert wird“, sagt der Informatiker Christian Freksa. „Vielmehr wird es schnell auf wenige bedeutungstragende Elemente heruntergebrochen. Dieses schematische Wissen reicht in der Regel völlig aus, um sich auch auf unbekanntem Terrain zurechtzufinden.“

Freksa ist Sprecher des Sonderforschungsbereichs „Raumkognition – Schließen, Handeln, Interagieren“, in dem über 60 Informatiker und Sprachwissenschaftler, Psychologen und Geografen der Universitäten Bremen und

Freiburg in insgesamt 15 Teilprojekten zusammenarbeiten. Gemeinsam wollen sie herausfinden, wie Menschen es schaffen, sich innerhalb kürzester Zeit zu orientieren – und diese Erkenntnisse für die Software autonomer Robotersysteme nutzbar machen. Gerade einmal ein bis zwei Sekunden braucht der Mensch, um sich mit traumwandlerischer Sicherheit in einer komplexen, nie zuvor gesehenen Situation zurechtzufinden. Roboter hingegen haben oft schon Probleme bei einem Pappkarton.

Warum wir wissen, wo es langgeht, wie Menschen Räume denken, sehen und begehen: Auf der Suche nach Antwort auf diese Fragen analysieren die Forscherinnen und Forscher im Eyetracking-Labor die Blickrichtungen von Streichholzrätzellösern. Sie konfrontieren Versuchspersonen mit den virtuellen Räumen einer geometrisch verzerrten Computerwelt. Oder sie schicken Probanden mit Kopfhörern in den Kernspintomografen und beschreiben ihnen Routen durch die Stadt, um zu verfolgen, welche Hirnregionen angesprochen werden. Da das Gehirn dabei offenbar kein geografisches Abbild, sondern ein auf Qualitäten setzendes Muster speichert, wollen die Forscher auch wissen, wie man Raum ganz ohne Zahlen, Winkel oder Längen repräsentieren kann.

„Links und rechts, vorn und hinten, größer und kleiner reicht zur Orientierung im Prinzip schon aus“, sagt Freksa. „Dann muss man eigentlich nur noch Landmarken wie Häuser, Büsche oder Flüsse erkennen und umrunden.“ Diese simplen Muster zahlenlosen Navigierens in die Nulzen und Einsen der Programmierung zu überführen, erfordert allerdings gänzlich neue Ansätze.

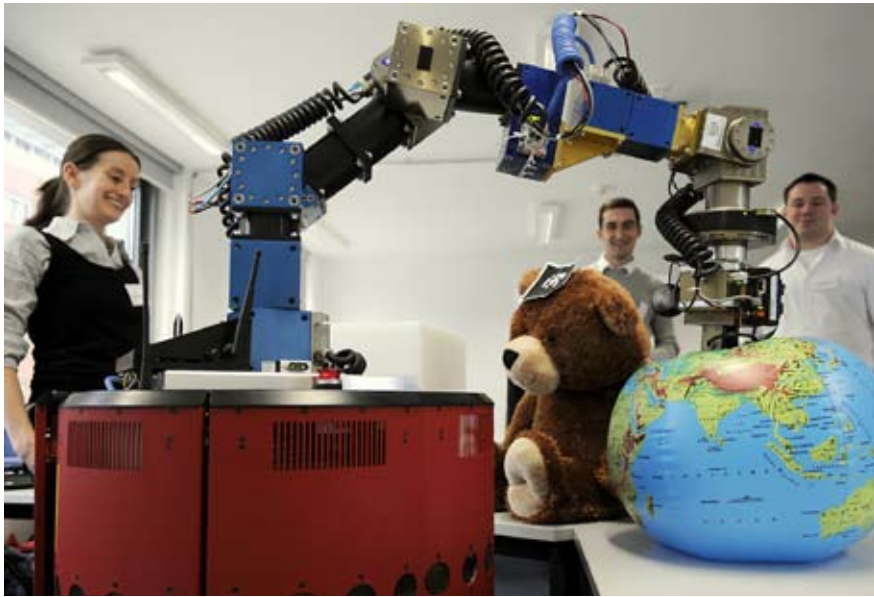
Durch seine Roboter will Freksa den Menschen nicht ersetzbar

machen. Im Gegenteil: Im Sonderforschungsbereich geht es um sogenannte Assistenzsysteme, die dem Einzelnen dort unter die Arme greifen, wo er alleine hilflos wäre. „Wir interessieren uns für Dinge, die für den Menschen gefährlich oder unerreichbar sind“, erläutert Freksa. Räumkommandos für Minenfelder, Weltraummissionen zu entfernten Galaxien oder Expeditionen zum Meeresboden wären mögliche Einsatzgebiete. Nahziel aber sind künstliche Partner, die älteren oder behinderten Menschen im Alltag Orientierungshilfe geben und deren Selbstständigkeit damit wesentlich erweitern.

Erstes Ergebnis des Erkenntnis-transfers von Grundlagenforschung in hilfreiche Anwendung ist „Rolland“ aus der Arbeitsgruppe des Informatikers Bernd Krieg-Brückner: ein intelligenter Rollstuhl, der seinen Fahrer bei der Wegführung unterstützt. Er soll Behinderten die Möglichkeit lassen, ihre kognitiven und motorischen Fähigkeiten so weit wie möglich per Joystickbedienung einzusetzen. Aber er bremst automatisch ab, wenn er an Wänden entlangzuschaben oder auf Hindernisse zu prallen droht. Doch Rolland kann noch mehr: Er kann sich Strecken merken, etwa den vom Haus zum Supermarkt. Und er findet nach dem Einkauf selbst dann wieder sicher zurück, wenn sein Besitzer den Heimweg längst vergessen hat. „Für Menschen, die sich wegen Gedächtnisschwäche nicht mehr aus der Wohnung trauen“, sagt Freksa, „ist unser Rollstuhl ein echter Segen.“

## Das Hirn im Bein

Als Vision schwebt Freksa eine Großstadtlandschaft vor, die autonomen Robotern ihrerseits die Wege öffnet: durch elektronische Landkarten zum Beispiel, über die der Bauplan von Ge-



*Kräftemessen für die Weiterfahrt: Roboter ZORA vom Sonderforschungsbereich „Raumkognition“ kann erkennen, welche Hindernisse leicht aus dem Weg zu räumen sind – und welche nicht*

bäuden via Schnittstelle auf die Maschine heruntergeladen werden kann. „In Krankenhäusern möchte man sich ja eigentlich gar nicht auskennen“, sagt Freksa. „Aber es wäre doch schön, wenn ich meinem Rollstuhl sagen könnte, er solle mich direkt zur Chirurgie navigieren – und der Rollstuhl brächte mich dann ohne Widerrede hin.“ Damit die Kommunikation zwischen Mensch und Maschine auch reibungslos funktioniert, arbeiten im Sonderforschungsbereich auch Linguistinnen und Linguisten mit. Denn was links und rechts für Menschen überhaupt bedeutet, muss der Roboter auch sprachlich erst begreifen.

Bei der Raumkognition will sich der DFG-Sonderforschungsbereich nicht aufs menschliche Gehirn allein verlassen. Auch tierische Navigationsfähigkeiten etwa von Spinnen fließen in die Forschung ein. „Es hat sich als sinnvoll erwiesen“, sagt Freksa, „sich an bewährten Strukturen und Prozessen in der Natur zu orientieren.“

Nirgends wird dies derart augenfällig wie bei „Scorpion“, den Freksas Kollege Frank Kirchner entwickelt hat. Der zehn Kilogramm schwere Aluminiumkrabbler mit Elektronikinnereien kann weder sehen noch hören. Doch wenn Kirchner ihn im Übungsraum in die Sandkiste setzt, findet er sich zwischen den Kieselsteinen und Gesteinsbrocken mehr als gut zurecht. Fast schon geschmeidig kann das Computertier durch Wasser waten und sich am Baumstamm entlanghangeln. Oder er nimmt das Hindernis gleich selbst in den Klammergriff. Dann klappt er zwei seiner acht Beine als Greifer auf den Rücken, während die anderen Beine vorwärts, seitwärts oder diagonal weiterlaufen. Zweieinhalb Meter lange Stämme sind da kein Problem.

Seine Orientierungskünste hat Scorpion nicht beim denkenden Menschen abgeschaut. „Das Besondere ist, dass er eben nicht von einem Gehirn gesteuert wird“, stellt Kirchner klar. „Die Reflexe kommen aus den einzelnen Beinen und werden von dort zu



einem Zentrum geleitet, das erst dann die Bewegung bestimmt.“ Genauso macht es Scorpions Namensgeber in freier Wildbahn, um durch die Wüste zu navigieren. „Embodied“ heißt diese Form biologischer Steuerung: Was das Tier nicht im Kopf hat, muss es eben in den Beinen haben.

### Die festigende Farbigkeit des Falters

Wie die Informatik und Robotik, so hat auch die Materialwissenschaft längst entdeckt, wie wertvoll es ist, dem evolutionären Gedächtnis seine Geheimnisse zu entreißen und den schier unerschöpflichen Ideenpool der Flora und Fauna anzuzapfen. „Biomimetik“ heißt die relativ junge Disziplin, die nicht zuletzt in der Werkstofftechnik immer neue Blüten treibt. Von schmutzabweisenden Sanitäranlagen nach Lotusblumenvorbild über Autoreifen mit Katzenpfoteneigenschaften bis hin zu strömungsgünstigen

Schwimmanzügen mit Haifischhauteffekt reicht die Biomaterialienpalette.

„Die Natur hat ja keinen Stahl und keine Computerchips“, sagt Peter Fratzl vom Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung. „Und trotzdem schafft sie es, Materialien zu schaffen, die flexibel und stabil sind, steif und bruchfest zugleich.“ Chitin und Zellulose, Kollagen und einige Mineralien: Das reicht Tieren, Mensch und Pflanze oft schon aus, um mechanische Eigenschaften perfekt an unterschiedlichste Umweltbedingungen anzupassen. So schwach und brüchig Zuckerketten und Kalk ursprünglich auch sein mögen, so entstehen aus ihnen je nach Webart doch himmelstürmende Bäume und stabile Knochen.

„Diese Gebilde haben aber nicht primär wegen ihrer chemischen Zusammensetzung so tolle Eigenschaften“, sagt Fratzl, der 2008 für seine biomimetischen Erkenntnisse den Max-Planck-Forschungspreis erhielt.

*Ein kleiner Schritt für Scorpion: Vielleicht könnte der Roboter bald schon an unbemannten Raummissionen zum Mond teilnehmen. Auf der simulierten Oberfläche des Erdtrabanten findet er sich jedenfalls schon gut zurecht*

