



Hans-Arthur Marsiske

Der WM-Titel ist näher gerückt

Roboter-Fußball in Deutschland

Der RoboCup, die Weltmeisterschaft der Roboter im Fußball, entwickelte sich zum bedeutendsten Wettbewerb der Robotik. Ein Ziel: Im Jahr 2050 soll ein Team humanoider Roboter in der Lage sein, den amtierenden Fußballweltmeister zu schlagen. Das wichtigere Ziel: Auf dem Weg dahin sollen Techniken entwickelt werden, die das Leben der Menschen erleichtern.

Die Idee, das Fußballspiel als Testumgebung für autonome, mobile Roboter zu etablieren, entstand Mitte der 1990er Jahre. Damals schien die Technik reif für neue Herausforderungen, und so trafen sich im November 1996 in Korea 23 Teams aus zehn Ländern, um den ersten Weltmeister im Roboterfußball zu ermitteln. Die Initiative des Koreaners Jong-Hwan Kim, die in die Gründung der FIRA (Federation of International Robot-Soccer Association) mündete, stieß aber schon ein Jahr später auf

Konkurrenz aus Japan. Dort fand im August 1997 die erste RoboCup-Weltmeisterschaft statt. Sie lockte nicht nur fast doppelt so viele Teams an, sondern erwies sich vor allem langfristig als erfolgreicher.

Heute ist der RoboCup der bedeutendste Roboterwettbewerb der Welt. An den jährlichen Weltmeisterschaften beteiligen sich regelmäßig mehrere hundert Teams von allen Kontinenten. Vor allem aber hat sich die Zahl der Turniere erhöht. Bereits 1998 gab es die Japan

Open, die ein paar Monate vor der Weltmeisterschaft die Gelegenheit zu einem ersten Leistungstest der Roboter boten. Im Jahr 2001 kamen die German Open hinzu, 2003 die American Open und noch ein Jahr später die Australian Open. Manche Länder wie China organisierten nationale Meisterschaften. Wie viele Turniere in Eigenregie veranstaltet werden, in Schulen, Hochschulen oder auch Buchläden, wie kürzlich in der Hamburger Lehmanns-Filiale, weiß niemand.

Entscheidend für diesen Erfolg dürfte die klare Zielvorgabe sein, die den RoboCup letztlich zu einem auf mehrere Generationen angelegten Forschungs- und Entwicklungsprojekt macht: Bis zum Jahr 2050 soll ein Team humanoider Roboter in der Lage sein, den amtierenden Fußballweltmeister zu schlagen.

Tempo, Tempo!

Zehn Jahre nehmen in diesem Zeitrahmen genügend Platz ein, um schon einige Entwicklungslinien erkennen zu lassen. Die prägnanteste betrifft das Tempo. Wer regelmäßig die RoboCup German Open besucht hat, konnte beobachten, wie die Roboter von Jahr zu Jahr immer schneller wurden. Das betrifft nicht nur die Geschwindigkeit, mit der sie sich auf dem Platz bewegen, sondern die Schnelligkeit, mit der sie sich orientieren, den Ball finden und sich für Aktionen entscheiden.

Das Spiel wurde auch vielfältiger. Die Roboter lernten, um Verteidiger herumzudribbeln, schossen hohe Bälle und können mittlerweile aus Standardsituationen heraus sehr präzise Pässe spielen. Immer größere Spielfelder und immer schwierigere Lichtverhältnisse konnten

sie allenfalls vorübergehend ins Stocken bringen.

Die Roboter selbst wurden ebenfalls vielfältiger. Zu den rollenden Kickmaschinen gesellten sich zunächst die Vierbeiner, dann die Zweibeiner. Die wiederum wurden im Lauf der Zeit immer größer. Während die kleinen Roboter der Kid Size mittlerweile sehr schnell zum Ball laufen und sich nach Stürzen innerhalb von Sekunden wieder aufrichten, bewegen sich ihre großen Geschwister von der Teen und Adult Size derzeit noch etwas vorsichtiger. Doch auch hier ist der Trend zu größerer Geschicklichkeit und Robustheit unübersehbar.

Der RoboCup beschränkt sich schon lange nicht mehr auf Fuß-

ball. Um das Spielfeld herum haben sich neue Wettbewerbe etabliert. Hier werden Fähigkeiten getestet, die beim Kampf ums runde Leder weniger gefordert, für einsatzreife Roboter gleichwohl unverzichtbar sind.

In der Rescue League etwa konnten die Zuschauer der German Open beobachten, wie die Roboter im Lauf der Jahre immer besser mit unstrukturierten Umgebungen zurechtkamen. Mehr und mehr wurde hier die Navigation von Fernsteuerung auf autonome Funktionen verlagert, immer präziser wurden die automatisch erstellten Umgebungskarten, die Rettungskräften die Positionen von Überlebenden in einer simulierten Katastrophenumgebung anzeigen sollen.

Besonders rasant entwickelte sich die Liga RoboCup@home, bei der die autonome Orientierung in einer Wohnumgebung und die Interaktion zwischen Mensch und Roboter im Vordergrund steht. Seit 2006 erst wird dieser Wettbewerb ausgetragen, doch auch nach dieser kurzen Zeit ist schon zu erkennen, wie der sportliche Wettstreit hilft, Stärken und Schwächen der Technologien zu identifizieren, Forschungsfragen schärfer zu formulieren und der weiteren Entwicklung eine Richtung zu geben.

Augenfällig ist der sinkende Altersdurchschnitt der Teilnehmer, deren Zahl beim Nachwuchswettbewerb RoboCup Junior stetig stieg. Die Verbindung

von Robotik und sportlichem Wettkampf hat sich als ausgesprochen wirkungsvolles Instrument erwiesen, um Kinder und Jugendliche an technische und naturwissenschaftliche Themen heranzuführen. An diesem Erfolg dürfte die Verknüpfung des Juniorwettbewerbs mit den Ligen der erwachsenen Forscher einen entscheidenden Anteil haben, gibt sie den Schülerinnen und Schülern doch das Gefühl, in ein größeres Projekt eingebunden zu sein. Wer heute am RoboCup Junior teilnimmt, hat realistische Chancen, in knapp 40 Jahren vielleicht den zukünftigen Fußballweltmeister zu programmieren. Wo sonst gibt es ein pädagogisches Projekt, das solche Perspektiven erschließt?

Feierlaune

c't sprach mit Ansgar Bredenfeld, Sprecher des deutschen RoboCup Komitees und Chairman der RoboCup German Open, anlässlich der 10. RoboCup German Open, die Ende März in Magdeburg stattfinden, über zehn Jahre Roboterfußball in Deutschland.

c't: Herr Bredenfeld, Ende März finden zum zehnten Mal die „RoboCup German Open“ statt. Runde Geburtstage werden entweder groß gefeiert oder komplett ignoriert. Wonach steht Ihnen der Sinn bei diesem Jubiläum?

Ansgar Bredenfeld: Irgendetwas dazwischen. Natürlich sind zehn Jahre RoboCup German Open ein guter Anlass, um zurückzublicken und sich zu vergegenwärtigen, wie sich die Veranstaltung entwickelt hat. Auf der anderen Seite stellt sich die Frage, wie es weitergeht. Das ist schon ein ganz schönes Spannungsverhältnis.

c't: Was bringt Sie denn eher zum Feiern?

Bredenfeld: Ich denke, dass es mit den German Open gelungen ist, die RoboCup-Aktivitäten in Deutschland nachhaltig zu stabilisieren, insbesondere bei jungen Menschen. RoboCup Junior ist ein Technologiewettbewerb, bei dem Schülerinnen und Schüler

sich auf hohem Niveau mit Technik beschäftigen und Spaß dabei haben. Auf diesem Gebiet der Nachwuchsförderung hat der RoboCup einen wichtigen Beitrag geleistet.

c't: Und in welchen Momenten denken Sie daran, den runden Geburtstag lieber zu ignorieren?

Bredenfeld: RoboCup ist sicherlich ein sehr dynamischer Wettbewerb. Die verschiedenen Ligen haben sich in den letzten Jahren ständig verändert. Es sind neue hinzugekommen, andere sind an technische Grenzen gestoßen und für Forschungsfragen vielleicht nicht mehr ganz so interessant. Manche Roboterplattformen, mit denen früher gearbeitet wurde, sind heute gar nicht mehr auf dem Markt. Das plakativste Beispiel dafür sind die vierbeinigen Aibos. Heute gibt es nur noch Ligen für Zweibeiner. Das ist also ein sehr dynamisches Umfeld, bei dem kaum Vorhersagen für die kommenden Jahre möglich sind. Wie der RoboCup in 20 Jahren aussieht, ob es ihn dann überhaupt noch gibt, weiß niemand.

c't: Ich denke, wir müssen gar nicht so weit in die Zukunft schauen. Sind diese ständigen Veränderungen nicht schon im jährlichen Rhythmus für die Organisation der Turniere eine Herausforderung?

Bredenfeld: Wir haben in jedem Jahr eine etwas modifizierte organisatorische Aufstellung bei den German Open gehabt. Ein Planungshorizont von beispielsweise drei Jahren ist da gar nicht möglich, das geht tatsächlich nur von Jahr zu Jahr. Das kann durchaus auch Vorteile haben. Aber eine langfristige, auch finanzielle Absicherung der Veranstaltung ist dadurch natürlich sehr schwierig.

c't: Was macht für Sie ein erfolgreiches RoboCup-Turnier aus?

Bredenfeld: Die German Open haben zwei Funktionen. Im Juniorbereich dienen sie der Qualifikation für die Weltmeisterschaft. Für die Schülerteams geht es also um etwas. Daher ist mir besonders an einem neutralen, fairen Wettbewerb gelegen, bei dem wirklich die besten Teams gewinnen. Im Majorbereich dagegen, bei den For-

schungsteams, sind die German Open ein Testturnier, bei dem die neuen Regeln erprobt werden. Das ist immer wieder eine herausfordernde Situation, wenn etwa zum ersten Mal neue Spielfelder aufgebaut werden. Keiner weiß genau, ob die Regeländerungen wirklich funktionieren werden. Im Rückblick lässt sich allerdings sagen, dass dieser Schritt ins Neue eigentlich immer gut bewältigt wurde.

c't: Welche Rolle spielt da der Austausch mit den RoboCup Open auf anderen Kontinenten?

Bredenfeld: Die German Open sind seit zehn Jahren die größte europäische Veranstaltung und haben eigentlich den Charakter einer Europameisterschaft. Daneben gibt es kleinere Turniere, dieses Jahr etwa die Mediterranean Open mit nur einer Liga. Außerdem werden auch dieses Jahr wieder Japan Open und Iran



Die wohl markanteste Veränderung im Roboterfußball über die Jahre ist das sich stetig steigende Tempo der Spieler.



Die Spiele der vierbeinigen Roboter sind mittlerweile bereits eine abgeschlossene Episode. Hier eine Szene von den RoboCup German Open 2007.

Open ausgetragen. Die liegen aber zeitlich so dicht beieinander, dass ein unmittelbarer Erfahrungsaustausch kaum möglich ist. Wichtig ist es, die Veranstaltungen so zu legen, dass sie sich nicht gegenseitig das Wasser abgraben. Die Forschungsteams haben nicht die Ressourcen, um jedes Turnier zu besuchen. Es gibt daher auch Überlegungen die RoboCup-Weltmeisterschaften nur alle zwei Jahre auszutragen und die kontinentalen und regionalen Open dazwischen zu legen. Die Diskussion ist aber noch im Gange. Im Juniorbereich könnte der RoboCup durch so eine Regionalisierung sicherlich noch flächendeckender verankert werden.

c't: Der RoboCup Junior scheint im Verlauf der vergangenen zehn Jahre ohnehin an Bedeutung gewonnen zu haben.

Bredenfeld: Die Juniorwettbewerbe sind auf jeden Fall stark gewachsen. Mittlerweile kommen zu den German Open über 200 Teams aus 60 Standorten im gesamten Bundesgebiet. Es zeigt sich auch, dass die Gruppen, die teilnehmen, lange dabei bleiben. Die Lehrer sehen im RoboCup also offenbar ein Instrument, mit dem Schüler längerfristig für die Beschäftigung mit Technik gewonnen werden können. Viele Schulen, Institutionen oder Vereine nehmen über die Jahre sehr konstant teil. Die Rate der Neueinsteiger ist demgegenüber geringer. Das kann damit zusammenhängen, dass Lehrer, die zum ersten Mal ein RoboCup-Turnier besuchen, ihren Schülern nicht zutrauen, da mit-

halten zu können. Auch um so eine unnötig hohe Schwelle zu vermeiden, ist es nötig, den Wettbewerb noch stärker in den Regionen und in den Schulen zu installieren.

c't: Was tun Sie bei den German Open selbst, um die Eingangsschwelle niedrig zu halten?

Bredenfeld: Es wird an den beiden ersten Wettbewerbstagen ein spezielles Schnupperangebot für Einsteiger geben, bei dem Schulen aus der Region teilnehmen können. Hier können Schülerinnen und Schüler einfach mal ein Gefühl dafür bekommen, was es bedeutet, einen Roboter zu programmieren und was es für verschiedene Aufgaben gibt. Generell haben wir die Beobachtung gemacht, dass der



Im Lauf der Jahre ist der RoboCup immer jünger geworden, ohne die einzigartige Mischung der Generationen und die Verbindung von Forschung und Lehre aufzugeben.

Besuch eines Wettbewerbs, das Live-Erlebnis mit all der Begeisterung der Teilnehmer, die Motivation, selbst einmal teilzunehmen, enorm steigert. Man muss das wirklich selbst mal gesehen haben. Das Gleiche gilt auch für Vertreter von Unternehmen, die man als Sponsor gewinnen möchte. Wenn sie den RoboCup einmal vor Ort selbst erlebt haben, verstehen sie sehr viel besser, was dort eigentlich geschieht.

c't: Wie finden Sie bei so einem Turnier die richtige Balance zwischen den Juniorwettbewerben und den Ligen der Erwachsenen? Findet ein Austausch zwischen den Generationen statt?

Bredenfeld: Vom Konzept her sind die Ligen im RoboCup Junior an den Themen orientiert, die auch bei den Major Leagues zu sehen sind. Ich denke schon, dass die Schüler in ihren Pausen auch mal in die andere Halle gehen und sich anschauen, mit was für Robotern dort gearbeitet wird und was für Forschungsfragen im Mittelpunkt stehen. Bei Umfragen hat sich immer wieder ergeben, dass das Miteinander der Generationen als absolute Bereicherung angesehen wird.

c't: Wechseln viele Juniorteilnehmer später zu den Majors?

Bredenfeld: Dazu gibt es bisher keine systematische Untersuchung, aber einige Beispiele sind mir bekannt. Wir versuchen in

diesem Jahr, durch die Befragung von Teambetreuern bei der Anmeldung etwas mehr über den Werdegang von Teilnehmern zu erfahren. Aber diese Effekte verdienen es, gründlicher untersucht zu werden. Das wäre eine Fragestellung für ein eigenes Projekt. Aufgrund meiner Kenntnis von Einzelbiografien bin ich davon überzeugt, dass die Teilnahme am RoboCup Junior dazu motiviert, sich für ein naturwissenschaftliches Studium zu entscheiden. Die älteren Teilnehmer in den Major Leagues wiederum lernen enorm viel durch die langfristig angelegte Arbeit im Team, gerade die sogenannten soft skills. In beiden Fällen wirkt sich die Faszination mobiler Roboter sehr stark auf die Motivation aus.

c't: Sie haben jetzt die Bedeutung des RoboCup für die Lehre hervorgehoben. Es geht aber auch um Forschung. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) hat deutsche RoboCup-Teams über ein Schwerpunktprogramm sechs Jahre lang gefördert. Haben sich die Gewichte jetzt dauerhaft in Richtung Lehre verschoben oder könnte es zukünftig neue Forschungsprogramme geben?

Bredenfeld: Das Schwerpunktprogramm hat von 2001 bis 2007 zwölf Forschungsprojekte an Universitäten und Forschungsinstituten gefördert. Die Erfolge deutscher Teams bei RoboCup-Turnieren haben sicherlich viel mit dieser Förderung zu tun. Selbst vier Jahre nach Abschluss des Programms sind viele Teams immer noch dabei. Manche mögen aber aufgrund des Wegfalls der Forschungsförderung ihre RoboCup-Aktivitäten stärker auf die Lehre ausgerichtet haben, etwa in Gestalt von Graduiertenkollegs. Insgesamt würde ich vermuten, dass der Anteil der Lehre beim RoboCup heute höher ist als vor zehn Jahren.

c't: Liegt eine Stärke des RoboCup vielleicht gerade darin, durch einen spielerischen Zugang zur Technik und die Mobilisierung kindlicher Kreativität Erkenntnisse zu ermöglichen, die im disziplinierten Wissenschaftsbetrieb sehr viel schwieriger zu realisieren wären?

Bredenfeld: Das kann schon sein. Es ist auf jeden Fall ungeheuer beeindruckend zu sehen, was für

ausgefeilte Roboter hier von reinen Informatikerteams gebaut werden. Spezialisierte Mechatroniker könnten das sicherlich im Einzelfall noch besser, aber die Ergebnisse, die beim RoboCup mit beschränkten Ressourcen

anwendungsorientierten Ligen zu geben. Das sind neben den Service- und Rettungsrobotern jetzt auch industrielle Einsatzszenarien, wie sie in der Festo Logistics League aufgegriffen werden. Hier sind die Regeln noch einmal

„Die Teilnahme am RoboCup Junior motiviert, sich für ein naturwissenschaftliches Studium zu entscheiden.“

und in kurzer Zeit erzielt werden, sind erstaunlich. Ich wüsste kein vergleichbares Format, wo so etwas mit ähnlicher Begeisterung und Spaß umgesetzt würde. Von kaum zu überschätzender Bedeutung für das zukünftige Berufsleben ist zudem die Erfahrung der Arbeit im Team.

c't: Was waren für Sie die Höhepunkte bei den RoboCup German Open der zurückliegenden zehn Jahre?

Bredenfeld: Explizite Höhepunkte gab es eher nicht. Die Veranstaltung ist kontinuierlich gewachsen und hat dabei ihre Austragungsorte gewechselt. Das Heinz Nixdorf Museumsforum in Paderborn war nach ein paar Jahren zu klein, sodass wir eine größere Fläche suchen mussten und für drei Jahre auf der Hannover-Messe fanden. Das war auch vom Umfeld her eine interessante Positionierung für den RoboCup. Mittlerweile sind die German Open zu einer Veranstaltung geworden, die in Magdeburg eigenständig zwei Messehallen mit über 1000 Teilnehmern füllen kann und in der Fachwelt und in den Medien beachtet wird.

c't: Wie lässt sich in Zukunft die Balance zwischen den verschiedenen Ligen und den damit verbundenen wissenschaftlichen Fragestellungen gewährleisten?

Bredenfeld: Da bin ich zuversichtlich, dass die RoboCup Community so kreativ ist, auf neue Fragen mit neuen Wettbewerben zu reagieren. Das hat die RoboCup@home League sehr gut gezeigt. Dieser Wettbewerb für Haushaltsroboter wurde von vornherein so konzipiert, dass er sich ständig verändern und wachsen kann. Das wurde von den Teams sehr positiv wahrgenommen. Es scheint einen Trend weg vom Fußball zu den mehr

überarbeitet worden und wir haben diesmal schon vier teilnehmende Teams.

c't: Welche Bedeutung hat heute das Jahr 2050 für den RoboCup?

Bredenfeld: Bis dahin mit humanoiden Robotern gegen den amtierenden Fußballweltmeister gewinnen zu können, ist nach wie vor das langfristige Ziel des RoboCup. Ob das wirklich erreicht wird, ist aber gar nicht so entscheidend. Wichtig ist, dass auf dem Weg dorthin Dinge entwickelt werden, die das Leben für die Menschen sicherer und angenehmer machen und von Schülern und Studenten Kompetenzen erworben werden, die sie in die Lage versetzen, im Team komplexe technische Systeme für Menschen zu entwerfen und damit Antworten auf zukünftige technische Herausforderungen geben zu können. Diese Effekte halte ich für deutlich relevanter als den WM-Titel in 39 Jahren.

c't: Ist das Ziel im Verlauf der letzten zehn Jahre näher gerückt – oder in größere Ferne?

Bredenfeld: Ich denke, es ist näher gekommen. Sehen Sie sich nur an, was bis jetzt schon gelungen ist. Vor zehn Jahren hatten wir noch gar keine Zweibeiner, heute werden sie schon ganz routiniert programmiert. In Zukunft werden neue Werkstoffe verfügbar sein. Insofern erscheint mir der Titelgewinn durch Roboter heute erreichbarer als vor zehn Jahren.

c't: Werden Sie auch in zehn Jahren noch die RoboCup German Open organisieren?

Bredenfeld: Das hängt von vielen Randbedingungen ab. Solange meine Person dort etwas bewirken kann, werde ich mich dafür einsetzen. Auf jeden Fall hoffe ich, dass die zehnten RoboCup German Open nicht die letzten sind. (jk) **ct**

Anzeige