

# Vom SPURT-Mobil zu autonomen Robotern

Birgit Krumpholz, Steffen Prüter, Frank Golatowski, Hartmut Pfüller

Institut für Angewandte Mikroelektronik und Datentechnik

Universität Rostock

Richard-Wagner-Str. 31

18119 Rostock

birgit.krumpholz@uni-rostock.de

frank.golatowski@uni-rostock.de

**Abstract:** Anhand von Robotik-Projekten wird ein in unserer Unterrichtspraxis inzwischen bewährter Weg aufgezeigt, den Lernenden ein durchgehend attraktives (be)greifbares Lernobjekt und den Lehrenden eine nach oben offene Aufgabenstellung zu offerieren. Beginnend bei einer simplen Transistorschaltung eines klassischen Linienfolgers bis hin zu einem programmgesteuerten autonomen Roboter-Modell werden verschiedene Szenarien und Lehrmittel vorgestellt. Unser „rote Faden“ SPURT-Robotik führt dabei über den schulischen und außerschulischen Sekundarbereich bis hin zur erfolgreichen Integration in die universitäre Lehre und endet schließlich in bundesweiten Roboter-Wettbewerben.

## 1 Einleitung

Ausgehend von der Idee, den Jugendlichen die Faszination der Technik nahezubringen, entstand 1998 an der Universität Rostock Jahren SPURT - Schüler-Projekte um Roboter-Technik. SPURT sollte durch den Bau von kleinen mobilen Robotern den SchülerInnen ingenieurtypische Fertigkeiten wie Löten und Programmieren, aber auch den Spaß an der Technik und am Lernen vermitteln. [HP03]

Zur Förderung von an Robotik interessierten Studierenden auf universitärem Niveau wurde im Jahr 2001 das Rostocker RoboCup Team „Cool RUNners“ gegründet. Langfristiges Ziel ist es, leistungsfähige autonome Roboter zu entwickeln und an internationalen Meisterschaften in der Liga der fußballspielenden Roboter teilzunehmen. Die hierbei abzusichernden Aufgabengebiete setzen sich aus dem Maschinenbau (Konstruktion der Roboter), der Elektrotechnik (Mikrocontrollersteuerung) und der Informatik (Entwicklung künstlicher Intelligenz und Bilddatenverarbeitung) zusammen.

## 2 SPURT

### 2.1 Aufgabenstellung

In SPURT-Projekten besteht die Aufgabe darin, einen kleinen autonomen Roboter zu bauen, der entgegen dem Uhrzeigersinn einen schwarz-weißen Parcours abfährt. Die einzigen Restriktionen hierbei bestehen darin, dass keine Fernsteuerung und keine externe Energieversorgung eingesetzt werden darf.

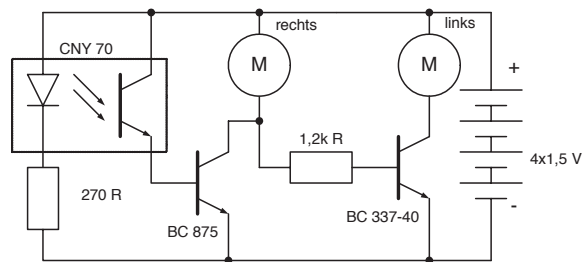
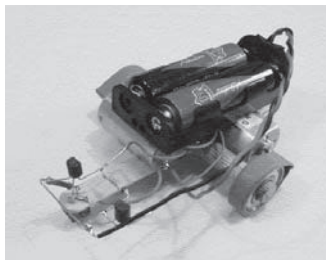


Abbildung 1: SPURT-Mobil

Abbildung 2: SPURT-Schaltung

Die Aufgabenstellung ist bewusst sehr offen gestaltet, um bei der konstruktiven Lösung dieses klassischen Linienfolgers (Abbildung 1) und seiner thematischen Einbettung in verschiedene Unterrichtsfächer einen breiten Spielraum zuzulassen. Für das einfache SPURT-Mobil werden lediglich 5 Elektronik-Bauteile benötigt (Abbildung 2). Es sind mechatronikorientierte (komplett self-made) aber zugleich auch überwiegend informatikorientierte Lösungen (programmierbare Fertigbausätze) möglich.

### 2.2 Lehr- und Lernmaterialien

Die durch uns angebotenen Szenarien und Materialien verstehen sich als Kombination von Elementen herkömmlichen schulischen Unterrichts (Tutorien, Projektunterricht) mit denen des E-Learning (Bauanleitung nach WWW-Seite, Email-Support, WIKI). Es wird großer Wert darauf gelegt, nicht nur Faktenwissen zu vermitteln, sondern darüber hinaus auch Team- und Problemlösefähigkeit der Lernenden zu entwickeln. Bei den SPURT-Projekten liegt somit der Schwerpunkt aus unserer Sicht in dem eigentlichen Lernprozess und in der Handlungsorientierung.

Die Handreichungen „SPURT - Technik gestalten“ [TG02] bilden die technikdidaktische Grundlage für die Robotik-Projekte. Sie schaffen vor allem mit den fachpraktischen Hinweisen (Schaltungen, Arbeitsblätter, Arbeitsphasengestaltung) eine solide Basis für einen projekt- und gestaltungsorientierten Unterricht. Von Pädagogen erstellte Erfahrungsberichte aus der schulischen Praxis verdeutlichen den Lesenden die Möglichkeit der erfolgreichen Integration von technisch orientierten Projekten in klassische Unterrichtsfächer, aber auch in Facharbeitsgemeinschaften.

Die SPURT-Webseite <http://spurt.uni-rostock.de> bietet umfangreiche Informationen wie Bauanleitungen, Schaltungen, einem Beispielbestellschein, Bildmaterial, interessante Links und Hinweise zu weiteren Tätigkeiten (z.B. Kleben, Einstiegsexperimente). Die für kurze Zugriffszeiten optimierten Seiten sind mit üblichen Webbrowsern oder Office-Software zu benutzen. Ergänzend dazu existiert als Kommunikations- und Präsentationsplattform das SPURT-Wiki <http://wiki.e-technik.uni-rostock.de/spurt/>.

Frei im Internet verfügbare Programmiermanuals [MO99] oder Bauanleitungen (z.B. „Brotbrettschaltungen“ wie in <http://www.b-kainka.de/>) binden wir regelmäßig in die durch uns betreuten Kurse ein. Dies trifft für auch für vorbereitende oder weiterführende Arbeiten wie Löturse oder Bauanleitungen für einfache BEAM-Roboter [JD01] zu.

Regionalen Schulen können wir einen „mobilen Werkstattbedarf“ (LötKolben, Multimeter, Zangen etc.) sowie LEGO Mindstorms Baukästen zur Verfügung stellen.

### **2.3 Formel SPURT - Der Bundesausscheid**

Die Universität Rostock ruft gemeinsam mit dem Ministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur Mecklenburg-Vorpommern regelmäßig zur Teilnahme am bundesweit ausgeschriebenem Formel SPURT auf. Dieser Wettbewerb dient der Präsentation der Projektarbeit, zugleich aber auch der Motivation und Evaluierung.

In den 3 Kategorien (ohne Controller, Fertigbausätze, mit Controller) wird bei Bedarf nach dem Alter unterschieden. Jeder Roboter muss nach einem fliegenden Start den Parcours schnellstmöglich abfahren. Die bessere mittels Lichtschranke gemessene Zeit zweier voneinander unabhängiger Durchläufe wird dann gewertet. Tuning-Maßnahmen sind während des Rennens erlaubt. Der Wettbewerb wird live im Internet übertragen.

## **3 Von der Schule in die Universität**

Der Übergang von der Schule in nachfolgende Bildungsbereiche ist für viele Jugendliche ein harter Schnitt, denn Lehr- und Lernarrangements unterliegen starken Veränderungen. Regelmäßig betreute Robotik-Projekte entschärfen diese Problematik, sind für die Technik- und Informatik-Lehre sehr gut geeignet und wirken zugleich berufsorientierend.

### **3.1 Sekundarbereich I und II**

Unsere Offerten für den Sekundarbereich umfassen SchülerInnenpraktika, die Betreuung von Wahlpflichtkursen, die Gestaltung von Projekttagen und auch Lehrerfortbildungen. Ein Szenario ist der Löturs mit gleichzeitiger Vermittlung der physikalisch-technischen Grundlagen von Standard-Transistorschaltungen. Nach dem Bau des einfachen Modells (Abbildung 1) schließt sich im zweiten Schritt die aus konstruktiver Sicht schnellere und einfachere, jedoch programmtechnisch aufwändigere Lösung mit LEGO und der Programmiersprache NQC (C-ähnliche Programmiersprache) bzw. weitergehend C oder JAVA für den Informatikbereich an.

### **3.2 Außerschulische Aktivitäten als Schnittstelle**

Als Fortführung und Ergänzung der schulischen Arrangements wird die hier besprochene Thematik regelmäßig auf höherem Niveau in weiteren Bildungsangeboten vermittelt oder beratend betreut. Exemplarisch stehen hierfür die einwöchigen Summer Schools für den Sekundarbereich II, die Patenschaft für einen Erfinderklub und die Betreuung einer „Jugend forscht“-Arbeit unter der RoboCup-Thematik.

Für die stärker an Technik und Informatik interessierten vorgebildeten TeilnehmerInnen (nur Sekundarbereich II) werden Tagesveranstaltungen (z.B. zur Künstlichen Intelligenz) organisiert. Des Weiteren nutzen wir universitäre Aufgabenstellungen (z.B. Chip-Design), um die potentiellen Studierenden mit hardwarenaher Programmierung und dem wissenschaftlichen Arbeiten vertraut zu machen.

### **3.3 RoboCup und seine curriculare Einbindung an der Universität Rostock**

Zur Vergleichbarkeit von Forschungsergebnissen der künstlichen Intelligenz und der autonomen mobilen Roboter sowie angrenzender Forschungsfelder existiert der internationale Wettstreit RoboCup (Robot World Cup Initiative). Fächerübergreifende Kenntnisse der Elektrotechnik/Elektronik, des Maschinenbaus und der Informatik sind speziell in der für uns interessanten Small Size Liga (Soccer) notwendig, um diese Herausforderung erfolgreich lösen zu können. Da sich mobile Roboter erfahrungsgemäß gleichermaßen gut für Lehre und Forschung eignen [RP97], wurde das Projekt „Cool RUNners“ [COOL] an der Universität Rostock initiiert.

Das Rostocker Team besteht aus MitarbeiterInnen, Studierenden und zwei Schülern. In ausgewählten Lehrveranstaltungen wird das notwendige KnowHow für das RoboCup-Projekt vermittelt. Studentische Vorträge begleiten dabei die Vorlesungen. In Projektseminaren werden Teilprobleme herausgearbeitet, woraufhin die Studierenden selbständig Lösungen erarbeiten. Weiterhin werden Aufgaben als freiwillige studentische Arbeiten vergeben. Bekommt ein Studierender ein spezielles Aufgabengebiet übertragen, übernimmt er damit auch die volle Verantwortung. Dies fördert die Motivation und den Teamgeist aller Mitstreiter. Bis zur vollkommen eigenständigen Bearbeitung der fächerübergreifenden Aufgaben durch die Studierenden wird allerdings im Durchschnitt eine Einarbeitungszeit von 6 Monaten benötigt.

Nach unseren Erfahrungen ist es günstig, Studienarbeiten (wie z.B. [MK05], [DS02], [PD04]) erst nach den Grundlagenvorlesungen wie z.B. „Mikrocontroller“ zu vergeben. Der zur Verfügung stehende Bearbeitungszeitraum sollte nicht zu knapp bemessen sein, da Probleme wie Feintuning oder das Zusammenspiel mit anderen maschinenbaulichen Komponenten einen erheblichen Einfluss auf das individuelle Zeit- und zugleich auch auf das gesamte Teammanagement haben.

Zur Einbeziehung der beiden Schüler innerhalb des Software Engineering erwies sich der Bereich Simulation als Erfolg versprechend. So wurde eine netzwerkfähige Testumgebung für fußballspielende Roboter (Simulation der Strategie) durch die Schüler entwickelt.

## 4 Zusammenfassung

Robotik-Projekte bieten in schulischen und außerschulischen Lernszenarien sowie in der universitären Lehre eine Vielfalt von Lernarrangements und verbinden Theorie und Praxis auf eine für die Lernenden und Lehrenden äußerst attraktive Art und Weise. Die Qualität der Technik- und Informatik-Ausbildung wird somit erhöht. Hinlänglich bestätigt wird von PädagogInnen der positive Einfluss des Wettbewerbsgedanken zur Motivation der Lernenden [GD03]. Eine fachliche Kooperation von Schule und Universität wird seitens der PädagogInnen als sehr hilfreich empfunden und gewünscht.

Universitäre Robotik-Projekte lassen eine Integration Studierender in vielfältiger Weise zu. Dabei reicht die Spannbreite von klassischen Vorlesungen zur Grundlagenvermittlung über die Herauslösung von Teilproblemen in Studienarbeiten bis hin zur festen Teammitgliedschaft mit der Übernahme von Alleinverantwortungen. Der günstigste Einstiegspunkt für die Studierenden ist hierbei der Beginn der Vertiefungsrichtungen bzw. nach dem Vordiplom.

Das Bildungsprojekt „Faszination Technik“ betreute SPURT in den Jahren 2002 - 2004 und wurde durch das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie unter dem Förderkennzeichen 03I4903 gefördert.

## Literaturverzeichnis

- [COOL] CoolRUNners Internet-Seite: <http://robocup.e-technik.uni-rostock.de/>
- [DS02] Schröder, D.: Modellierung und Implementierung des Verhaltens mobiler autonomer Roboter mit UML. Diplomarbeit, Universität Rostock, 2002
- [GD03] Deyke, G.: Zur Bedeutung und Realität des SPURT-Wettbewerbes aus der Sicht einer vernetzten Schule. In: Berufliche Schulen beflügeln die Region. Bd. II, S. 23-45. ISBN 3-86009-280-4, Rostock, 2003
- [HP03] Pfüller, H.: Der SPURT-Wettbewerb und seine Bedeutung aus der Sicht der Universität. In: Berufliche Schulen beflügeln die Region. Bd. II, S. 13-22. ISBN 3-86009-280-4, Rostock, 2003
- [HP05] Pfüller, H., Krumpholz, B.: Faszination Technik - Ausbildungsoffensive des InnoRegio Nukleus. Abschlussbericht, BMBF, FKZ: 03I4903, Rostock, 2005
- [JD01] Demers, J.: Beetle robot tutorial. [http://members.tripod.com/robomaniac\\_2001](http://members.tripod.com/robomaniac_2001)
- [MK05] Koch, M.: Entwicklung und Implementierung eines Moduls zur Energieüberwachung im RoboCup. Großer Beleg, Universität Rostock, 2005
- [MO99] Overmars, M.: Programmieren von Lego Mindstorms-Robotern mit NQC. Department of Computer Science Utrecht University, Deutsche Übersetzung von Martin Breuner, Bad Mergentheim, 1999
- [PD04] Danielis, P.: Aufbau und Optimierung eines Algorithmus zur Objekterkennung. Bachelor, Universität Rostock, 2004
- [RP97] Pfeifer, R.: Teaching powerful ideas with autonomous mobile robots. Journal of Computer Science Education, No.7, S. 161-186, 1997
- [TG02] Autorenteam: SPURT - Technik gestalten. Institute tb und MD am Fachbereich ETIT, ISBN 3-86009-230-8, Rostock, Juli 2002