

Klaus Kuhnt

## Ein Robotermodell für den Unterricht

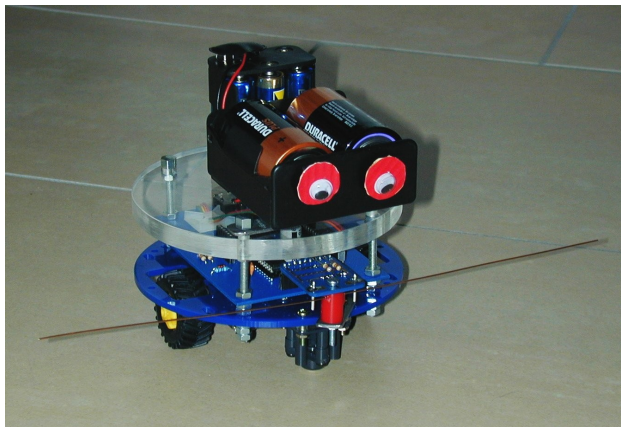
### Vorstellung einer fachpraktischen Arbeit

Im Rahmen einer fachpraktischen Arbeit entstand an der Pädagogischen Hochschule Freiburg ein einfaches Robotermodell auf Microcontroller-Basis für den Einsatz im Technikunterricht.

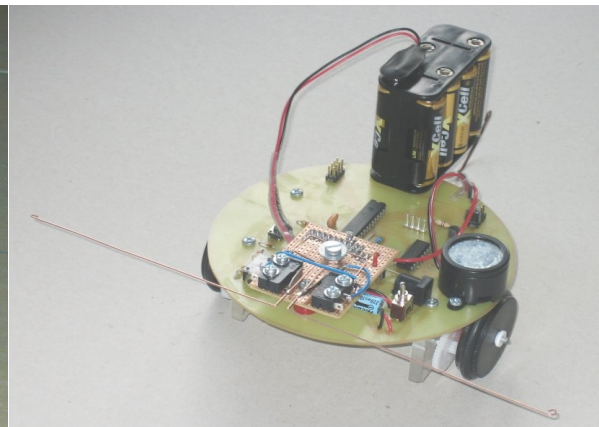
Auf eine ausführliche technische Dokumentation des Robotermodells wird in diesem Aufsatz verzichtet. Diese ist auf der Webseite der DGTB zu finden.

### Das Modell

Das Robotermodell besteht aus einem Microcontroller mit entsprechender Programmierschnittstelle und funktionsgebundenen (Motorsteuerung) sowie funktionsungebundenen Ein-/Ausgängen. Zur Ansteuerung der Motoren steht ein H-Brücken-Motortreiber zur Verfügung und erlaubt die logische Ansteuerung aller Motorenfunktionen über ein 4-Bit breites Befehlsmuster an den Microcontrollerausgängen. Die nicht für die Motorsteuerung benötigten Ein-/Ausgänge sind frei für andere Aufgaben zu verwenden und werden über Steckleisten herausgeführt. In den frühen Prototypen war die Platine selbst das strukturelle Tragelement, an dem die Getriebehalter mit Motoren und Rädern befestigt wurden. Inzwischen haben Stabilitätsüberlegungen zur Verwendung eines kommerziell erhältlichen Fahrwerks mit Montageplatte und einer soliden Abdeckplatte aus Acrylglas geführt.



*Bild 1: aktuelles Robotermodell*



*Bild 2: Vorläufermodell*

## Microcontroller

Normalerweise werden Programme für Microcontroller in hierfür angepasste Entwicklungsumgebungen geschrieben, kompiliert und dann als ausführbarer Maschinencode in den Prozessor geschrieben. Je nach verwendetem Typ benötigt man hierzu mehrere Programme (Editor, Compiler, Loader). Diese Vorgehensweise mit mehreren Programmen ist allerdings für den Schuleinsatz zu aufwändig, die Programme selbst sind aufgrund ihrer komplexen Struktur in der Regel nicht von Schülern zu bedienen.

Beim verwendeten Microcontroller handelt es sich um einen PICAXE28X, der einen integrierten BASIC Interpreter besitzt. Der BASIC Dialekt ist labelorientiert, verhältnismäßig einfach zu erlernen und beherrscht die Verwendung von Subroutinen. Die Übertragung des Programms übernimmt der kostenfrei erhältliche PICAXE PROGRAMMING EDITOR. Mit einem Mausklick wird das von den Schülern geschriebene Programm syntaktisch überprüft und in den Microcontroller geschrieben.

Der PICAXE28X hat einige interessante Eigenschaften, mit denen sich viele technische Sachverhalte exemplarisch darstellen lassen, z.B. eine Messwerterfassung / AD Wandlung mittels der 4 analogen Eingänge.

## Erweiterung des Microcontrollers zum Roboter

Der Microcontroller ist, vereinfacht gesehen, ein kleiner Computer. Er verfügt über die wesentlichen Komponenten wie Recheneinheit, Speicher, Ein- und Ausgabeschnittstellen. Allerdings kann man hier keine großen Monitore oder gar komplexe Eingabegeräte wie Digitizer, Tastatur und Sketchboard erwarten. Die Eingabe von Informationen erfolgt über analoge bzw. digitale Eingänge (max. 12, davon bis zu 4 analog), die Ausgabe nur über digitale Ausgänge (max. 16).

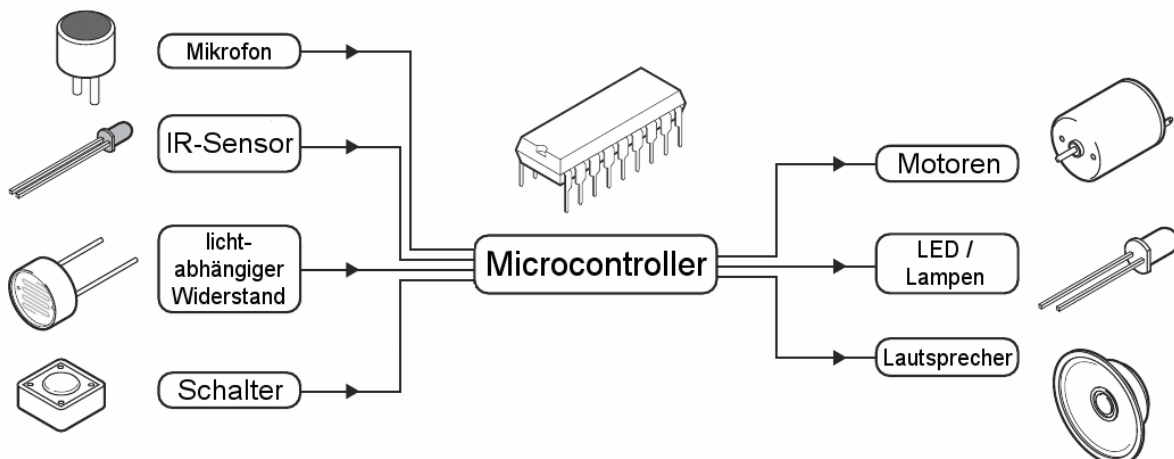


Bild 3: EVA-Modell, modifiziert nach [1]

Die Platine (halbes Euroformat) ist auf ein kommerziell erhältliches Fahrwerk montiert und durch eine Plexiglasplatte vor Manipulationen geschützt.

Die Motoren sind einfache Gleichstrommotoren, was einerseits den technischen Aufwand der Ansteuerung reduziert, auf der anderen Seite aber auch Probleme, insbesondere des Gleichlaufs, verursacht.

Programmiert wird das Robotermodell über ein dreipoliges serielles Kabel (RS232).

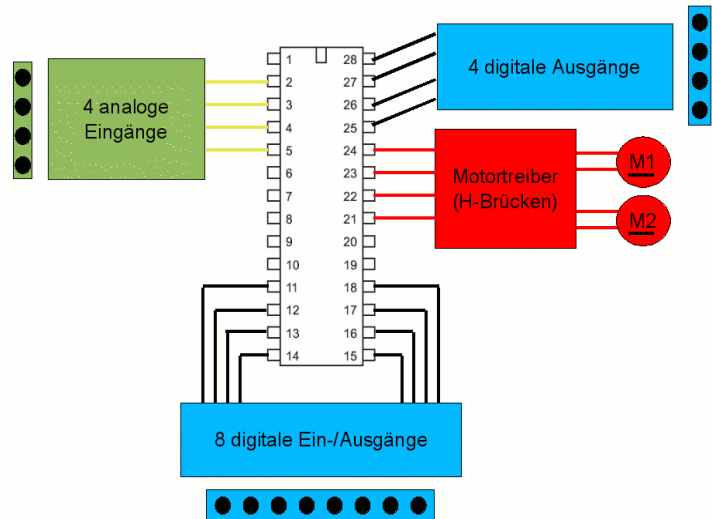


Bild 4: Übersicht Ein-/Ausgänge

Für die Eingabe von Sensorsignalen wurden an der Vorderseite des Robotermodells und an der rechten Seite Pfostenleisten vorgesehen. Für die vordere Leiste existiert eine standardisierte Sensorplatine, mit der einfache eigene Sensoren hergestellt werden können.

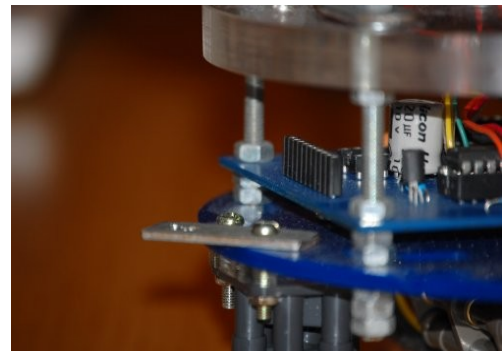


Bild 5: Steckleiste für die Sensorplatine

## Die Software

Von der Firma Revolution Education, die auch den Prozessor vertreibt, wird eine kostenfreie Entwicklungsumgebung angeboten. Dieser erlaubt 3 Möglichkeiten der Programmierung:

- λ textbasierte Programmierung mittels eines einfachen, labelorientierten BASIC-Dialekts
- λ grafische Programmierung durch Erstellung eines Programm-Ablauf-Plans (PAP)
- λ grafische Programmierung durch Verwendung eines Logikplans, bei dem Funktionen durch logische Verschaltung der Eingänge auf die Ausgänge programmiert werden.

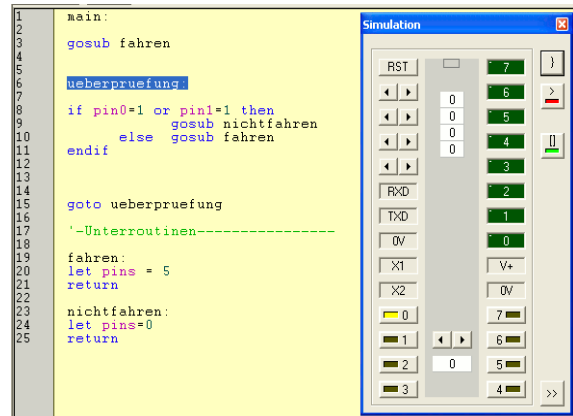


Bild 6: BASIC Editor

Ein Simulationsmodus steht in allen drei Editormodi zur Verfügung und kann sowohl zur durchlaufenden als auch zur schrittweisen Analyse des Algorithmus verwendet werden.

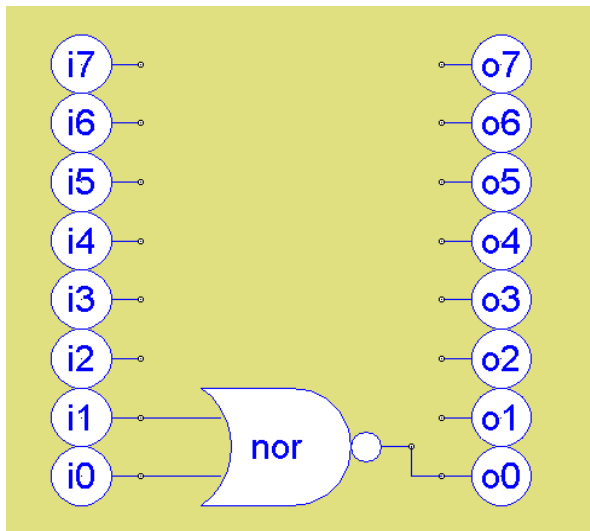


Bild 7: grafischer Editor - Logikplan

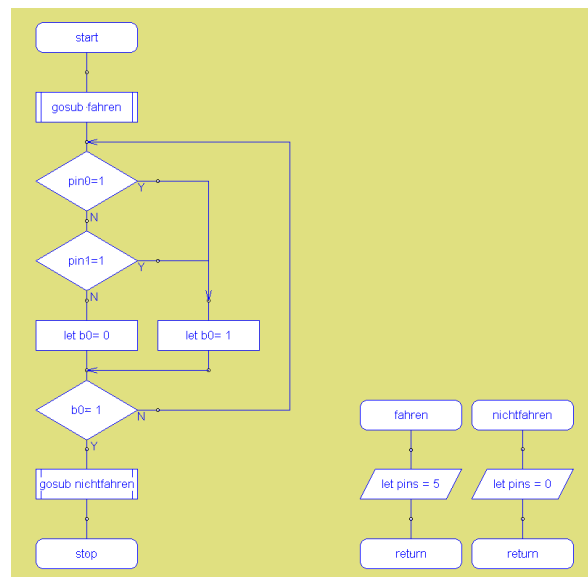


Bild 8: grafischer Editor - PAP

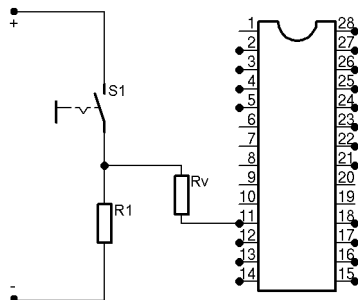
## Entwicklung von Aufgaben

Die Suche nach geeigneten Aufgabentypen orientierte sich am EVA-Modell (Eingabe-Verarbeitung-Ausgabe).

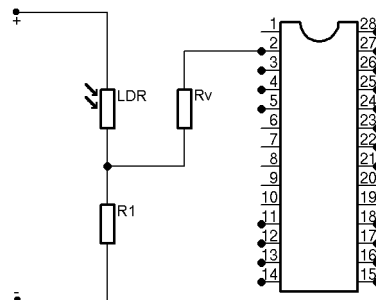
**Eingabe:** Informationen gewinnt ein Roboter durch die Auswertung anwendungsorientierter Sensorik. Die erforderlichen Sensoren zu

bestimmen und auch selbst zu entwerfen ist ein möglicher Ansatz, informationstechnische Inhalte zu transportieren. Der elektrotechnische Hintergrund der Entwicklung solcher Sensoren ist nicht kompliziert, es handelt sich nur um die Erzeugung und Auswertung von Schaltzuständen oder Spannungen.

Grundsaltungen für digitale und analoge Sensoren (Ein-/Ausgänge sind durch einen Punkt gekennzeichnet):



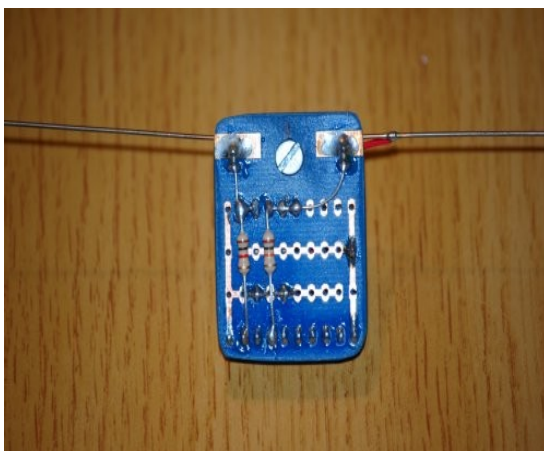
*Bild 9: Grundsaltung digitaler Eingang*



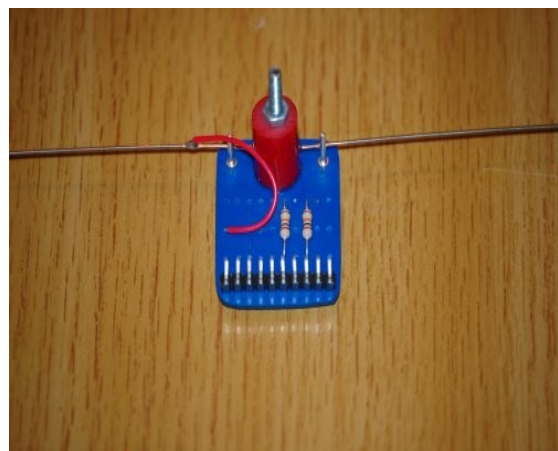
*Bild 10: Grundsaltung analoger Eingang*

Aus diesen Grundsaltungen lassen sich leicht Sensoren für mechanische (Bumper/Whisker) oder optische (Helligkeitssensor mittels LDR, IR-Reflexlichtschranke) Signale herstellen.

Um die Konstruktion zu erleichtern und keine Beschädigungen am Grundmodell zu provozieren wurde eine standardisierte Sensorplatine entwickelt, die es den Schülern erlaubt, die vorgenannten Schaltungen auf elektronischer Ebene zu realisieren. Neben einer kleinen „Matrix“, auf der einfache Schaltungen realisiert werden können, stehen auch +5V und der Massenanschluss zur Verfügung. Die mechanische Ausführung bleibt freigestellt.

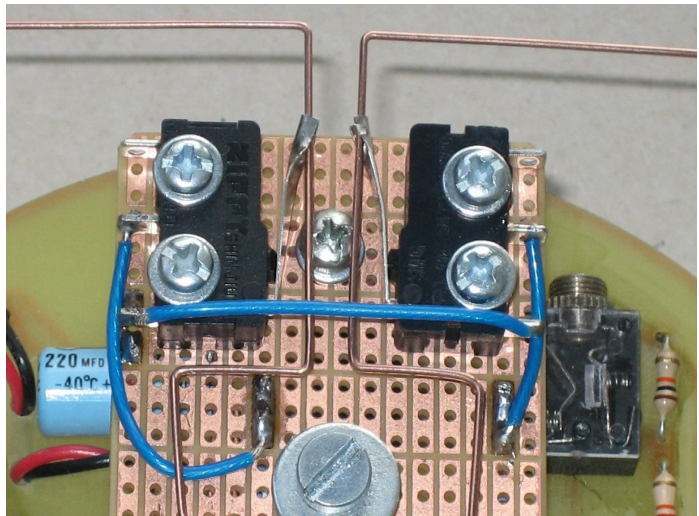


*Bild 11: Sensorplatine (1)*



*Bild 12: Sensorplatine (2)*

Im nebenstehenden Bild sieht man die mechanische Umsetzung eines Whiskersensors bei einem Vorläufermodell. Verwendet wurden eine Universalplatine, zwei Schweissdrähte, zwei Microschalter und einige Widerstände.



*Bild 13: Sensor mit Microschaltern*

**Verarbeitung:** Die weitere Verarbeitung der Signale innerhalb der Rechenstruktur des Microcontrollers orientiert sich an der Interpretation der Werte von Sensorzuständen durch den Schüler und der Lösung von Problemstellungen auf Programmbasis. Die Sensoren liefern einen Wert, der sich an äußeren Geschehnissen/Zuständen orientiert. Die Schüler sollen diese Werte (z.B. „Schalter offen/geschlossen“ - „0/1“) interpretieren und in zielführende Aktionen des Modells umsetzen. Je nach gestellter Aufgabe kommen hier einzelne, aber auch mehrere Sensorwerte zur Auswertung.

Problemstellungen wie z.B. eine Bahn mit Hindernissen oder das Fahren auf einer Linie können analysiert, auf Sensor- und Programmebene abgebildet und schlussendlich durch eine Lösungsstrategie bewältigt werden.

Hilfreich ist hierbei die Programmierumgebung der Firma Revolution Education. Sie erlaubt durch ihre unterschiedlichen Editoren (BASIC, PAP, Logikeditor) die Thematisierung verschiedener Herangehensweisen bei der Programmierung. Auch eine Simulation der erstellten Programme nebst Überwachung der verschiedenen Variablen und Debug Funktionen im Roboterbetrieb sind implementiert.

**Ausgabe:** Das Robotermodell muss auf innere und äußere Bedingungen durch die Ansteuerung von Aktoren reagieren. Beim Grundmodell sind dies die Motoren der Bewegungssteuerung. Diese sind so angeordnet, dass ein Drehen auf der Stelle möglich ist, um eine gute Bewegungsfähigkeit auch unter eingegengten Bedingungen zu garantieren. Durch Erweiterungen auf der Aktoreenseite ist die Ansteuerung von akustischen (Lautsprecher und Piezolausprecher), visuellen (Lichtsignale) Anzeigen, aber auch

mechanischen und elektromechanischen Stellsystemen mit Greifern, Schaufeln oder Elektromagneten möglich.

Die Ansteuerung der Aktoren geschieht in der Regel durch das Setzen der Ein-/Ausgänge des Microcontrollers. Auch hier ergeben sich aus einigen wenigen Grundschaltungen eine Reihe Anwendungsmöglichkeiten.

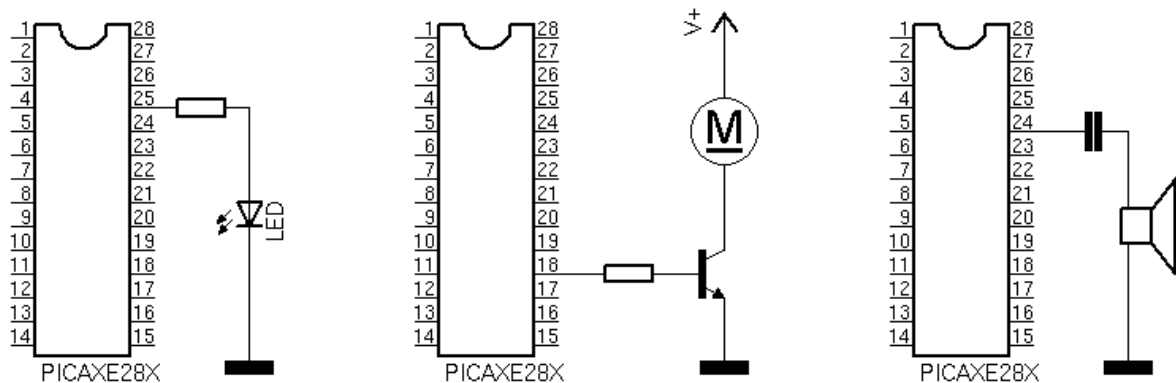


Bild 14: Grundschaltungen Ausgänge

Beim Aufbau der Aktorschaltungen ist darauf zu achten, dass der maximale Strom der Ausgänge von 20mA nicht überschritten wird!

Der Microcontroller besitzt zudem einige spezialisierte Ausgänge, beispielsweise können über einen Ausgang direkt pulsweitenmodulierte Aktoren wie Servomotoren angesteuert werden.

Für fortgeschrittene Anwendungen stehen u.a. ein I<sup>2</sup>C-Bus und ein SPI Bus zur Verfügung. Diese eröffnen für die weitere Entwicklung des Modells noch vielfältige Möglichkeiten, für den Unterricht in allgemeinbildenden Schulen ist dieser Themenkomplex aber sicher schon zu speziell.

### *ROSI: Ersatz für das Robotermodell*

Bislang existieren nur einige Prototypen des Robotermodells, eine Kleinstserie des Vorläufermodells wurde im Rahmen einiger Unterrichtsversuche eingesetzt. Allerdings gab es immer einen Engpass bezüglich der verfügbaren Robotermodelle, so dass eine stark vereinfachte Version des Robotermodells entworfen wurde. Diese Platine beinhaltet den gleichen Microcontroller und stellt ebenfalls die bekannten Ein-/Ausgänge zur Verfügung, es fehlen die roboterspezifischen Elemente wie Fahrwerk und vorbereitete Halterungen für Erweiterungen. Die acht nur als Ausgänge zu verwendenden Anschlüsse des Microcontroller wurden zusätzlich mit einer LED versehen und geben so Rückmeldung über die Ansteuerung von Aktoren.

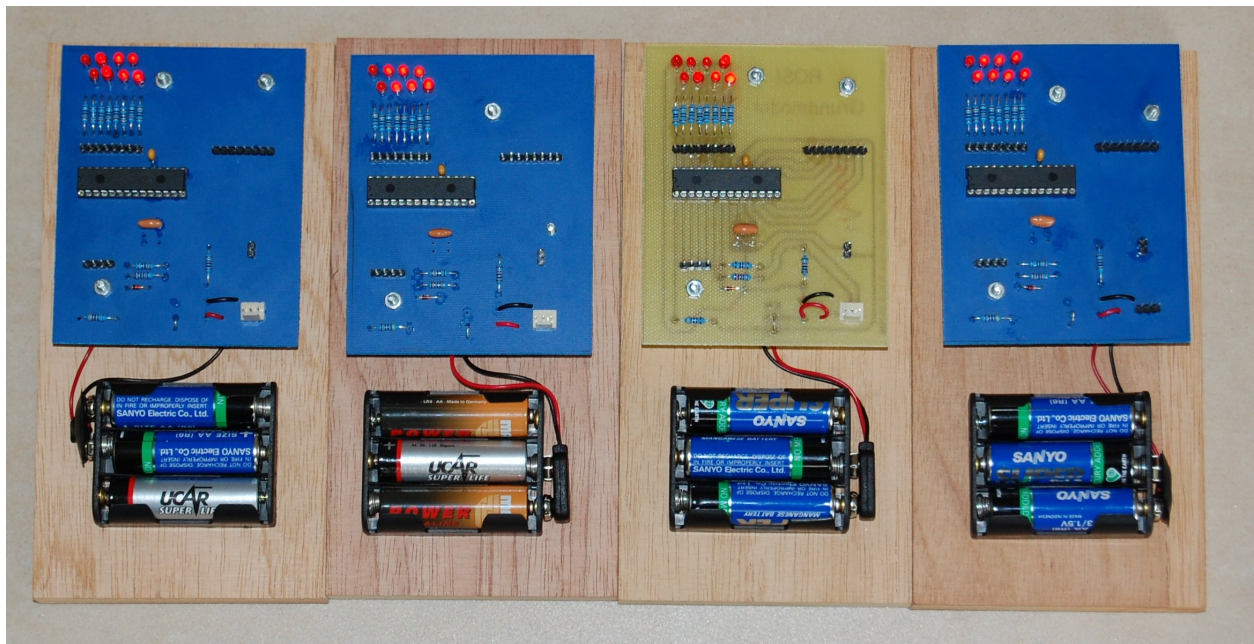


Bild 15: Experimentierplatine ROSI

Mit dieser kleinen Platine sind auch andere Aufgabenstellungen, z.B. die Ansteuerung von Ampelmodellen vergleichbar denen des CIUS-Systems möglich.

## Ausblick

Das aktuelle Robotermodell ist derzeit nur als Prototyp verfügbar. Der Autor ist im Moment bestrebt, die Platine des Robotermodells weiter zu entwickeln, insbesondere eine leichtere Erweiterbarkeit mit Sensoren und Aktoren sicherzustellen. Interessenten, die sich an diesem Projekt beteiligen möchten, sind aufgefordert, sich mit dem Autor [2] in Verbindung zu setzen.

## Literatur und Kontakt:

[1] PICAXE\_MANUAL1.PDF

DOKUMENTATION DER PICAXE REIHE, REVOLUTION EDUCATION LTD

[HTTP://WWW.REV-ED.CO.UK/DOCS/PICAXE\\_MANUAL1.PDF](http://www.rev-ed.co.uk/docs/picaxe_manual1.pdf) VOM 20.09.2008

[2] KONTAKT:

KLAUS KUHN, BURGSTRASSE 1, 78073 BAD DÜRRHEIM, [KLAUS@AUS-DEM-SCHWARZWALD.DE](mailto:klaus@aus-dem-schwarzwald.de)