



**MNI-Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung  
S 6 „Anwendungsorientierung und Berufsbildung“**

---

# **„MESSEN – STEUERN – REGELN“ MIT LEGO MINDSTORMS FÜR SCHULEN FIRST LEGO LEAGUE**

**Johann Walder  
Polytechnische Schule Schwaz**

**Heiko Kromp  
Polytechnische Schule Schwaz**

Schwaz, Juni 2005

# INHALTSVERZEICHNIS

MNI-Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung.....	1
<b>INHALTSVERZEICHNIS.....</b>	<b>2</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>3</b>
<b>1        <b>EINLEITUNG</b>.....</b>	<b>4</b>
1.1       LEGO Mindstorms für Schulen .....	4
1.1.1     Der RCX, der besondere LEGO-Baustein .....	5
1.1.1.1   Sensoren und Aktoren .....	6
1.1.1.1.1  Sensoren .....	6
1.1.1.1.2  Aktoren .....	6
1.1.2     Die Programmierung des RCX .....	6
1.2 <b>FIRST LEGO LEAGUE</b> .....	8
1.2.1     Wie funktioniert FLL.....	8
1.2.2     Wie sieht der Wettbewerb aus? .....	8
1.2.3     Wer kann teilnehmen? .....	8
1.2.4     Technische Grundlage - Roboterset .....	8
<b>2        <b>DER EINSATZ VON LMFS</b> .....</b>	<b>9</b>
2.1       Einsatz im Unterricht.....	9
2.2       Aufgaben .....	9
2.2.1     Einfache Aufgaben .....	10
2.2.2     Komplexe Aufgaben .....	12
2.2.2.1   Transportsystem (Taxi) .....	12
2.2.2.2   Sortiermaschine .....	13
2.2.2.3   Intelligente Ampel .....	14
<b>3        <b>FIRST LEGO LEAGUE</b> .....</b>	<b>15</b>
3.1       Jahresthema .....	15
3.2       FLL 2004 – No Limits.....	15
<b>4        <b>DISKUSSION UND AUSBLICK</b> .....</b>	<b>17</b>

## ABSTRACT

*Die Begriffe „LEGO Mindstorms für Schulen (LMfS)“ – „Roboter in der Schule“ – „FIRST LEGO League“ (FLL) waren für uns Fremdwörter. Nachdem wir im Herbst 2002 die „Lego Roboter“ und im März 2003 die Idee der FLL kennen gelernt haben, entstanden daraus Ideen für unseren Unterricht und. Die Organisation der FLL in Österreich war für uns Auftrag, diese Ideen an andere Schulen weiterzugeben und als Ansprechpartner für Interessierte zur Verfügung zu stehen. Innerhalb weniger Monate ist es uns dann gelungen, die Idee und die Ziele der FLL über LehrerInnen an SchülerInnen aus Österreich und Südtirol weiterzugeben. Dadurch ist in vielen Schulen ein neuer Zugang zu Wissenschaft und Technik entdeckt worden.*

*Das System von LMfS ist teamorientiert und diesen Teamgedanken haben wir auch in unserem Projekt durchgezogen. Nur durch die optimale Ergänzung von Technik und Logistik haben wir unsere Ziele erreicht.*

*Ein besondere Dank gilt unserem Cheftechniker Heiko Kromp, der durch seine fachliche Kompetenz wesentlich zum Gelingen des Projektes beigetragen hat.*



# 1 EINLEITUNG

Im März 2003 haben wir bei der Bildung Online den Verein Hands on Technology und die Idee der FIRST Lego League kennen gelernt. HANDS on TECHNOLOGY und FIRST LEGO League haben in uns eine Begeisterung geweckt, die uns seit dem nicht mehr losgelassen hat. Im November 2003 hat die Polytechnische Schule Schwaz die erste FIRST LEGO League organisiert. Bereits 2004 war in Schwaz der größte FIRST LEGO League - Wettbewerb im deutschsprachigen Raum, organisiert durch LehrerInnen und SchülerInnen der PTS Schwaz. Aus organisatorischen Gründen haben wir im Mai 2005 den Verein "ROBIS - Roboter in der Schule" gegründet, der nun ROBIS die FIRST LEGO League in Schwaz organisiert. Der Verein ROBIS möchte den Teamgedanke der FIRST LEGO League und die Faszination der "LEGO-Roboter" über nationale und internationale Partner weitergeben. Durch Information, Schulung, Verleih von Baukästen, Entwicklung und Bereitstellung von Unterlagen wollen wir interessierte Schulen beim Einstieg in die Robotertechnik unterstützen.

## 1.1 LEGO Mindstorms für Schulen

LEGO Steine im Klassenzimmer werden automatisch mit Spiel in Verbindung gebracht. Was haben Spielsachen in einer 9. Schulstufe im Unterricht verloren? Diese Frage stellen sich sehr viele KollegInnen, wenn Sie das Wort „LEGO“ hören. LMfS ist jedoch mehr als ein Legobaustein. LMfS bietet die „spielerischen“ Grundlagen, um Kindern und Jugendlichen den Zugang zu Naturwissenschaften und Technik zu ermöglichen.

Basierend auf der Grundlage wichtiger physikalischer Gesetze und Software Technologien kann man LMfS in vielen Fächern einsetzen und eine Vielzahl an unterschiedlichen Themen bearbeiten. Dadurch wird den SchülerInnen ermöglicht, sich Kenntnisse anzueignen, die den Inhalten der Lehrpläne entsprechen. Gleichzeitig kann das Verständnis und Interesse für weiter technische Zusammenhänge geweckt werden.

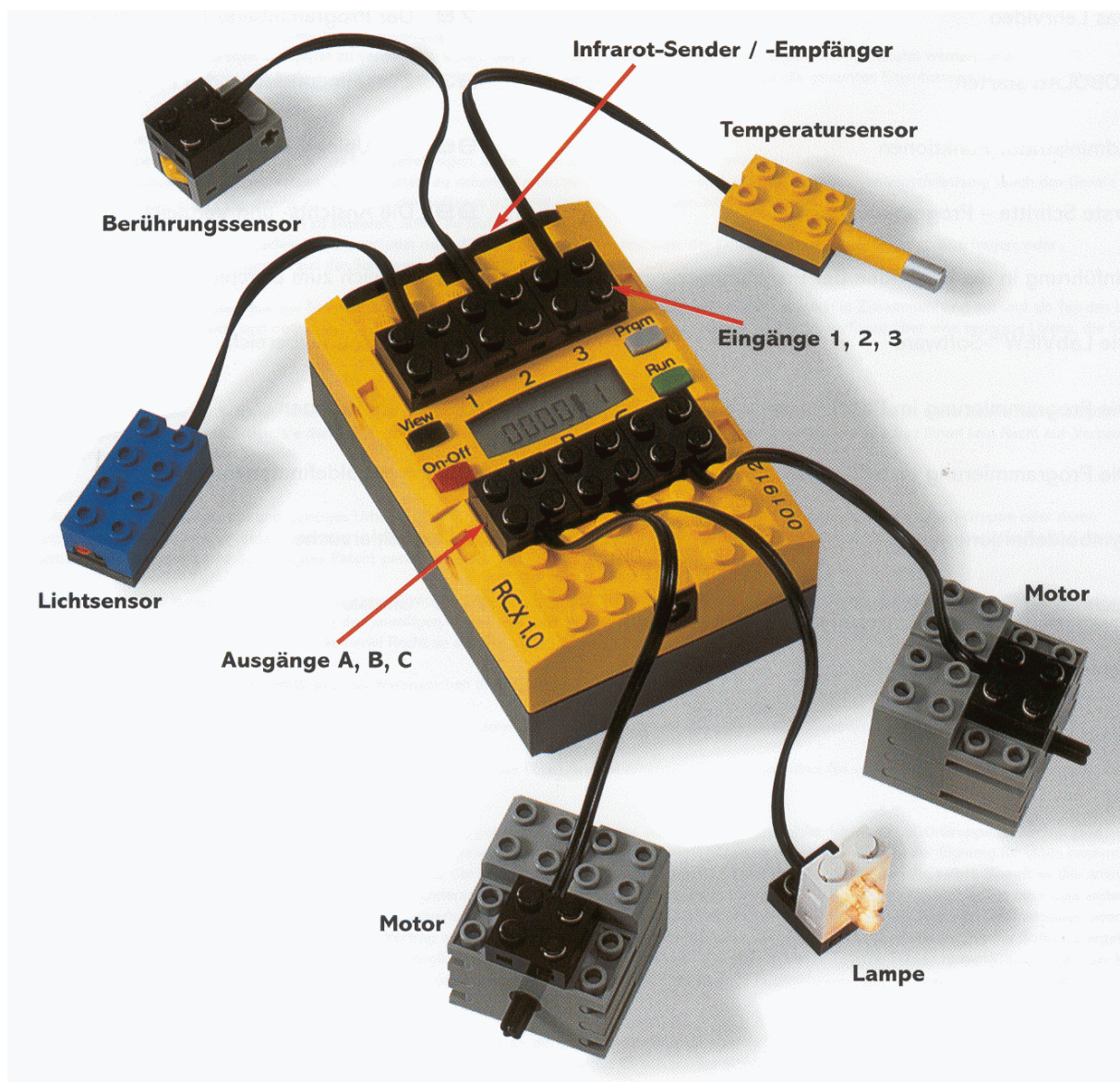
Da LMfS in den meisten Fällen teamorientiert eingesetzt wird, gewinnen die SchülerInnen nicht nur Erfahrung beim Bearbeiten verschiedener Inhalte, sondern arbeiten gemeinsam an Problemlösungen. Dies ermöglicht ihnen die Teamfähigkeit und soziale Kompetenzen zu stärken, die für späteren Erfolg in der Ausbildung und im Beruf entscheidend sind. Gestärkt werden:

- Kreatives Denken
- Teamfähigkeit
- Kommunikationsfähigkeit
- Allgemeinwissen

### 1.1.1 Der RCX, der besondere LEGO-Baustein

In Kooperation mit Lego wurden am Massachusetts Institute of Technology (MIT) von Seymour A. Pappert die Mindstorms Roboter entwickelt. Das Herz (und das Hirn) dieser Roboter bildet der programmierbare RCX-Baustein ("Robotics Command System"), ein in einem Lego-Baustein eingebetteter Mikrocomputer. Dieser Baustein kann durch entsprechende Software am PC programmiert und das Programm durch eine Infrarot-Schnittstelle an den Baustein übermittelt werden.

Mit Hilfe von Sensoren nimmt der RCX aus seiner Umgebung Eingabewerte auf, verarbeitet Daten, leitet Signale an Motoren und Lampen weiter und schaltet diese dadurch ein und aus. Dadurch ist es möglich, einen beweglichen, selbstgesteuerten Roboter zu entwerfen.



RCX mit Sensoren und Aktoren

### 1.1.1.1 Sensoren und Aktoren

Einerseits soll ein Roboter sich und Lasten bewegen, andererseits soll er auch auf äußere Einflüsse reagieren.

#### 1.1.1.1.1 Sensoren

Menschen haben für jede Art der Wahrnehmung ein besonderes Sinnesorgan. Die „Sinnesorgane“ der Roboter sind die Sensoren.

Der RCX besitzt drei Sensoreingänge, an die wir verschiedene Sensoren anschließen können.

LMfS bietet eine kleine Auswahl von Sensoren an. Dazu gehören:

- Berührungssensoren
- Optische Sensoren
- Rotationssensoren
- Temperatursensoren

#### 1.1.1.1.2 Aktoren

Damit der Roboter aber in der Lage ist, mit den Eindrücken, die ihm die Sensoren liefern, auch etwas anzufangen werden Aktoren benötigt. Im LMfS-Programm findet man folgende Aktoren:

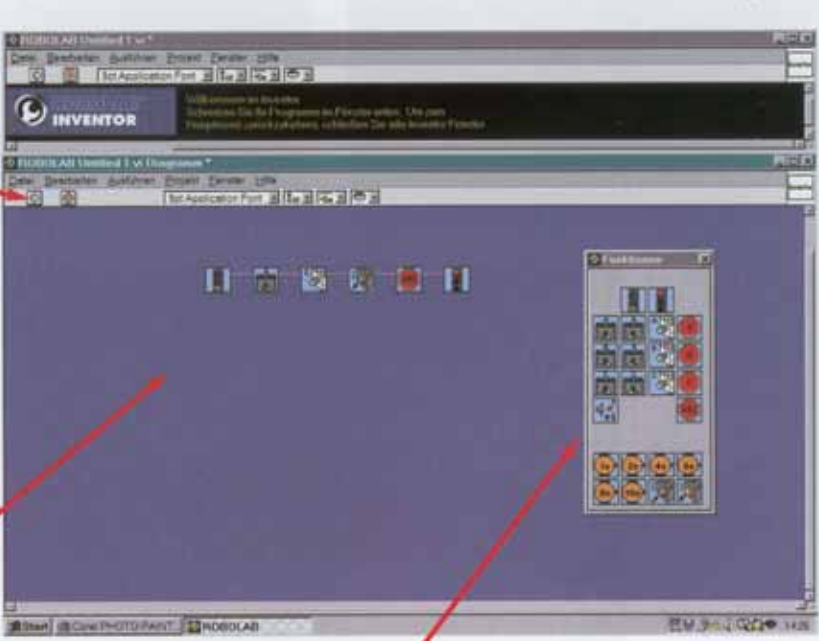
- Motoren
- Lampen
- die Infrarot-Schnittstelle des RCX (Sender)
- den Lautsprecher des RCX



## 1.1.2 Die Programmierung des RCX

Roboter können noch so aufwendig konstruiert werden, ohne entsprechende Software werden sie sich nicht von der Stelle rühren. Erst durch die Programmierung des RCX werden die Sensoren und Aktoren aktiv. Passive Bausteine werden zu einem selbstgesteuerten Roboter.

Um den RCX zu programmieren, bieten sich vielfältige Möglichkeiten an. Auf der einen Seite kann ROBOLAB, eine einfache und grafisch orientierte Programmierumgebung, verwendet werden. Aber auch mit bekannten Programmiersprachen wie Visual Basic oder C (C++) kann der RCX angesteuert werden. Zudem kann auch eine ähnliche Programmiersprache – NQC = Not Quite C – die von Dave Baum, einem der geistigen Väter des Mindstorms-Programmes im MIT, dem Massachusetts Institute of Technology in Boston entwickelt wurde, eingesetzt werden.



**Schaltfläche "Start"**

**Diagramm-Fenster**  
Im Diagramm-Fenster werden die Programme erstellt.

**Funktionen-Palette**  
Die Funktionen-Palette beinhaltet die Befehlssymbole, die zur Programmierung verwendet werden. Diese Befehlssymbole werden aus der Funktionen-Palette ausgewählt und im Diagramm-Fenster platziert.

## **1.2 FIRST LEGO LEAGUE**

FIRST LEGO League (FLL) ist ein Förderprogramm, das Kinder und Jugendliche an Wissenschaft und Technologie heran führen möchte. Ziel ist es:

- Kinder und Jugendliche für Wissenschaft und Technologie zu begeistern
- den Teilnehmern den Gedanken des Teamgeistes zu vermitteln
- Kinder und Jugendliche anzuspornen, komplexe Aufgaben mit kreativen Lösungen zu bewältigen

### **1.2.1 Wie funktioniert FLL**

Grundlage der FLL ist ein Roboter-Wettbewerb, bei dem Kinder und Jugendliche mit Hilfe eines Roboters eine knifflige "Mission" zu erfüllen haben.

Die Kinder und Jugendlichen forschen innerhalb eines Teams zu einem vorgegebenen Thema, planen, programmieren und testen einen vollautomatischen Roboter, um eine Mission zu meistern.

Die FLL-Teams erfahren dabei alle Stufen einer echten Produktentwicklung. Das beinhaltet den Start mit einem Problem, verbunden mit ungenügend Ressourcen und ungenügend Zeit. Die FLL-Teams wissen zudem nicht, wie ihre Konkurrenten in den Wettbewerb starten. FLL ist in jeder Hinsicht ein Mikrokosmos einer realen Firma.

### **1.2.2 Wie sieht der Wettbewerb aus?**

In einem 8-wöchigem Projekt beschäftigen sich alle Teams mit der Vorbereitung auf die Lösung der Roboter-Mission und einer wissenschaftlichen Aufgabe.

Jedes Jahr werden die Teams vor eine neue Herausforderung gestellt, die sich auf die aktuellen Entwicklungen und Situationen in der Welt bezieht. Die Aufgabenstellung wird im Internet veröffentlicht.

Jedes Team bereitet sich zusammen mit einem Coach auf die Teilnahme an einem regionalen Wettbewerb der FLL vor. Während dieser Zeit wird der Roboter konstruiert und programmiert. Die Kinder und Jugendlichen sollen lernen, sich selbstständig zu informieren, zu recherchieren und eine Präsentation aus ihren Forschungsergebnissen zu erstellen, die sie der FLL Jury vortragen.

### **1.2.3 Wer kann teilnehmen?**

Teilnehmen können Kinder und Jugendliche zwischen 10 und 16 Jahren. Ein FLL-Team besteht aus 5 bis 10 Mitgliedern, die durch einen Coach betreut werden .

### **1.2.4 Technische Grundlage - Roboterset**

Um den Roboter zu konstruieren und zu programmieren, wird ein Roboter-Set benötigt. Um gleiche Bedingungen für alle zu schaffen, bauen die Teams mit dem Roboter-Set von LMfS.



## **2 DER EINSATZ VON LMFS**

Wir haben in den letzten beiden Jahren den Einsatz von LMfS aus zweifacher Sicht erlebt. Zum einem war unsere Schule mit mehreren Teams bei der FLL 2003 und 2004 vertreten und natürlich wurde das System auch im Unterricht verwendet.

### **2.1 Einsatz im Unterricht**

LMfS ist für den Einsatz in vielen Fächern geeignet. Besonders sinnvoll ist die Verwendung in technischen Gegenständen und Informatik.

Durch die Faszination der Robotertechnik wurde bei den meisten SchülerInnen eine Arbeitshaltung entwickelt, die sonst nur schwer zu erreichen gewesen wäre. Die oft sehr passive Einstellung zum Unterricht, wurde plötzlich durch aktives und eigenständiges Arbeiten abgelöst. Mit Kreativität, Sorgfalt und Durchhaltevermögen wurden Lösungswege für die gestellten Aufgaben gesucht.

Interessant ist auch die Tatsache, dass die einzelnen Teams die Aufgaben auf verschiedenste Art und Weise gelöst haben. Das beginnt bei der unterschiedlichen Konstruktion der Roboter, die in Folge auch die Programmierung beeinflusst.

Da immer im Team gearbeitet wurde, war auch eine positive Entwicklung der sozialen Kompetenzen zu beobachten. Durch die Verteilung der Konstruktions- und Programmieraufträge war eine ständige Kommunikation zwischen den einzelnen Teammitgliedern unbedingt notwendig. Ein gut durchdachter Roboter war nutzlos, wenn die Programmiermannschaft nicht ein passendes Programm dazu liefern konnte. Umgekehrt waren natürlich auch knifflige Programmsequenzen wertlos, wenn die Konstrukteure ungenau gearbeitet haben.

Wir haben LMfS nicht nur mit Schülern eingesetzt, ein Teil der Lerninhalte wurde auch mit Mädchen durchgeführt. Der Wunsch mit LMfS zu arbeiten kam von den Mädchen selbst, da sie über ihre Mitschüler immer wieder von den Robotern gehört haben. In 4 Unterrichtseinheiten war es für sie kein Problem, das System erstmalig kennen zu lernen und einfache Aufgaben damit zu lösen. Unsere Mädchen waren nach dem „Schnuppertraining“ von den Möglichkeiten der LEGO-Roboter ebenso begeistert wie ihre Kollegen.

LEGO Mindstorms für Schulen bietet Wege, um bestimmte Unterrichtsinhalte effektiver zu vermitteln. Bereits vorhandenes Wissen kann durch gezielte Aufgabenstellungen mit neuen Sachverhalten verknüpft werden. Durch die Planung, Konstruktion und Programmierung der Roboter müssen sich die SchülerInnen mit dem neuen Thema intensiv auseinandersetzen. Dieses selbst erworbene Wissen fördert das Begreifen und häufig auch das Interesse für vertiefende und weiterführende Informationen. Neue Ideen und Aufgabenstellungen werden selbst gefunden.

### **2.2 Aufgaben**

Neben einfachen Aufgaben wurden im Laufe des letzten Schuljahres auch sehr komplexe Lösungen für Aufgaben aus dem Alltag und der Berufswelt umgesetzt.

## 2.2.1 Einfache Aufgaben

Durch kurze und präzise Aufgabenstellungen wurden die SchülerInnen Schritt für Schritt mit LMfS vertraut gemacht. Notwendig war ein schnell und einfach zu bauender Roboter ("Tankbot") und eine ebene Fläche mit einem Hindernis. Die SchülerInnen sollten Schritt für Schritt mit den Grundbegriffen der Programmierung wie Sprungmarken, IF-Then Strukturen, Schleifen, usw. vertraut gemacht werden.

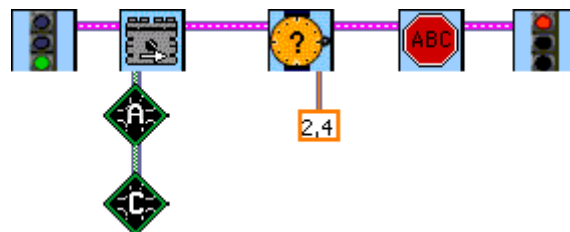


Tankbot

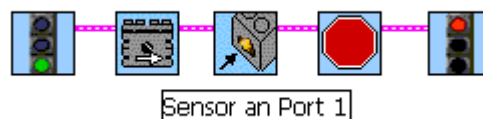
- Der Tankbot soll solange vorwärts fahren, bis das Hindernis erreicht ist. Er darf das Hindernis nicht berühren. Verwende nur die gegebenen Zeiten.



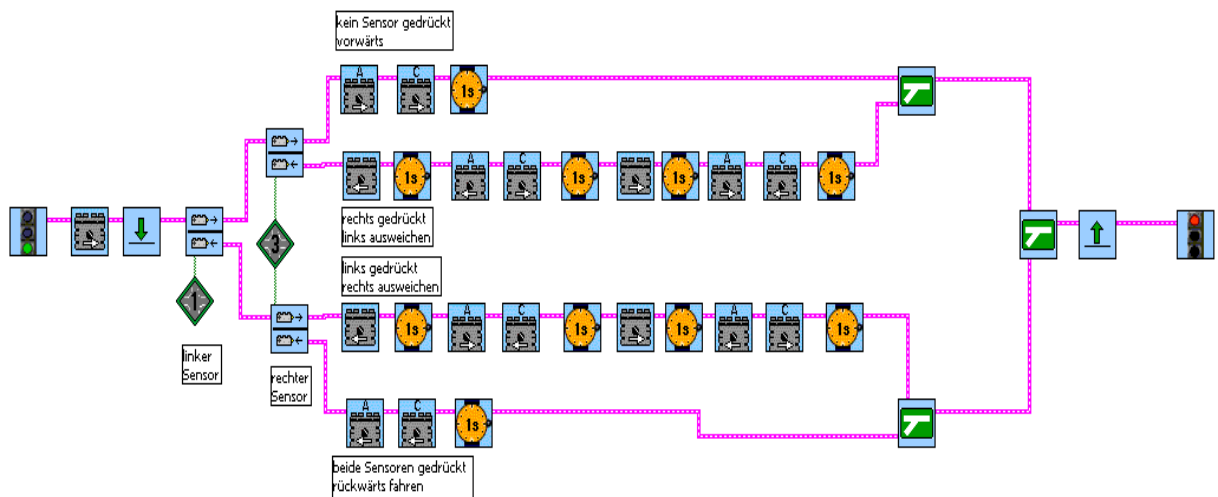
- Der Tankbot soll solange vorwärts fahren, bis das Hindernis genau erreicht ist. Er darf das Hindernis nicht verschieben. Verwende eine genaue Zeit!



- Der Tankbot soll solange vorwärts fahren, bis der Drucksensor das Hindernis bemerkt und dann stehen bleiben.



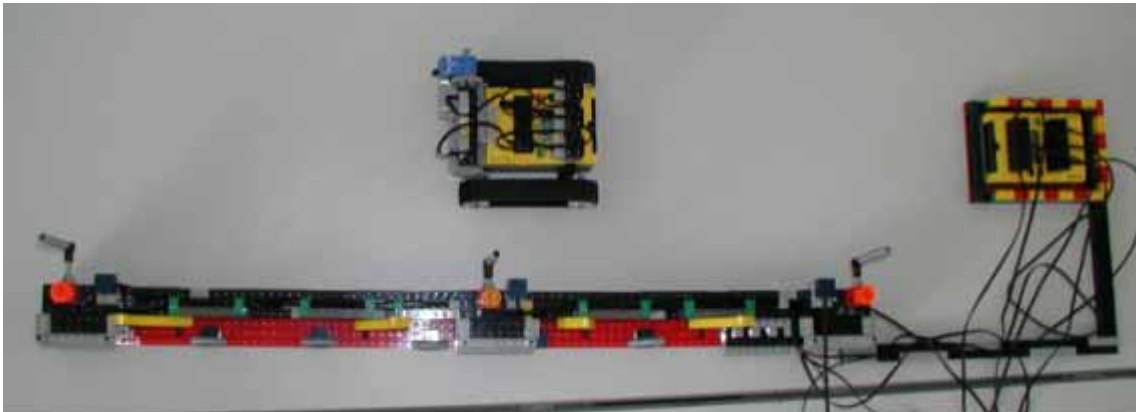
- Der Tankbot wird mit 2 Drucksensoren, einer links, einer rechts ausgerüstet. Wenn der linke Sensor des Roboters ein Hindernis bemerkt, soll der Roboter nach rechts ausweichen. Wenn der rechte Sensor des Roboters ein Hindernis bemerkt, soll er nach links ausweichen. Wenn beide Sensoren ein Hindernis bemerken, soll der Roboter zurückfahren.



## 2.2.2 Komplexe Aufgaben

Die einzelnen Teams aus dem Fachbereich Elektrotechnik hatten den Auftrag, Lösungswege für reale Problemstellungen aus dem Alltag und der Berufswelt zu finden. Konstruktion und Programmierung wurden selbständig durchgeführt, der Lehrer stand nur beratend zur Seite.

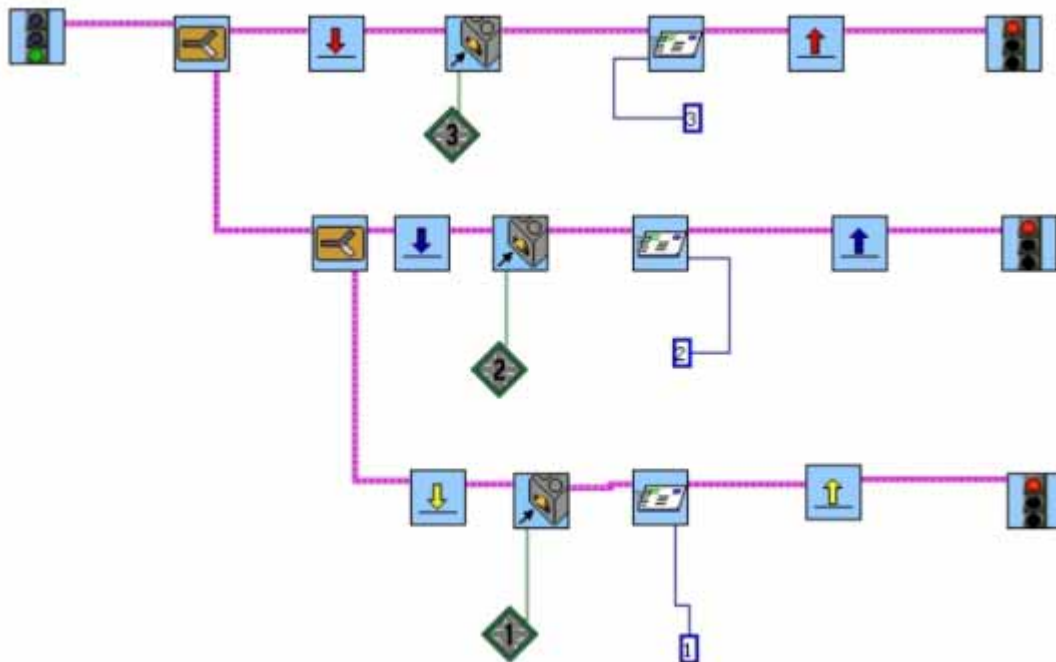
### 2.2.2.1 Transportsystem (Taxi)



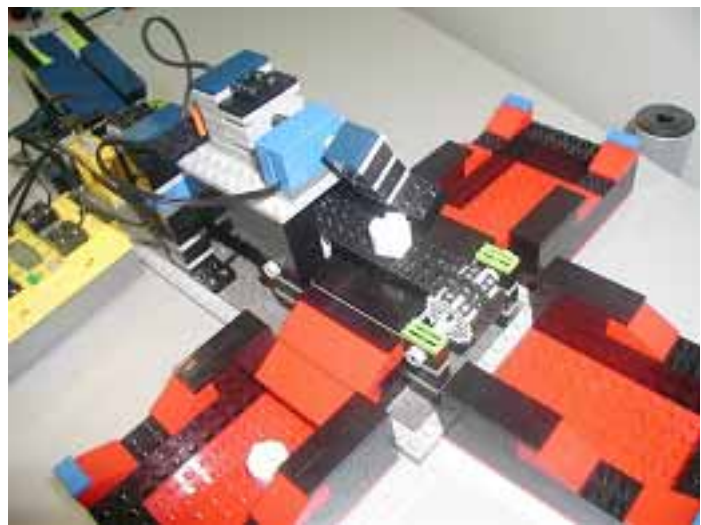
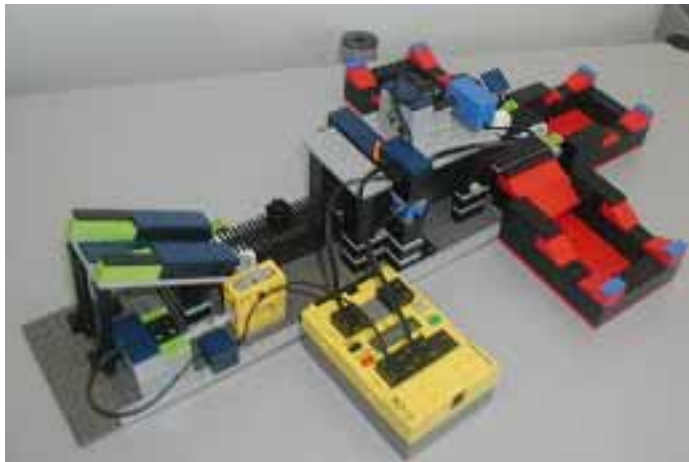
Transportsystem

Ein Passagier drückt an einer Station den Knopf (Sensor) und steigt in das angeforderte Taxi (Roboter). Nach Auswahl des Zielortes fährt das Taxi zur Position A, B oder C.

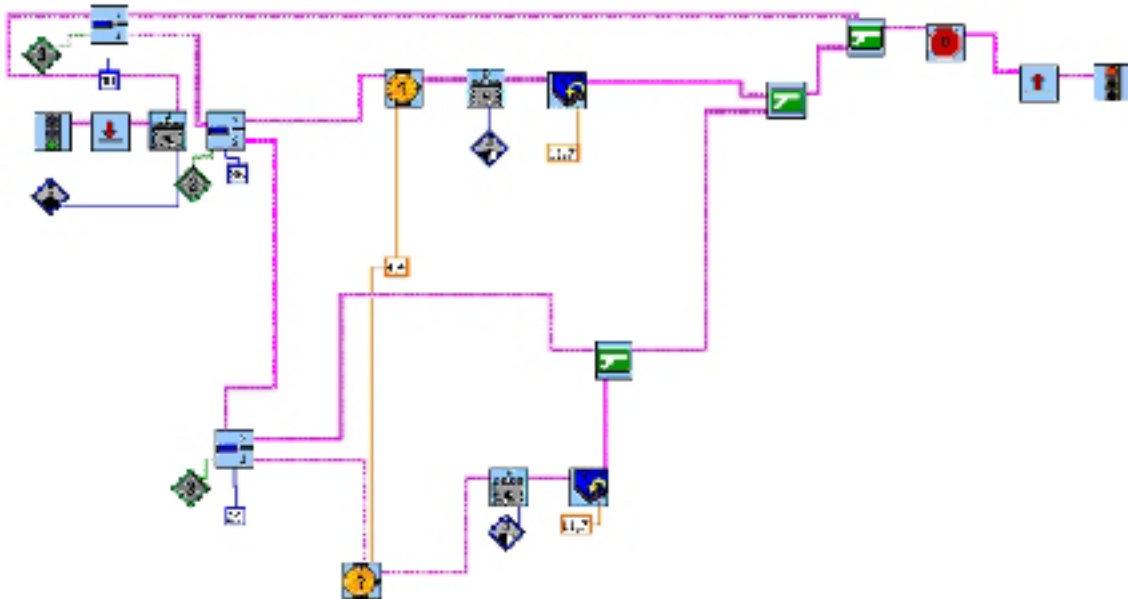
Sobald das Taxi die gewünschte Station erreicht hat, kehrt es wieder zur ursprünglichen Ausgangsposition zurück.



### 2.2.2.2 Sortiermaschine



Von den Schülern wurde eine Maschine entwickelt, die in der Lage ist, drei verschiedene Farben von einander zu unterscheiden und auszusortieren.

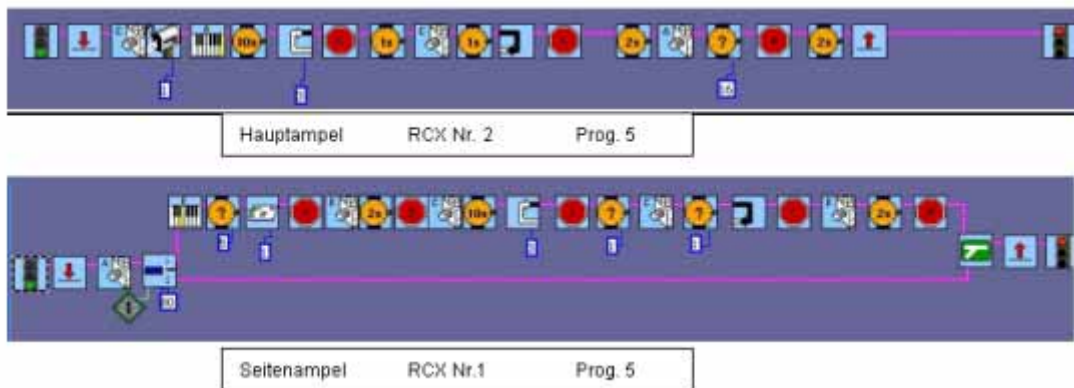


### 2.2.2.3 Intelligente Ampel



#### Ampelsteuerung

Die Ausfahrt aus einer Nebenstraße wird durch Sensoren überwacht. Wenn sich ein Fahrzeug in den Verkehr der Hauptstraße einreihen möchte, wird die normale Ampelregelung unterbrochen und der Fließverkehr wird gestoppt.



### 3 FIRST LEGO LEAGUE

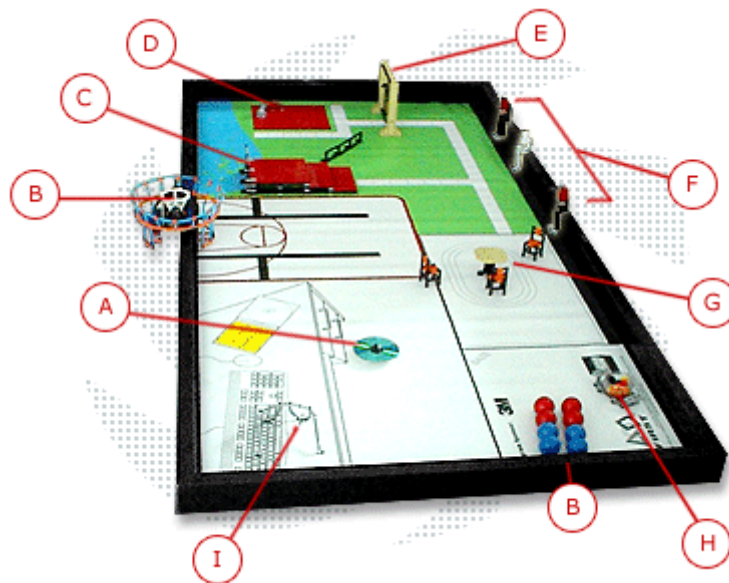
Mit der Organisation des internationalen High-Tech-Wettbewerbes FIRST LEGO League haben wir auch eine ideelle Verantwortung für die teilnehmenden Teams übernommen. Unser Ziel war es, nicht nur einen zusätzlichen Schulwettbewerb zu veranstalten, wir wollten Nachhaltigkeit erreichen.

Von Anfang an haben wir allen Teams fachliche und nach Möglichkeit auch finanzielle Hilfe angeboten. Durch die intensive Beschäftigung mit LMfS und durch die Erfahrungen aus dem Unterricht war die fachliche Beratung, die mein Kollege Heiko Kromp übernommen hat, gewährleistet. Mit Hilfe von Sponsoren und mit Mitteln aus dem MNI-Fond haben wir Baukästen angekauft, die wir an interessierte Schulen verliehen haben. Dadurch wurde einigen Teams, ein erster Einsatz bei der FLL ermöglicht.

Wenn wir heute zurückblicken, dann haben wir dieses Ziel sicher erreicht. Die Idee und die Ziele der FLL haben in der Zwischenzeit so viele österreichische Schulen erreicht, dass 2005 erstmals auch in Linz ein eigener FLL-Wettbewerb ausgetragen wird.

#### 3.1 Jahresthema

Die internationale FLL steht jedes Jahr unter einem neuen Jahresthema. Zu diesem Thema werden konkrete technische Aufgaben gestellt, die mit Hilfe eines selbst gebauten und programmierten Roboters zu lösen sind.



Wettbewerbstisch 2004

Neben den technischen Aufgaben muss zusätzlich noch ein Forschungsauftrag erledigt werden. Die Ergebnisse müssen beim Wettbewerb präsentiert werden.

#### 3.2 FLL 2004 – No Limits

„NO LIMITS!“ – das Motto der FIRST LEGO League 2004 - widmete sich Menschen mit unterschiedlichsten physischen Einschränkungen. Aus Sensoren, Motoren und

vielen bunten LEGO Steinen konstruierten alle Teams einen eigenständig agierenden Roboter und fanden mit ihm zusammen Wege, diesen Menschen im Alltag hilfreich zur Seite zu stehen.

20 Teams aus Österreich und Südtirol – ca. 200 Kinder und Jugendliche zwischen 10 und 16 Jahren – größter FLL Bewerb im deutschsprachigen Raum - 9 Stunden tolle Stimmung und knisternde Spannung – eine Mischung aus Technik und sozialen Komponenten, das war der internationale Roboterwettbewerb FIRST LEGO League Österreich in Schwaz.

Organisiert vom ganzen Team der Polytechnischen Schule Schwaz fand die FLL zum zweiten Mal in Österreich statt. Neben tollen technischen Leistungen bewiesen die SchülerInnen höchste soziale Kompetenz bei der Präsentation ihrer Forschungsaufträge. Ihre Lösungsvorschläge zu einer barrierefreien Umwelt für Menschen mit verschiedenen Behinderungen waren beeindruckend.

In verschiedenen Kategorien wurden 6 Preise vergeben:

Preis Roboterdesign: Polytechnische Schule Innsbruck

Preis für den Forschungsauftrag: HS Lienz-Nord

Preis für Teamarbeit: HS Telfs

Preis Robotergesamtleistung: HS Telfs

Preis für besondere Ausdauer: SPZ Kufstein

FIRST LEGO League Champion wurde ein Team der Mittelschule Klausen in Südtirol. Die Mädchen und Buben waren in allen Kategorien im Spitzenfeld und damit verdiente Tagessieger.

Die Teams der Mittelschule Klausen, der HS Telfs und der HS Lienz-Nord haben Österreich beim großen Finale in Tauberbischofsheim (D) mit großem Erfolg vertreten.



**FLL Champion 2004 - Mittelschule Klausen**



## 4 DISKUSSION UND AUSBLICK

Technische Bildung gehört heute vermehrt zum elementaren Allgemeinwissen. Um technische Grundlagen vermitteln zu können, ist eine entsprechende Ausrüstung der Schulen notwendig. Es stellt sich natürlich Frage nach einem geeigneten Lehrmittel, mit dem sowohl LehrerInnen als auch SchülerInnen arbeiten können, ohne gleich teures High-Tech-Equipment zu beschaffen, das innerhalb von wenigen Jahren technisch völlig veraltet ist.

LMfS könnte eine mögliche Lösung zwischen „Spielzeug“ und teuren „High-Tech-Produkten“ sein. Das System ist ein Unterrichtsmittel für LehrerInnen, die technisches Grundlagenwissen vermitteln und dabei eine möglichst breite Aufmerksamkeit ihrer SchülerInnen erreichen wollen. Sie finden mit LMfS ein einfaches Lehrmittel zum Einstieg in moderne Programmiersprachen sowie zu den Grundlagen der Computer- und Robotertechnik allgemein. Aufgrund der Bekanntheit des Produktes ist darüber hinaus die Aufmerksamkeit von SchülerInnen nahezu garantiert.

Mit Hilfe von LehrerInnenfortbildungen, Informationen auf unsere Homepage und kollegialem Erfahrungsaustausch werden wir auch weiterhin die Möglichkeiten von LMfS für den Unterricht mit interessierten KollegInnen teilen.

Aktuelle Informationen findet man unter:

- [www.roboter-lernen.info](http://www.roboter-lernen.info)
- [www.robis.at](http://www.robis.at)
- [www.firstlegoleague.org](http://www.firstlegoleague.org)