

Seminar Rechnerentwurf

- Projekt mit Lego Mindstorms -

Automatische Lotteriezziehung

1. Einführung

Dieses Projekt befasst sich mit dem Entwurf, Aufbau und Inbetriebnahme eines Modells einer automatischen Lotterieziehung. Im Rahmen des Seminars Rechnerentwurf an der Technischen Universität Ilmenau soll basierend auf den von Lego mit der Mindstorms Serie angebotenen Möglichkeiten ein solches Modell realisiert werden. Die Mindstorms Serie beinhaltet ein sogenanntes Programmable Brick, RCX genannt. Kern dieses Brick ist ein Mikrocontroller der Firma Hitachi mit entsprechend angeschlossenen Speicherbausteinen (RAM/Flash-ROM) zur Speicherung von Programmen und Daten. Durch seine kompakte Bauform ist dieses Brick problemlos in nahezu alle möglichen Lego-Konstruktionen einzubinden. Als Ein-/Ausgänge stehen 6 Anschlüsse zur Verfügung wobei jeweils 3 als Ein- bzw. Ausgänge festgelegt sind. Die 3 Eingänge können mit verschiedenen Sensoren verbunden werden. Diese Sensoren liefern über eine Spannung analoge Werte an den Mikrocontroller, welche dort mit 10bit A/D gewandelt werden zur weiteren Verarbeitung. Mit den Ausgängen lassen sich von Lego mitgelieferte Motoren über ein Pulsweiten moduliertes Signal ansteuern. Da jeweils nur 3 Aus- bzw. Eingänge zur Verfügung stehen ist die Komplexität von Konstruktionen, die mit diesem RCX gesteuert werden können, relativ beschränkt. Dies hat unmittelbar zur Folge das die zugrundeliegende Konstruktion unter Berücksichtigung dieser beschränkten Möglichkeiten entworfen werden muss.

Auf der Basis dieser Möglichkeiten entstand die Idee der Realisierung einer automatischen Lotterieziehung. Aus einem Pool von 3 Paaren verschiedenfarbiger Bälle sollen 4 Stück gezogen werden. Die Einschränkung auf 3 Paare von farbigen Bällen bedingt das bei eventuellen Tippspielen auch die gezogene Reihenfolge beachtet werden muss. Da dieses Projekt sich massgeblich mit der prinzipiellen Realisierung befasst wurde auf eine Erweiterung der Farbenanzahl verzichtet. Auf Knopfdruck sollen aus einer Trommel, welche die farbigen Bälle enthält, 4 Stück nacheinander gezogen werden. Diese sollen dann über eine Schiene in Behälter weiter geleitet werden. Somit kann das System in 2 wesentliche Bestandteile geteilt werden:

- Trommel zur Ziehung des farbigen Balles
- Schiene mit Behältern und Öffnungsmechanismus

Nachfolgend soll die Realisierung der Konstruktion sowie der benötigten Steuersoftware für das RCX näher erläutert werden und somit ein Weg für eventuelle Nachbauten aufgezeigt werden.

2. Realisierung der Konstruktion

2.1 Aufbau der Trommel

Der Aufbau der Trommel erwies sich im groben als nicht weiter schwierig aber wie sich später herausstellen sollte liegt der Teufel im Detail. Daher begannen wir zunächst mit Lego-Steinen eine Grundkonstruktion aufzubauen bestehend aus 2 Standbeinen, einer Rotationsachse sowie daran befestigten Halterungen für die eigentliche Trommel. Diese wurde aufgrund von Gewichtsbeschränkungen, welche die Lego-Motoren mit sich bringen, aus Pappe und Papier gefertigt. Dabei wurde auf einer Seite des sechseckigen Zylinders, welcher die Aussenhaut der Trommel bildet, ein Loch gelassen so daß ein Tischtennisball hindurch passt. Auf der Innenseite der Trommel wurde an dieser Stelle eine Fangtasche angebracht. Damit ist es möglich bei einer bestimmten Drehrichtung der Trommel genau eine „Kugel“ zu ziehen. Über eine Weiterleitung auf der Aussenseite der Trommel wird der Ball dann ausgeworfen. Um eine ordentliche Steuerung der Trommel zu gewährleisten wurde an einem der Standbeine ein Drucksensor so angebracht, das sich damit die Anzahl der Umdrehungen der Trommel verfolgen lässt. Dies wurde notwendig um sicher zu stellen das eine volle Umdrehung der Trommel durchgeführt wird bei dem Vorgang eine „Kugel“ zu ziehen. Nur so konnte gewährleistet werden das eine „Kugel“ in die Fangtasche geraten kann und anschliessend nach aussen weitergeleitet wird. Die Bilder im Anhang sollten den Aufbau recht gut darstellen so dass ein Nachbau möglich sein sollte.

2.2 Aufbau der Schiene inklusive Behälter

Die gezogenen Kugeln sollten zur eventuellen Auswertung oder ähnlichem, nicht nur einfach aus der Trommel rausfallen sondern nach Möglichkeit auch in 4 dafür vorgesehene Behälter weitergeleitet werden. Zu diesem Zweck werden zum einen diese 4 verschliessbaren Behälter benötigt und zum anderen ein Mechanismus um die Behälter gezielt öffnen und schliessen zu können. Als Lösung dieser Problemstellung kam uns die Idee die Behälter hintereinander unter einer Schiene zu montieren. Auf dieser Schiene kann ein kleines Fahrzeug sich bewegen und über entsprechende Bauteile einen Öffnungsmechanismus betätigen. Die Behälter bestehen aus Papier und sind an der Schiene befestigt. Nach oben hin sind sie mit beweglichen Teilen aus Pappe abgeschlossen. Diese Teile stellen eine Art Klappe dar. Soll die Klappe geöffnet werden muss ein Zahnrad um einen bestimmten Winkel gedreht werden was einen Arm unterhalb der

Teile aus Pappe dazu veranlasst sich mit zu drehen. Dadurch wird die Pappe nach oben gebogen und die Klappe ist geöffnet so dass eine Kugel den Behälter erreichen kann. Die dahinter liegenden Behälter sind damit auch für weitere Kugeln nicht mehr erreichbar und somit geschlossen. Das Fahrzeug, welches den Öffnungsmechanismus betätigt, hat 4 Räder die alle von einem Motor angetrieben werden. An seiner Unterseite ist ein Lichtsensor befestigt. Anhand eines dafür angefertigten Papierstreifens mit Markierungen kann bestimmt werden wann eine Klappe vollständig geöffnet ist. Somit kann das Fahrzeug immer eine Klappe öffnen und anschliessend stoppen. Ein weiterer Lichtsensor wurde am Fahrzeug angebracht auf Höhe der Sichtfenster der Kugelbehälter. Über diesen kann erkannt werden ob eine Kugel gültig ermittelt wurde. Anschliessend wird ein neuer Zyklus gestartet um die nächste Kugel zu ziehen bzw. es wird alles gestoppt im Falle der gültigen Ziehung der letzten Kugel. Die entsprechenden Bilder im Anhang sollten den Aufbau der Schiene, der Verschlussklappen und des Fahrzeugs relativ gut dokumentieren.

2.3 Funktionsweise der Konstruktion

Die angedachte Funktion des gesamten soll wie oben beschrieben den Vorgang einer Lotteriezziehung darstellen. Dabei dient die Trommel zur Ermittlung der Kugel aus einem Pool vorgegebener Kugeln. Dies geschieht indem die Trommel zum Mischen sich zunächst beliebig oft in eine Richtung dreht. Anschliessend muss sich diese dann mind. 1 Umdrehung in die Gegenrichtung bewegen um eine Kugel zu ermitteln und auszuwerfen. Die Kugel wird dabei von der Schiene gefangen und in den gerade geöffneten Behälter weitergeleitet. Der angebrachte Sensor bewirkt dann einen Neustart dieses Zyklus zur Ermittlung der nächsten Kugel. Parallel dazu wird über das Fahrzeug die nächste Klappe geöffnet und die Sensoren in die korrekte Position gebracht. Dazu wird wie schon beschrieben ein Papierstreifen mit eingezeichneten Markierung benötigt. Diese Markierungen stellen gewissermaßen Wegpunkte des Fahrzeugs dar an denen es gestoppt werden muss. Die im Anhang befindlichen Bilder machen die Funktionsweise und den Ablauf deutlich.

3. Realisierung der Softwaresteuerung

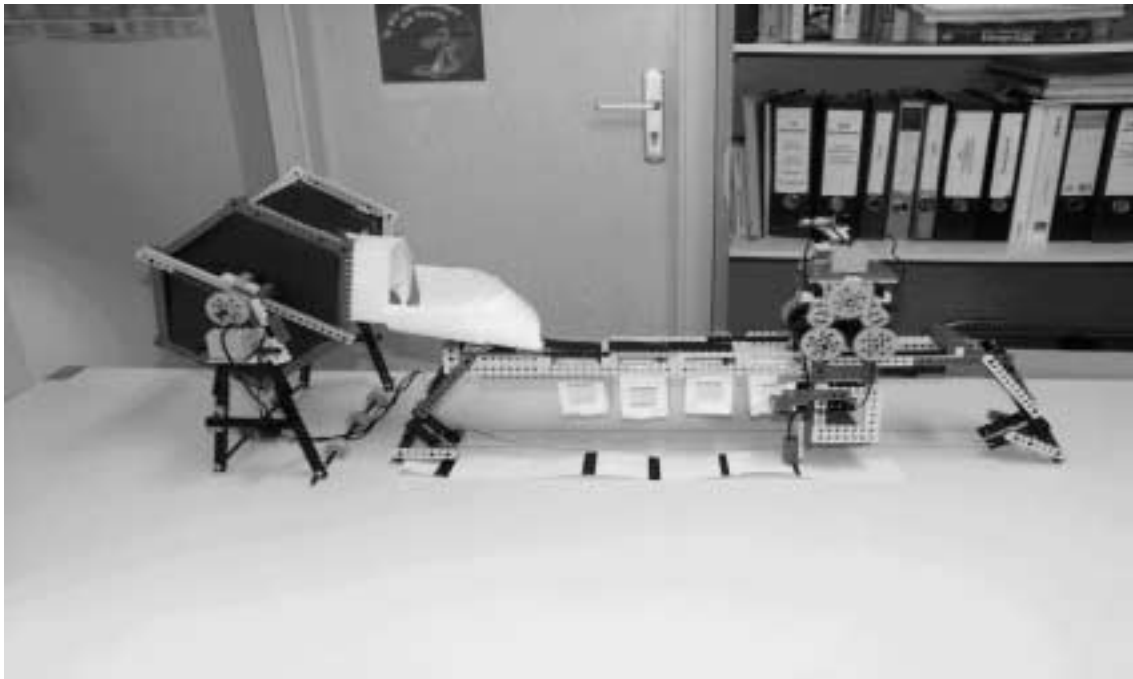
Neben der eigentlichen Konstruktion wird zum korrekten Betrieb eine Software benötigt. Diese Software wird in das RCX geladen und dort ausgeführt. Erstellt wurde der Quellcode der Software mit dem Bricx Command Center von Marc Overmars. Dies basiert auf einer von David Baum entwickelten Programmiersprache genannt NQC (Not Quite C). Wie der Name schon sagt ist diese Sprache sehr an das bekannte C angelehnt und somit sehr leicht erlernbar. Erstellt wurde von uns eine Software welche, einmal gestartet, eine autonome Ziehung von 4 Lottokugeln vornimmt und dazu die Konstruktion entsprechend steuert. Es erfolgt eine autonome Verarbeitung der Daten der Sensoren. Basierend auf diesen Daten werden die Motoren für die Drehung der Trommel und die Bewegung des Fahrzeugs angesteuert. Wurde das Programm für eine komplette Lotterieziehung abgearbeitet wird das Fahrzeug in seinen Ausgangszustand zurück bewegt und die Trommel gestoppt. Der Quellcode des Programms befindet sich ebenfalls im Anhang zur Einsicht.

4. Zusammenfassung/Ausblick

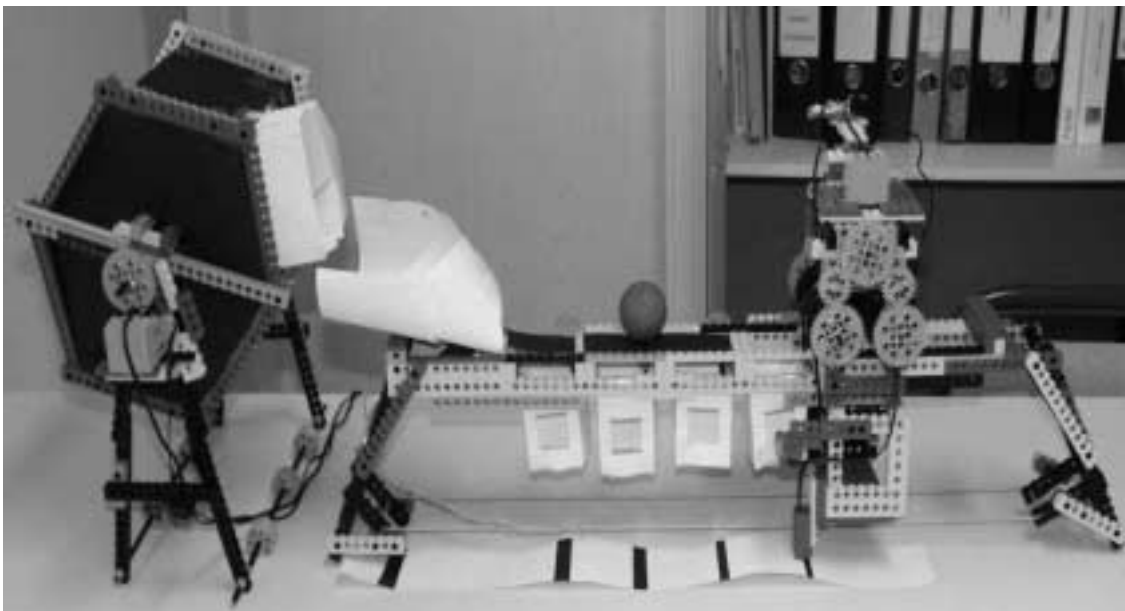
Zusammenfassend kann das Projekt als erfolgreich abgeschlossen betrachtet werden. Eine Inbetriebnahme erfolgte und ein kompletter Funktionstest wurde durchgeführt. Somit scheinen Konstruktion und Steuersoftware weitestgehend problemlos zusammen zu arbeiten. Die meisten Probleme bereitete bei diesem Projekt der Aufbau der Konstruktion. So zeigten sich deutliche Belastbarkeitsgrenzen der Motoren aber auch der Sensoren (Reichweite des Lichtsensors). Weitere Probleme ergaben sich bei dem Öffnungs-/Schliessmechanismus der Behälterklappen. Diese lassen sich wahrscheinlich durch die enorme Belastung der Schiene durch das Fahrzeug erklären. Das Gewicht des Fahrzeug scheint die Schiene nach unten hin ein wenig durch zu beugen so daß die Zahnräder der Klappen in diesem Fall nicht immer greifen. Dies könnte durch eine Stabilisierung der Schiene ausgeglichen werden was aber mit Legosteinen hier nicht möglich ist. Auch eine Vergrößerung der Behälteranzahl sowie der Kugeln in der Trommel müsste mit weitgehenden Umbaumaßnahmen einhergehen um eine Stabilität in der Funktionsweise her zu stellen. Die Software für die Steuerung an sich könnte ebenfalls noch ausgebaut werden um z.B. eine bestimmte Melodie bei einer bestimmten gezogenen Farbe zu spielen. Durch uns wurde es hierbei belassen da die korrekte Funktionsweise des Gesamtmodells im Vordergrund stand.

Anhang A -- Bilder zur Veranschaulichung der Konstruktion & Funktion

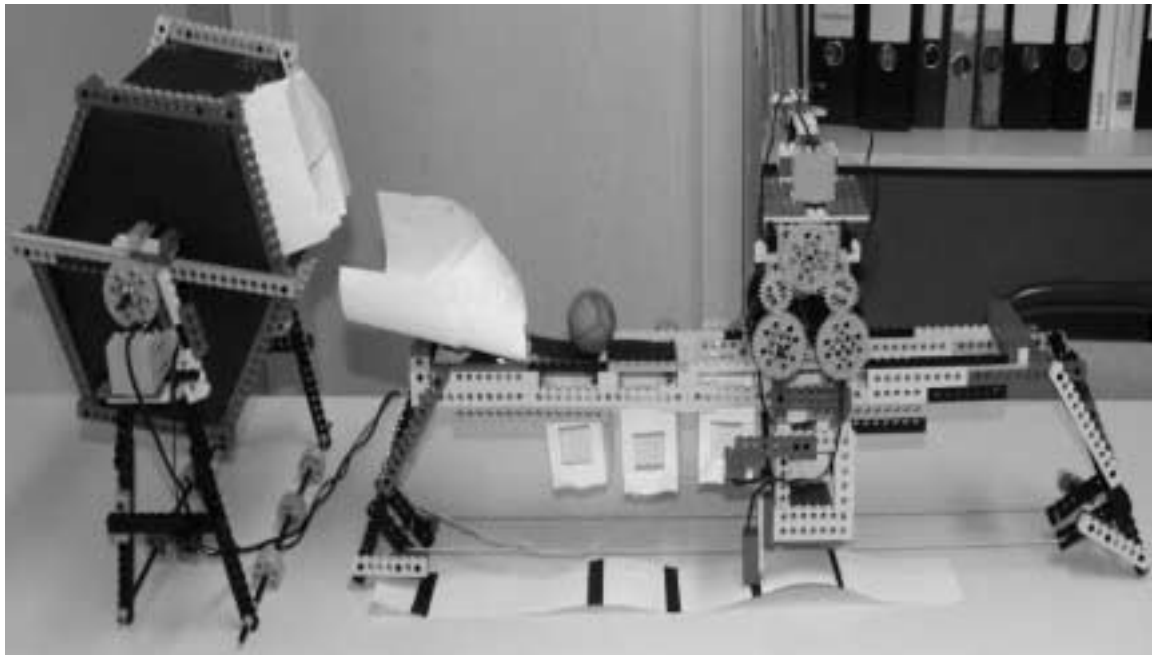
a) Funktionsweise Modell



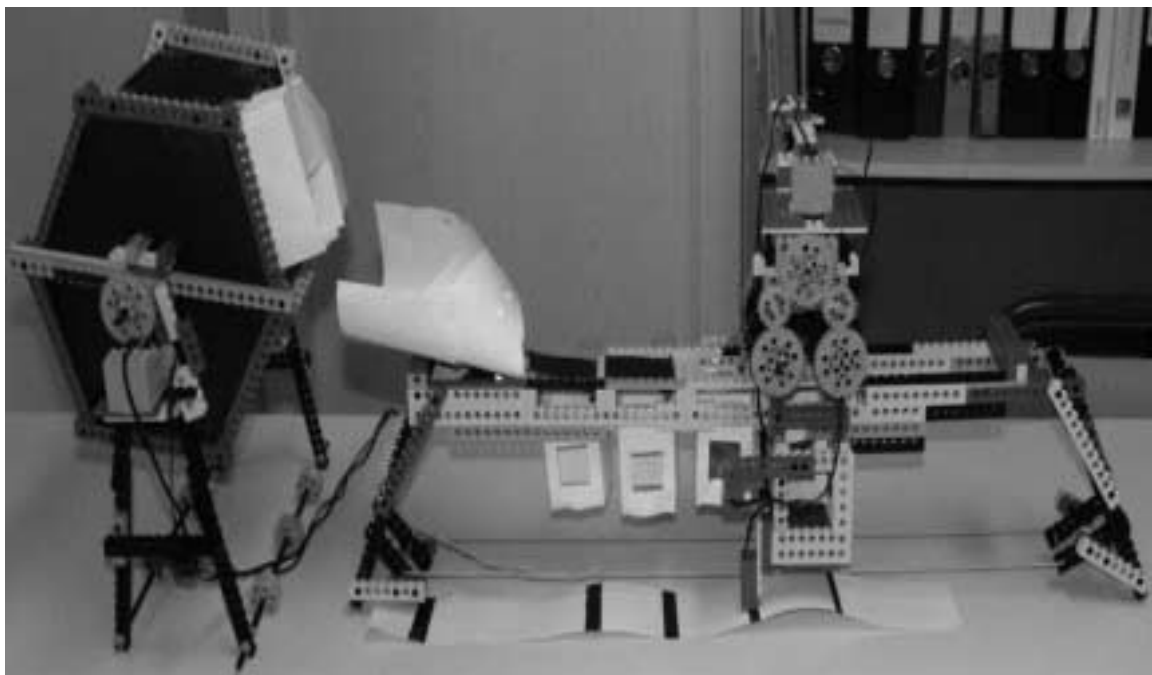
Gesamtansicht des Modells -- Ball auswerfen



Gesamtansicht des Modells -- Weiterleitung zum Behälter

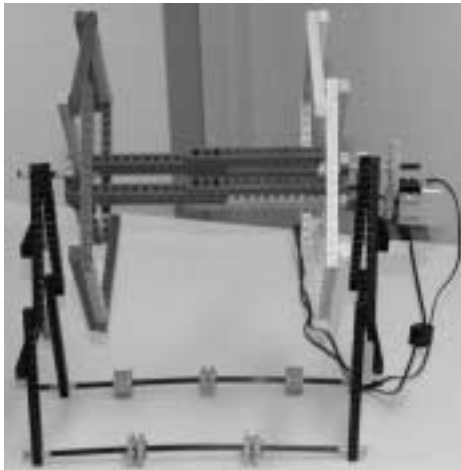


Gesamtansicht des Modells -- Zweiter Behälter geöffnet & 2. Ballweiterleitung

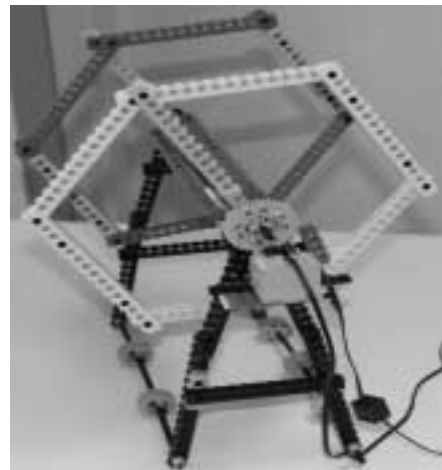


Gesamtansicht des Modells -- Ball in 2. Behälter

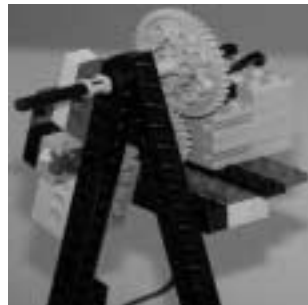
b) Trommel



Frontansicht

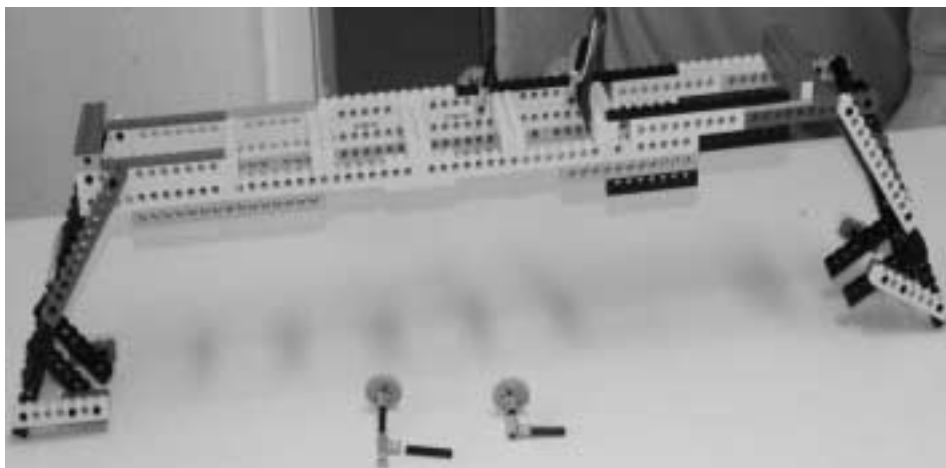


Seitenansicht



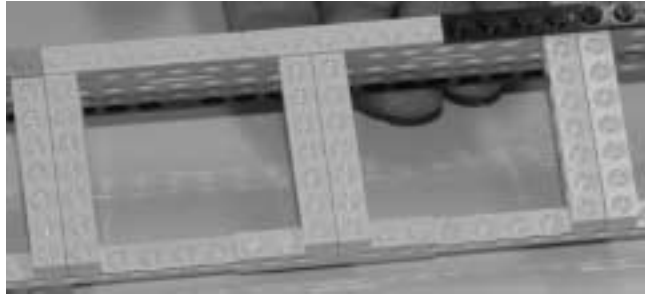
Antrieb & Drucksensor

c) Schiene, Behälterklappen



Gesamtansicht Schiene mit Teileansicht der Behälterklappe

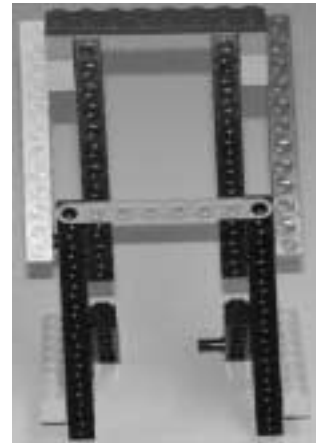




Draufsicht Schiene - Ballbehälterbreite

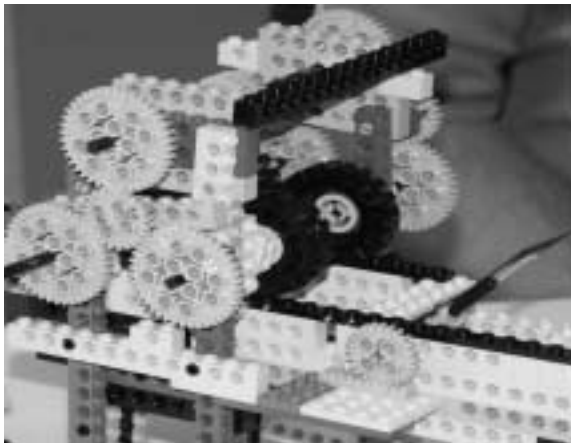


Seitenansicht Standbein

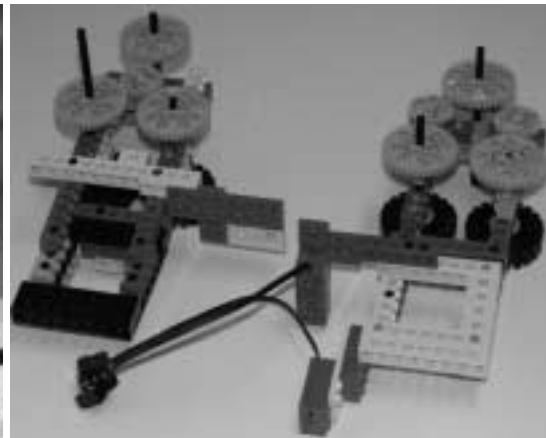


Vorderansicht Standbein

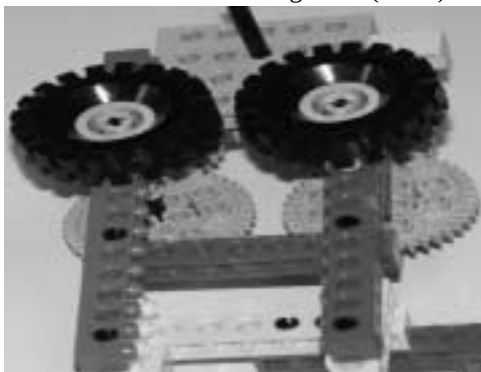
d) Öffnungsmechanismus & Fahrzeug



Fahrzeug auf Schiene (oben)
Innenseite einer Fahrzeughälfte (unten)



Fahrzeughälften Aussenseiten (oben)
Antrieb einer Hälfte (unten)



Anhang B -- Quellcode der Software zur Steuerung

```
#define light_color 750
```

```
int gp_flag; // Flag zur Kommunikation zw. task trommel und task schiene
```

```
task main()
```

```
{
    start trommel; //beide Tasks starten
    start schiene;
}
```

```
task schiene ()
```

```
{
    int loop_count;
    int light_sens3;
    SetSensorType (SENSOR_1, SENSOR_TYPE_LIGHT); //Sensoren und Motoren initialisieren
    SetSensorMode (SENSOR_1, SENSOR_MODE_RAW);
    SetSensorType (SENSOR_3, SENSOR_TYPE_LIGHT);
    SetSensorMode (SENSOR_3, SENSOR_MODE_RAW);
```

```
    SelectDisplay(DISPLAY_SENSOR_3);
    SetPower(OUT_A,8);
    SetDirection(OUT_A,OUT_FWD);
    SetOutput(OUT_A,OUT_ON);
```

```
    loop_count = 0;
    light_sens3 = 0;
    gp_flag = 0;
    do
    {
        do
        {
            if (SENSOR_1 > light_color) //wenn schwarze Markierung erreicht ?
            {
                SetOutput(OUT_A,OUT_OFF); // Motor aus -> stop
                break;
            }
        }while(1);
```

```
        Wait(50); //halbe sekunde warten zum beruhigen des Lichtsensors - vorsichtshalber
        light_sens3 = 0;
        light_sens3 = SENSOR_3; //aktuellen Sensorwert speichern
        //solange aktueller Sensor innerhalb von +/- 10 um gespeicherten Wert warten
        //Abweichung grösser bedeutet Ball ist in Behälter gefallen
        do{}while ((SENSOR_3 <= light_sens3+10) && (SENSOR_3 >= light_sens3-10));
        gp_flag = 1; //Flag an Trommel Task setzen
```

```
        if (loop_count < 3)
        {
            SetOutput(OUT_A,OUT_ON); //Motor wieder starten
            do{} while(SENSOR_1 > light_color);
        }
        loop_count = loop_count + 1;
    }while(loop_count < 4); //wenn 4 mal durchgefuehrt -> alle Kugeln gezogen
```

```
SetDirection(OUT_A,OUT_REV); //Motoren umstellen und in Ausgangspos. fahren
SetOutput(OUT_A,OUT_ON);

Wait(500);

SetOutput(OUT_A,OUT_OFF);
}
```

task trommel ()

```
{
  int loopcnt;
  SetSensorType (SENSOR_2, SENSOR_TYPE_TOUCH);
  SetSensorMode (SENSOR_2, SENSOR_MODE_BOOL);

  loopcnt = 0;
  do
  {
    SetPower(OUT_B,1);
    SetDirection(OUT_B,OUT_REV); //mischen
    SetOutput(OUT_B,OUT_ON);

    Wait(500); //5 sec warten

    do {
      if (SENSOR_2)
      {
        SetOutput(OUT_B,OUT_OFF);
        break;
      }
    }while(1);

    Wait(200);
    SetPower(OUT_B,1);
    SetDirection(OUT_B,OUT_FWD);
    SetOutput(OUT_B,OUT_ON);

    do {          //Ball fangen
      if (SENSOR_2) break;
    }while(1);

    do {
      if (!(SENSOR_2)) break;
    }while(1);

    do{
      do {
        if (SENSOR_2)
        {
          Wait(40);
          SetOutput(OUT_B,OUT_FLOAT);
          Wait(100);
          break;
        }
      }while(1);
    }
```

```
Wait(200);

if (gp_flag)
{
    loopcnt = loopcnt +1;
    gp_flag = 0;
    break;
}
else SetOutput(OUT_B,OUT_ON);
}while(1);
}while(loopcnt < 4);
}
```