

LEGO-Sortiermaschine

Arne Luck und Henrik Knorr, UniverSaale Jena

1. Einleitung

Jeder, der mit LEGO spielt kennt das Problem: am Ende hat man einen riesigen Haufen unsortierter LEGO-Steine. Wir wollten deshalb eine LEGO-Sortiermaschine bauen, die LEGO-Steine nach drei Farben und drei Größen sortieren kann. Für unsere Maschine verwendeten wir hauptsächlich Teile von LEGO-Technic Sets sowie Zubehör von LEGO MINDSTORMS EV3-Sets. Die Programmierung erfolgte mit der EV3-Software. Unsere Maschine besteht aus vier Teilen mit unterschiedlichen Funktionen. Das sind die Maschinenteile zur Vereinzelung der LEGO-Steine, zur Farbmessung, zur Größenmessung und zur endgültigen Sortierung der Steine nach Farbe und Größe.



Abb.1 unsortierte LEGO-Steine. <https://www.ingka-centres.com/de-de/what-we-do/lego-days>

2. Vereinzelung der LEGO-Steine

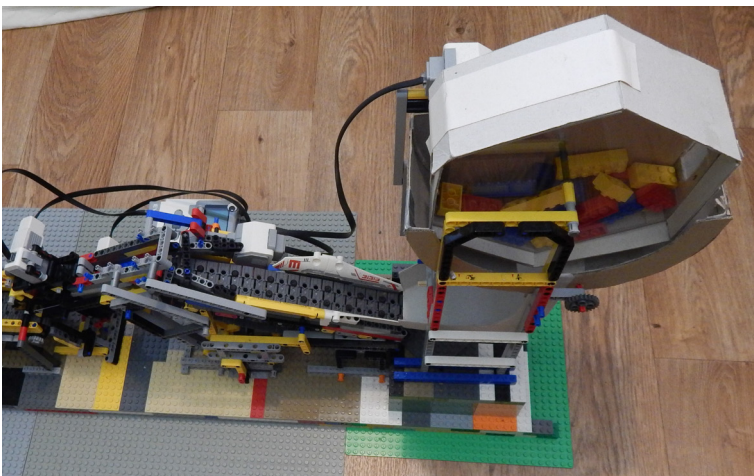


Abb.2 Maschinenteil zur Vereinzelung der LEGO-Steine. Rechts sieht man die Trommel mit den unsortierten Steinen. Darunter sind der Trichter und die Rutsche. Links daneben sieht man das Laufband, das die LEGO-Steine zu den Klappen transportiert. Am linken Rand sieht man eine Schräge mit den Klappen.

Die unsortierten LEGO-Steine kommen in eine Trommel (Abb.2). Diese hat an der Unterseite eine kleine Öffnung und kann sich drehen. Bei der Drehbewegung fallen Steine aus der Öffnung und rutschen über eine Art Trichter und eine Rutsche auf ein Laufband. Dieses Laufband transportiert die Steine zu zwei Klappen (Abb.3). Die Klappen öffnen und schließen sich nacheinander und lassen nur jeweils einen Stein durch. Der Stein rutscht auf das nächste Laufband, das ihn zur Farbmessung transportiert.

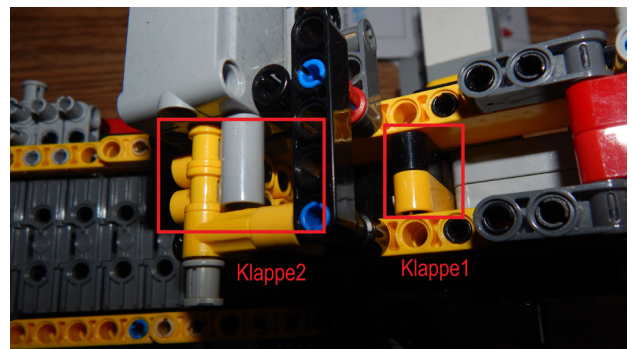


Abb.3 Die zwei Klappen zur Vereinzelung der LEGO-Steine. Wenn sich Klappe 1 öffnet, rutscht ein LEGO-Stein zur Klappe 2. Klappe 1 schließt sich wieder. Direkt danach öffnet sich Klappe 2 und lässt den Stein auf das nächste Laufband rutschen.

3. Farbmessung

Das Laufband transportiert die LEGO-Steine zu einem Tunnel (Abb.5). Falls die Steine aufrecht stehen, werden sie von rotierenden Flügeln, umgeschubst. Im Tunnel befindet sich der Farbsensor (Abb.4), der die Farbe des Steines senkrecht von oben misst und das Ergebnis an den EV3 Stein weitergibt. Der Tunnel soll Störlicht ausschließen und die Messung des Farbsensors zuverlässiger machen. Nach der Farbmessung wird der LEGO-Stein mit Hilfe des Laufbandes zur Größenbestimmung weitertransportiert.

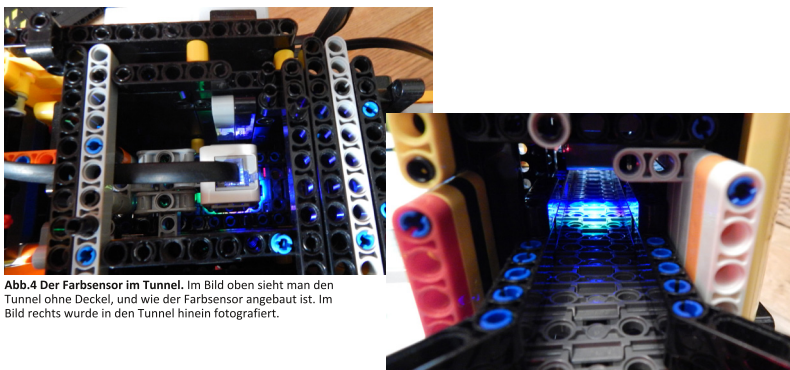


Abb.4 Der Farbsensor im Tunnel. Im Bild oben sieht man den Tunnel ohne Deckel, und wie der Farbsensor angebaut ist. Im Bild rechts wurde in den Tunnel hinein fotografiert.

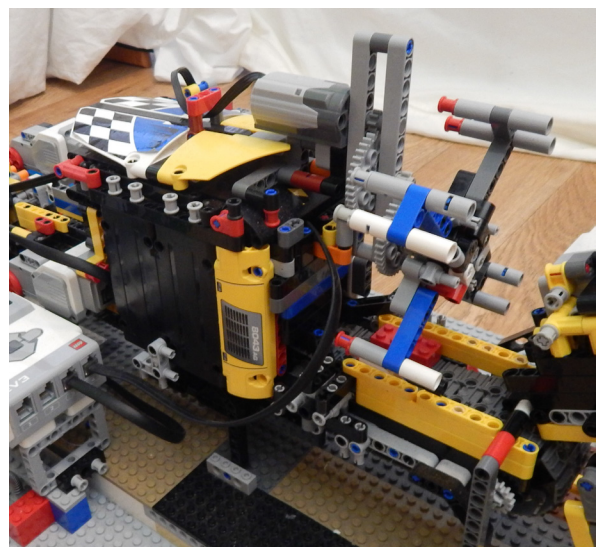


Abb.5 Maschinenteil der Farbmessung. Man sieht rechts die rotierenden Flügel und links daneben den Tunnel, in dem die Farbe der LEGO-Steine gemessen wird.

LEGO-Sortiermaschine

Arne Luck und Henrik Knorr, UniverSaale Jena

4. Größenmessung

Die LEGO-Steine rutschen vom Laufband der Farbmessung über eine kleine Schräge zur Größenmessung (Abb.6 und Abb.8). Der Maschinenteil der Größenmessung besteht aus drei rechtwinklig zueinander angebrachten Laufbändern. An der vierten Seite befindet sich ein EV3-Berührungssensor (Abb.7). Wenn ein LEGO-Stein durch die Laufbänder am Berührungssensor vorbei geschoben wird, wird der Berührungssensor gedrückt gehalten. Sobald der Stein vorbeigefahren ist und der Berührungssensor nicht mehr gerückt wird, wird die Zeit gestoppt. Der EV3-Stein vergleicht dann, zu welcher LEGO-Stein-Größe die Zeit passt.

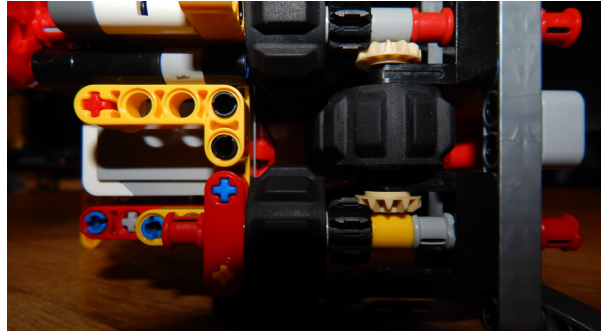


Abb.7 Größenmessung. Man sieht die drei Laufbänder (oben, rechts, unten) und den Berührungssensor (links).



Abb.6 Maschinenteil der Größenmessung. Man sieht rechts das Laufband, das die LEGO-Steine von der Farbmessung zur Größenmessung transportiert. Danach rutschen die Steine über eine kleine Schräge zur Größenmessung. Im Hintergrund sieht man den Zug mit den Boxen der richtigen Farbe.

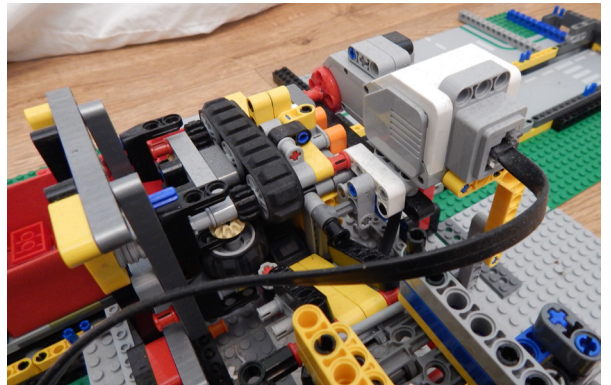


Abb.8 Größenmessung. Die Größenmessung aus einer anderen Perspektive.

5. Sortierung nach Farbe und Größe



Abb.9 Ein LEGO-Stein fällt in den Zug.

Dieser Maschinenteil wird durch die Informationen von der Farb- und Größenmessung gesteuert. Sobald die Farbe des LEGO-Steines gemessen wurde, wird der Zugteil mit der entsprechenden Farbe ans Ende der Größenmessung gefahren. Nachdem die Größe des Steins bestimmt wurde, wird der Behälter für Steine in der entsprechenden Größe in Position gefahren. Das heißt sobald der Stein aus der Größenmessung herauskommt, fällt er in die vorgegebene Box für die richtige Farbe und Größe (Abb.9). Der Zug wird von einem Motor angetrieben und kann nur nach vorne und hinten fahren (Abb.10). Wenn der Stein in der richtigen Box liegt, ist der Sortierungsprozess beendet, und man kann die sortierten Steine einfach herausnehmen.

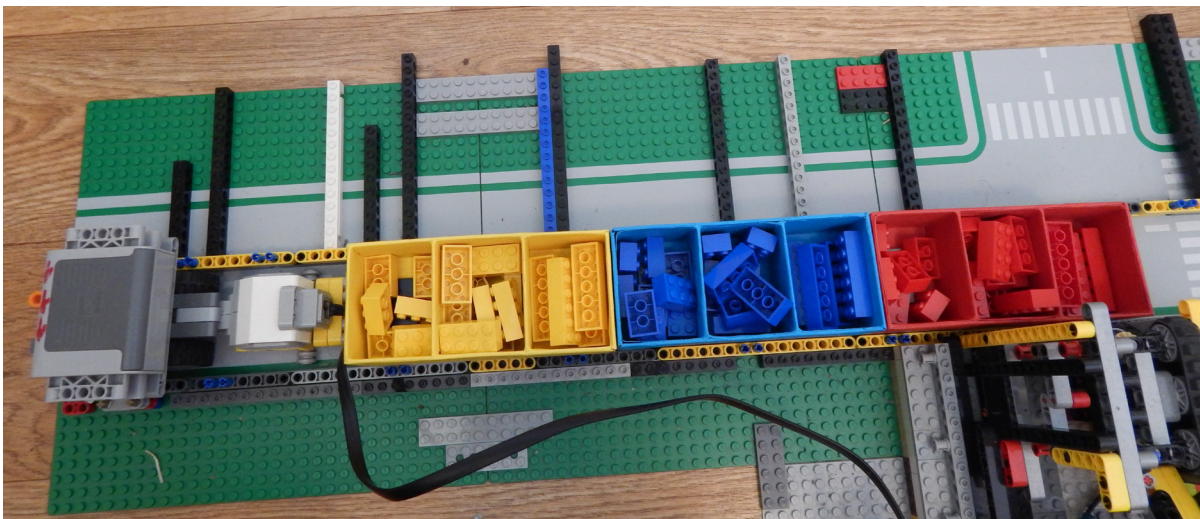


Abb.10 Der Zug mit den sortierten Steinen. Links sieht man den Motor, der den Zug vor und zurück fahren lässt. In der Mitte sind die Boxen mit den sortierten Steinen.

LEGO-Sortiermaschine

Arne Luck und Henrik Knorr, UniverSaale Jena

6. Programmierung

Die Programmierung erfolgte mit der EV3-Software. Es wurden zwei EV3-Steine verwendet, die über Bluetooth miteinander verbunden sind und so kommunizieren können. Das Programm (1) auf dem einen EV3-Stein steuert die Vereinzelung der LEGO-Steine, das Programm (2) auf dem anderen steuert die Sortierung.

Das Programm (1) steuert die Drehung der Trommel, das darauffolgende Laufband und die Klappen zur Vereinzelung der LEGO-Steine. Es meldet, an den anderen EV3-Stein, dass ein LEGO-Stein für die Sortierung bereit liegt (Abb.11).

Das Programm (2) auf dem anderen EV3-Stein steuert die Farbmessung die Größenmessung und den Zug. Für die Farbmessung transportiert das Laufband die LEGO-Steine zum Farbsensor, dieser misst die Farbe und der Zug wird entsprechend gefahren. Für die Größenmessung werden die LEGO-Steine am Berührungssensor vorbeigeschoben. Das Programm misst die Zeit, die der Berührungssensor gedrückt gehalten wird. Sobald der Berührungssensor losgelassen wird, wird die Zeit gestoppt und der EV3-Stein vergleicht zu welcher Größe die Zeit passt. Der Zugteil mit der Box entsprechend der Farbe und Größe wird in Position gefahren. Am Ende meldet der EV3-Stein (2) an den EV3-Stein (1), dass ein neuer Stein kommen kann (Abb.12).

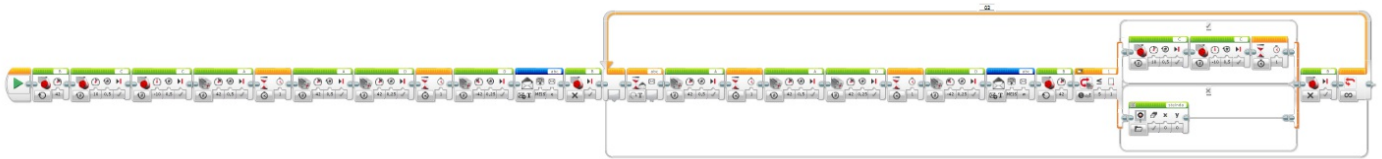


Abb.11 Übersicht des Programmes 1 auf dem ersten EV3-Stein. Dieses Programm steuert die Vereinzelung der LEGO-Steine und kommuniziert mit dem anderen Programm auf dem zweiten EV3-Stein.



Abb.12 Übersicht des Programmes 2 auf dem zweiten EV3-Stein. Dieses Programm steuert die Farbmessung, die Größenmessung und den Zug und kommuniziert mit dem anderen Programm auf dem ersten EV3-Stein.

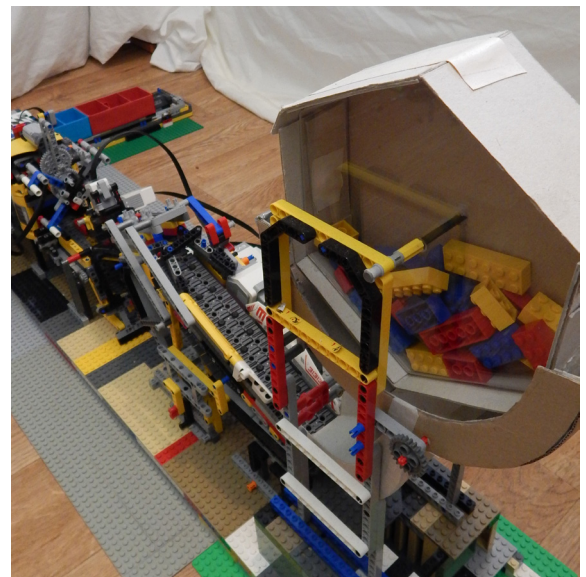
7. Zusammenfassung

Unsere LEGO-Sortiermaschine sollte LEGO-Steine nach drei Farben und drei Größen sortieren. Das funktioniert im Großen und Ganzen sehr gut. Es gibt manchmal Probleme bei der Vereinzelung der LEGO-Steine, da es zwischen Trommel und Trichter sowie zwischen Laufband und Klappen zu Verklemmung der LEGO-Steine kommt. Sehr selten wird die Farbe oder Größe falsch erkannt.

Man könnte theoretisch mit dieser Maschine weitere Farben und längere Steine sortieren. Da der Motor am Zug aber über ein Kabel mit dem EV3-Stein verbunden ist, begrenzt die Länge des Kabels die Länge des Zuges. Mit dem längsten Mindstorms-Kabel sind maximal neun Boxen möglich (drei Farben, drei Größen). Für die Sortierung völlig anderer Formen von LEGO-Steinen wäre diese Maschine nicht geeignet.



Abb.13 LEGO-Sortiermaschine. In den Bildern rechts und oben sieht man unsere Maschine im Überblick.



Wir danken dem Schülerforschungszentrum Jena für die schnelle und unkomplizierte Bereitstellung von LEGO MINDSTORMS-Kabeln und -Farbsensoren.