

**Installation**

Semesterprojekt WS 2017/18

3D-Scanner  
Schienensystem

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis 2

1 Einleitung 3

2 Bedienungsoberfläche 4

2.1 Überblick der verwendeten Komponenten für die Bedienungsoberfläche 4

2.2 Einrichten der Entwicklungsumgebung 5

2.2.1 Sense Software installieren 5

2.2.2 Java installieren 5

2.2.3 Installation der leJOS Tools 5

2.2.4 Eclipse aufsetzen 5

2.3 Vorbereitung des EV3 Bricks 8

2.3.1 Formatieren der MicroSD Karte 8

2.3.2 Erstellen der leJOS-fähigen MicroSD Karte 8

2.3.3 MicroSD Karte an EV3 Brick anschließen 9

2.4 Herstellen einer Bluetooth-Verbindung von Rechner zu EV3 Brick 9

2.5 Entwicklung eines leJOS Programms 10

2.5.1 Erstellen eines Eclipse Projekts 10

2.5.2 Ausführen eines leJOS Programms 10

2.6 Entwicklung der Kontrolloberfläche 13

2.6.1 Scanner 13

2.6.2 ScannerEV3 15

3 Schienensystem 16

3.1 Überblick der verwendeten Komponenten für das Schienensystem 16

3.2 Bau der Schiene (Ring) 17

3.2.1 Aufzeichnen des Rings 17

3.2.2 Befestigen der Scharniere 18

3.2.3 Ausschneiden und Bearbeiten des Rings 18

3.3 Befestigung des Dreibeins 18

3.3.1 Definieren der Punkte des Dreibeins 18

3.3.2 Anbringen der Möbelfüße 19

3.3.3 Anbringen der Stahlrohrfüße 20

3.4 Bau der Plattform 20

3.5 Gesamtaufbau 22

4 Kostenschätzung 23

# Einleitung

Dieses Dokument dient dazu, projektfremden Personen das Aufsetzen der Entwicklungsumgebung für das Projekt 3D-Scanner Schienensystem zu ermöglichen.

Das Projekt ist in zwei Hauptbereiche gegliedert:

* **Bedienungsoberfläche (Software)**: ein eigens entwickelte Scanner-Kontrolloberfläche in Kombination mit der Sense Software
* **Schienensystem (Hardware)**: das gesamte Gerüst, worauf der 3D-Scanner angebracht und um die zu scannende Person/das zu scannende Objekt bewegt wird

Genaueres zur Systemarchitektur finden Sie im Dokument /Documentation/TechnicalDocumentation/**SystemArchitecture.docx**.

# Bedienungsoberfläche

## Überblick der verwendeten Komponenten für die Bedienungsoberfläche

Zur Entwicklung des Teilbereichs für die Bedienungsoberfläche sind einige Werkzeuge notwendig, um Source-Code zu verfassen, testen sowie eine Release-Version zu erstellen.

Systemvoraussetzung für dieses Projekt ist **Windows 10**.

Folgende Software und Hardware wird zur Entwicklung der Bedienungsoberfläche verwendet (wie und wo eine Komponente jeweils verwendet wird, wird in späteren Abschnitten erläutert):

|  |  |
| --- | --- |
| **Software und Version** | **Details** |
| **LEGO Mindstorms EV3 Brick**  https://sh-s7-live-s.legocdn.com/is/image/LEGO/45500?$PDPDefault$ | <https://shop.lego.com/de-AT/Intelligenter-EV3-Stein-45500>  Lego Mindstorms Brick, der verwendet wird, um die Motoren anzusteuern; Brick ist in jedem Lego Mindstorms Bausatz enthalten. |
| **Sense 3D-Scanner (1st gen)** | <https://www.3dsystems.com/shop/sense> |
| **Sense Software** | <https://www.3dsystems.com/shop/support/sense/downloads> |
| **MicroSD Card** | 2GB bis 32GB im FAT32-Format; SDXC nicht unterstützt! |
| **MicroSD Card Reader** | Notwendig ist jedenfalls ein Adapter, mit dem die MircoSD Karte schließlich an den Entwicklungsrechner angeschlossen werden kann. |
| **SD Memory Card Formatter** | <https://www.sdcard.org/downloads/formatter_4/> |
| **Java JDK 1.7** | <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/java-archive-downloads-javase7-521261.html>  Auf dem Brick ist derzeit keine neuere Java-Version lauffähig. |
| **Java JDK 1.8** | [http://www.oracle.com/technetwork/java/ javase/downloads/jdk8-downloads-2133151.html](http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/jdk8-downloads-2133151.html)  Zur Ausführung neuester Eclipse-Versionen ist Java 8 empfehlenswert. |
| **Eclipse IDE für Java Developers** | <https://www.eclipse.org/downloads/> |
| **leJOS Plugin for Eclipse** | siehe Eclipse Market Place |
| **leJOS EV3 0.9.1-beta (EXE) Tools** | <https://sourceforge.net/projects/ev3.lejos.p/files/> |
| **JRE für Lego Mindstorms** | <http://www.oracle.com/technetwork/java/embedded/downloads/javase/javaseemeddedev3-1982511.html> |

## Einrichten der Entwicklungsumgebung

### Sense Software installieren

Im späteren Verlauf ist die Sense Software erforderlich, um mit dem Sense 3D-Scanner ein 3D-Modell zu erfassen.

Die Sense Software kann unter obenstehendem Link heruntergeladen werden.

Bei am PC angeschlossenem Sense Scanner kann mit der Sense Software eine Person/ein Objekt eingescannt werden und ein 3D-Modell abgespeichert werden (zB als .obj-Datei).

### Java installieren

Folgende Java-Tools müssen installiert werden:

* **JDK 1.8** zur Ausführung von Eclipse
* **JDK 1.7** zur Programmierung des Bricks (dieser unterstützt derzeit nur  
   Java 7)

### Installation der leJOS Tools

Damit ausführbare Programme für den EV3 Brick entwickelt werden können, sind die leJOS Tools notwendig. Durch Installation der Tools (C:\Program Files\leJOS EV3) werden

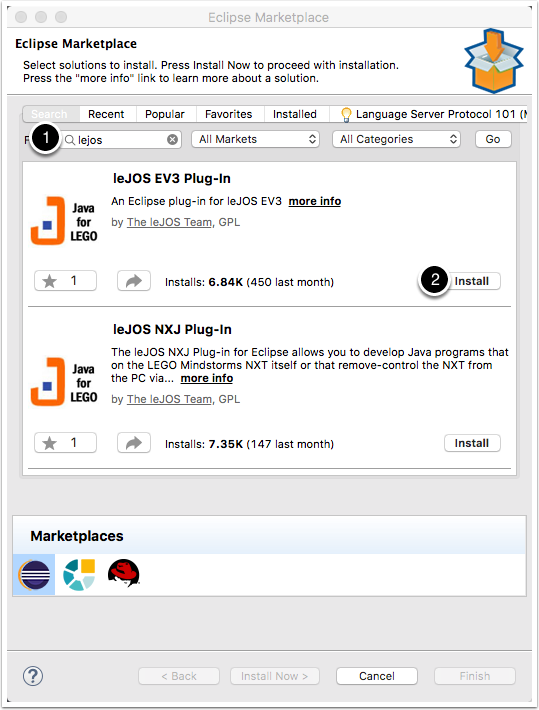
* Java Libraries
* sowie das leJOS Betriebssystem für den Brick

bereitgestellt.

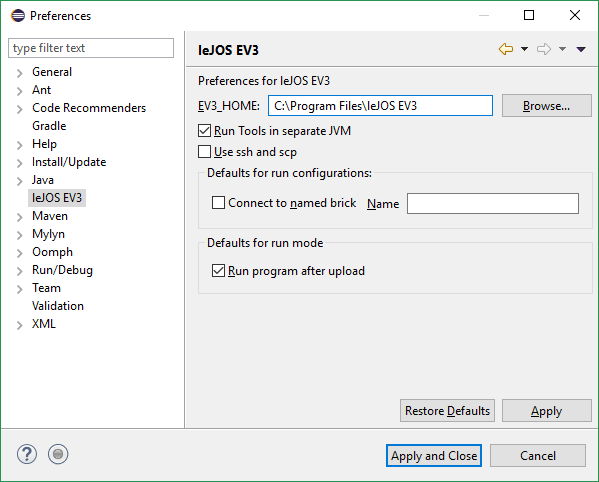
### Eclipse aufsetzen

Entsprechend der obigen Auflistung wird Eclipse für Java Developers auf dem Entwicklungsrechner installiert.

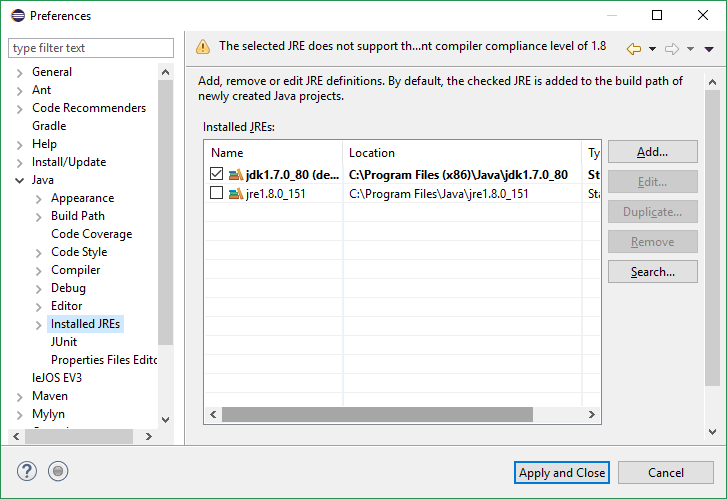
Weiters dient das leJOS Eclipse Plugin später zur Installation von leJOS Projekten auf dem Brick. Dazu wird folgendes Paket für Eclipse installiert:



Unter Window>Preferences können die Settings für leJOS nochmals überprüft werden.



Unter Window>Preferences>Java>Installed JREs wird das JDK 1.7 hinzugefügt.



## Vorbereitung des EV3 Bricks

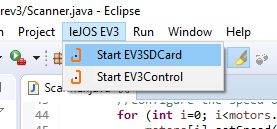
### Formatieren der MicroSD Karte

Zu Beginn wird die MicroSD Karte mit passendem Adapter mit dem Entwicklungsrechner verbunden.

Mithilfe des Programms SD Memory Card Formatter (siehe oben) wird die MicroSD Karte mit FAT32 formatiert.

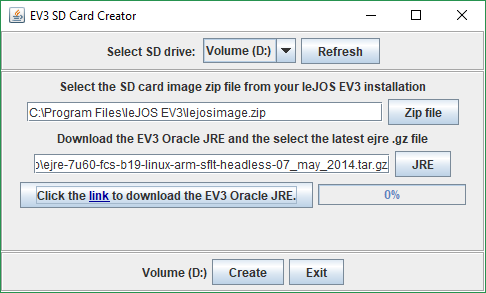
### Erstellen der leJOS-fähigen MicroSD Karte

Von Eclipse aus wird der leJOS SD-Card Creator gestartet.



Drei Dinge werden dabei festgelegt:

1. Auswahl des Laufwerkbuchstabens der MicroSD Karte
2. Pfad zum leJOS Image (standardmäßig: C:\Program Files\leJOS EV3\lejosimage.zip)
3. Pfad zum JRE für Mindstorms (zB C:\...\Downloads\ ejre-7u60-fcs-b19-linux-arm-sflt-headless-07\_may\_2014.tar.gz)



Mit „Create“ wird die Vorbereitung der MicroSD Karte abgeschlossen.

### MicroSD Karte an EV3 Brick anschließen

Die mit leJOS ausgestattete MicroSD Karte wird an den Lego Mindstorms Brick angeschlossen.

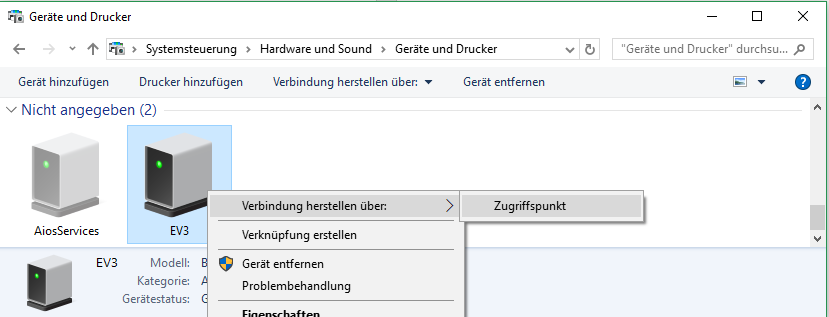


Wird der Brick anschließend gestartet (mittlerer Knopf), wird von MicroSD Karte gebootet und leJOS gestartet.

## Herstellen einer Bluetooth-Verbindung von Rechner zu EV3 Brick

Als ersten Schritt muss vom PC ein Pairing mit dem Brick als Bluetooth-Gerät hergestellt werden.

1. Am EV3 Brick wird im Bluetooth Menü die Sichtbarkeit eingestellt.
2. In Windows 10 kann nun der Brick unter „Bluetooth- und andere Geräte“ gefunden werden (Bluetooth- oder ein anderes Gerät hinzufügen).
3. Sobald der Brick gefunden ist (Name: „EV3“) wird die Kopplung mit dem Pin des Bricks bestätigt. Dieser lautet standardmäßig „1234“.
4. Als letzten Schritt muss ein PAN mit dem Brick hergestellt werden (ähnlich wie ein Wireless Netzwerk), damit eine TCP/IP Kommunikation zwischen Rechner und Brick erfolgen kann. Die Vorgehensweise ist wie folgt im Screenshot:

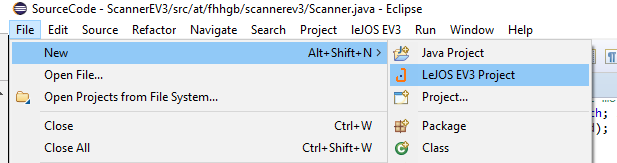


## Entwicklung eines leJOS Programms

### Erstellen eines Eclipse Projekts

In Eclipse steht durch das leJOS Plugin ein neues Projekt-Template zur Verfügung.

Ein neues „LeJOS EV3 Project“ wird demnach definiert.



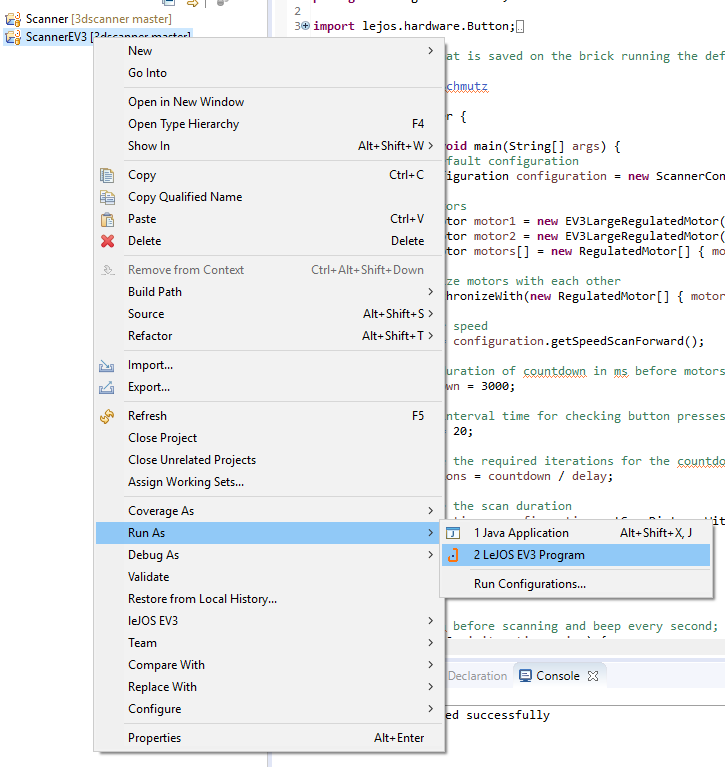
### Ausführen eines leJOS Programms

Für die Entwicklung von leJOS Projekten bestehen zwei Varianten:

1. Installation & Ausführung des Java Programms auf dem EV3 Brick
2. Ausführung des Java Programms auf dem Entwicklungsrechner und Steuerung des EV3 Bricks mittels RMI

**Variante a)**

Zur Installation und Ausführung des Programms auf dem Brick, wird das leJOS Plugin für Eclipse genutzt und beim Starten des Programs (Run As) ausgewählt.



Anmerkung: Dabei muss eine aktive Verbindung von Rechner zu Brick bestehen (Bluetooth, USB oder WiFi; in diesem Dokument wird lediglich die Variante Bluetooth betrachtet).

Beispielprogramm:

public class HelloWorld **{**

public static void main**(**String**[]** args**)** **{**

System**.**out**.**println**(**"Hello World!"**);**

Sound.beep();

Button**.**waitForAnyPress**();**

**}**

**}**

**Variante b)**

Hierbei wird das Java-Programm lokal auf dem Rechner ausgeführt. Mithilfe der entsprechenden Klassen kann mittels RMI der Brick gesteuert werden, wenn eine Verbindung von dem Rechner zum Brick besteht.

Beispielprogramm:

public class HelloWorld **{**

public static void main**(**String**[]** args**)** **{**

Brick brick **=** **new** RemoteEV3**(**"10.0.1.1"**);**

TextLCD lcd **=** brick**.**getTextLCD**();**

lcd**.**drawString**(**"Hello World!"**,** 0**,** 0**);**

Audio audio **=** brick**.**getAudio**();**

audio**.**systemSound**(**0**);**

**}**

**}**

**Anmerkung**: Es ist zu beachten, dass sich die verwendeten Klassen für Variante a) und b) unterscheiden!

Begründung:

Variante a) wird direkt auf dem Brick ausgeführt.

Variante b) steuert den Brick vom Rechner aus mittels RMI.

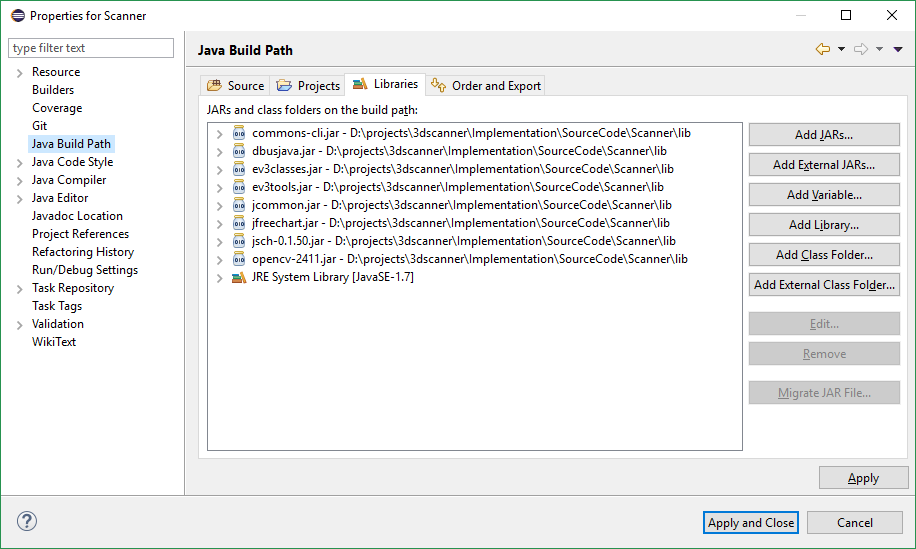
## Entwicklung der Kontrolloberfläche

Das Gesamtpaket besteht aus zwei Projekten:

* **Scanner** Java-Programm für PC mit grafischer Oberfläche zur  
   Steuerung des Bricks per Bluetooth und RMI
* **ScannerEV3** Java-Programm für den Brick, das als Ausfallmaßnahme  
   des ersten Programms dienen soll und beim Start einen  
   Scan-Vorgang durchführt.

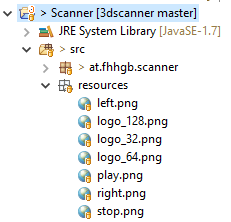
### Scanner

Für das Hauptprojekt am Rechner werden dazu die benötigten JARs für leJOS nochmal manuelle hinzugefügt. Project>Properties>Java Build Path



Grund für diese Maßnahme ist, dass anschließend eine einzelne ausführbare JAR-Datei exportiert wird, die all die leJOS JARs beinhalten soll.

Weiters werden Bilder in ein eigenes Package im Java Projekt eingefügt:



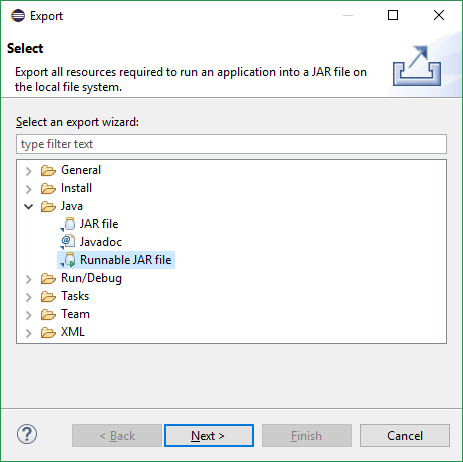
In Java werden die Bilder wie folgt ausgelesen:

Image img **=**

ImageIO**.**read**(**getClass**().**getResource**(**"/resources/left.png"**));**

Das hat den Vorteil, dass anschließend auch die Bilder in die endgültige JAR Datei gepackt werden können.

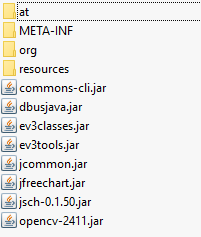
Als letzten Schritt wird in Eclipse das Projekt als JAR exportiert.



Dabei kann eine dieser beiden Varianten gewählt werden:



Bei Wahl der im Screenshot abgebildeten Variante hat die resultierende JAR-Datei folgenden Inhalt:



### ScannerEV3

Das Backup-Programm wird lediglich über Eclipse auf den Brick installiert, wie es in Punkt 2.4.2 Ausführen eines leJOS Programms Variante a) beschrieben ist.

# Schienensystem

## Überblick der verwendeten Komponenten für das Schienensystem

|  |  |
| --- | --- |
| **Software und Version** | **Details** |
| **LEGO Mindstorms Bausatz** | <https://www.lego.com/en-us/mindstorms/build-a-robot> |
| **2x Holzplatte**  Bildergebnis für holzplatte | 150cm x 75cm x 1,9cm (LxBxH) |
| **2x Scharniere**  Bildergebnis für scharniere |  |
| **Aktives USB Kabel** | Optimale Länge: 10m |
| **Holzkeile**  Bildergebnis für holzkeile | ca. 5cm x 5cm x 1,5cm |
| **3x Möbelfüße** | Seitenlänge Anbringung: 6cm, Höhe: ca. 15cm |
| **3x Stahlrohrfüße**  Bildergebnis für stahl rohr | Durchmesser muss so gewählt werden, dass die Stahlrohrfüße in die Möbelfüße gesteckt werden können! |
| **Kamerastativ (flexibel)** |  |
| **Hilfsmaterialen** | Schrauben, Klebeband, Schleifpapier, Klemmen |
| **Werkzeuge** | Stichsäge, Schleifmaschine, Akkuschrauber |

## Bau der Schiene (Ring)

Ein Holzring mit folgenden Eigenschaften soll erzielt werden:

15cm

Scharnier

100cm

### Aufzeichnen des Rings

Die beiden Holzplatten werden so aneinandergelegt, dass eine große Platte mit 150cm x 150cm entsteht. Durch Klemmen werden die Hälften vorerst aneinandergehalten.

Anschließend werden an eine Schnur auf der einen Seite ein Nagel und auf der anderen Seite ein Bleistift befestigt, sodass diese 50cm voneinander entfernt sind. Der Nagel wird in die Mitte der Platte eingeschlagen. Damit kann mit dem Bleistift der notwendige Innenring aufgezeichnet werden.

Dasselbe Prinzip gilt für den äußeren Ring mit einer Schnurlänge von 65cm.

### Befestigen der Scharniere

Entsprechend der obigen Grafik werden die Scharniere zentral im Ring angeschraubt, sodass die beiden Einzelplatten verbunden sind.

### Ausschneiden und Bearbeiten des Rings

Mit der Stichsäge wird dann der Holzring entsprechend der obigen Grafik zugeschnitten.

Weiters werden die Kanten danach abgeschliffen.

## Befestigung des Dreibeins

### Definieren der Punkte des Dreibeins

Mit den 3 Stahlrohrfüßen wird ein Dreibein gebildet. Die Keile dienen der Schrägstellung der anschließend darauf befestigten Stahlrohrfüße, damit eine Art nach außen geneigtes Dreibein entsteht, wie zB folgende Grafik zeigt:



Wichtig dabei ist die Positionierung der Beine. Das Ziel ist es, dass drei Punkte im Kreis definiert werden, die ein gleichseitiges Dreieck bilden, um eine optimale Lastenverteilung zu erzielen.

Bein

Der Umkreisradius eines gleichseitigen Dreiecks ist definiert durch:

rU…Umkreisradius

a…Seitenlänge des gleichseitigen Dreiecks

Der Radius des Umkreises ist gegeben durch den inneren Kreis des Holzrings (50cm). Wird dann auf a umgeformt, erhält man den Abstand zwischen den Beinen im Inneren des Rings.

Wird für rU nun 50cm eingesetzt, erhält man für a:

Dementsprechend werden die Positionen für die Beine markiert.

### Anbringen der Möbelfüße

Anhand der eben erstellten Markierungen werden die Möbelfüße mit den Holzkeilen gemeinsam angebracht. Von der Seitenansicht soll dies folgendermaßen aussehen:

Möbelfuß

Ring (Querschnitt)

Holzkeil

außen

innen

### Anbringen der Stahlrohrfüße

Sind die Möbelfüße angebracht, so werden die Stahlrohrfüße in die Möbelfüße gesteckt, womit folgender Aufbau entsteht (ohne 3D-Scanner und Plattform):



## Bau der Plattform

Aus den Restteilen der beiden Holzplatten wird eine Plattform gebaut.

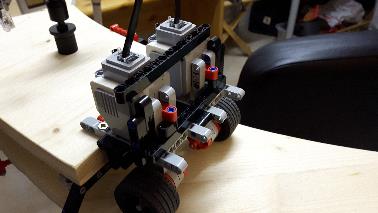
Diese hat die Grundform eines Ringsektors mit derselben Breite, die der Ring besitzt (15cm).

ca. 25cm

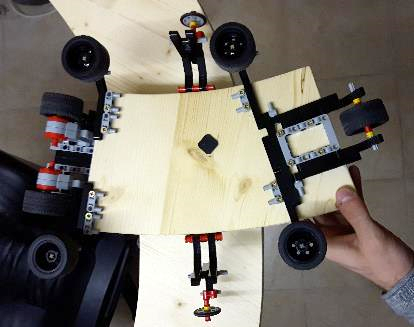
15cm

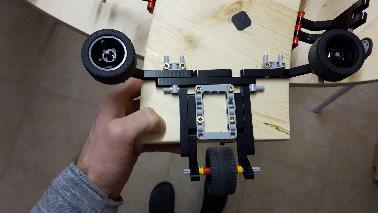
Die Plattform wird anhand des Rings auf ein übriges Holzteil angezeichnet. Die genau Abmessung von 25cm an der äußeren Seite des Sektors muss nicht eingehalten werden. Wichtig ist, dass für die Platzierung der Motoren und des Lego Bricks genug Platz bleibt.

Nach Anbringen aller Lego Technic Teile an die Plattform liegt folgendes Konstrukt vor:





## Gesamtaufbau

Wird das gesamte System zusammengesetzt, lässt sich folgender Aufbau erzielen:



# Kostenschätzung

Die Kostenschätzung wird unter der Annahme vorgenommen, dass das Lego Mindstorms Set mit MicroSD Karte, der 3D-Scanner mit dazugehöriger Software und Kleinteile wie zB Schrauben bereits vorliegen. Der Fokus liegt also darauf, wie viele Kosten für das Endprodukt anfallen, wenn die genannten Komponenten bereits im Besitz der FH Hagenberg sind, da möglichst kostengünstig ein brauchbares Produkt erstellt werden soll.

|  |  |
| --- | --- |
| Holzplatte (150cm x 150cm) | 56,- |
| Scharniere | 5,- |
| Kamera-Stativ beweglich | 16,- |
| Dreibein | 35,- |
| USB-Kabel-Verlängerung aktiv | 14,- |
|  | **126,-** |