



## Die Aufgabenstellung

Die diesjährige ROBORACE-Aufgabe ist dem klassischen Problem des „Ball-auf-Platte-Systems“ aus der Regelungstechnik nachempfunden, bei dem ein Ball auf einer kippbaren Ebene kontrolliert bewegt werden soll. Wenn die Bewegung des Balls auf eine eindimensionale Bewegung reduziert wird, wird es auch als „Ball-and-Beam-System“ bezeichnet.

Ziel der Aufgabe ist es, ein Roboterfahrzeug zu bauen, welches einen unbekanntem Hindernisparcours, der durch eine schwarze Linie vorgegeben ist, selbständig und möglichst schnell abfährt. Dabei muss auf einer Wippe, die sich auf dem Roboter befindet, ein Ball transportiert werden (siehe Abbildung 1), ohne dass dieser von der Wippe herunterfällt. Dazu kann die Neigung der Wippe aktiv durch einen Motor angepasst werden.

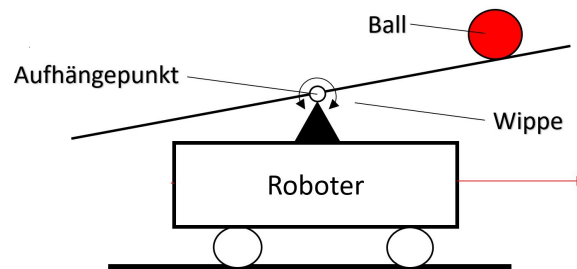


Abbildung 1: Roboter mit Wippe und Ball.

## Die Strecke

Die Strecke ist ca. 80cm breit und hat eine weiße Oberfläche. Die Seitenwände bestehen aus Plexiglas. Der Parcours ist durch eine ca. 2cm breite schwarze Linie vorgegeben. Die Linie ist mindestens 15cm von den Seitenwänden entfernt und hat in den Kurven einen Minimalradius von 15cm. Die Linie dient zur Orientierung und kann kurvig und über Hindernisse verlaufen. Der Verlauf der Linie sowie die Anzahl und Höhe der Hindernisse kann zwischen den Veranstaltungen variieren. Die Hindernisse werden aus Holz gebaut und eine weiße Anti-Rutsch-Folie auf die Oberfläche der Hindernisse aufgebracht. Die Steigung der Fahrbahn kann bis zu 20° betragen. Die Hindernisse sind einheitlich 40cm breit, allerdings unterschiedlich lang. Die Linie verläuft mittig auf den Hindernissen. Der Start findet stets auf einer horizontalen Ebene statt. Die Zeit wird gestoppt, sobald der Roboter die Lichtschranke im Ziel unterbricht. Direkt nach der Ziellichtschranke befindet sich ein 30cm x 30cm großer Zielbereich. In der Mitte des Zielbereichs ist eine blaue Gerade, die die schwarzen Orientierungslinie im Ziel berührt (siehe Abbildung 2). Gelingt es dem Roboter innerhalb des Zielbereiches stehen zu bleiben, gemessen über der vordersten Kante des Roboters (einschließlich Wippe), ohne den Ball zu verlieren, bekommt das Team einen zeitlichen Bonus. Alternativ darf der Roboter nach dem Ziel auch manuell gestoppt werden.

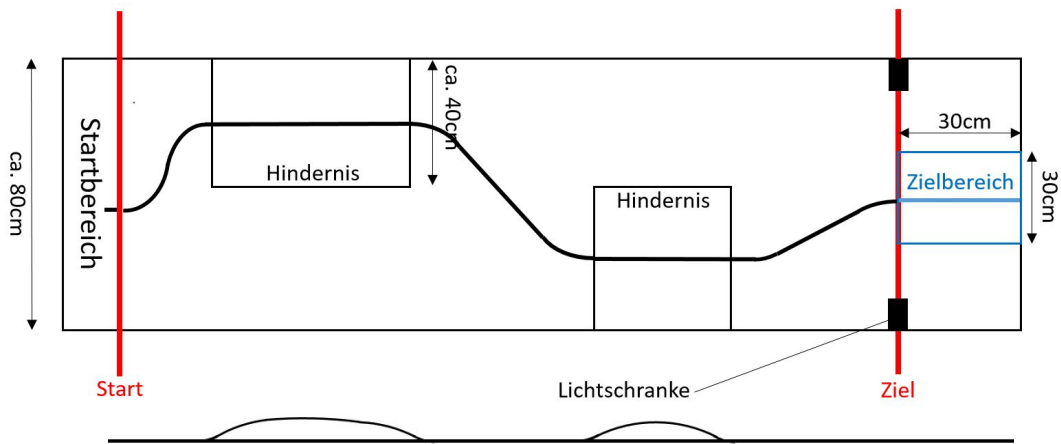


Abbildung 2: Draufsicht und Seitenansicht auf einen möglichen Streckenaufbau.

2:

## Der Ball

Da die Messung der Position eines Balles auf der Wippe durch die vorhandenen Sensoren nicht zuverlässig möglich ist, soll ein rollender Wagen, der auf einer Schiene fährt, statt eines Balles verwendet werden. Für die Vorrunde und das Finale wird ein Wagen gemäß Abbildung 3 gestellt. Für das Testen der Regelung ist eine Bauanleitung auf der Website des Roboraces zu finden. Mit den Rädern wird der Wagen auf die Schienen der Wippe gesetzt. Es muss darauf geachtet werden, dass sich der Wagen auf den Schienen frei bewegen und sich nicht verkantet kann oder eingeklemmt wird. Zu Beginn der Läufe wird die freie Beweglichkeit des Wagens überprüft. Falls sich der Wagen während des Laufes dennoch merklich verkantet oder eingeklemmt, wird der Lauf beendet. Im Folgenden wird der Wagen als "Ball" bezeichnet.

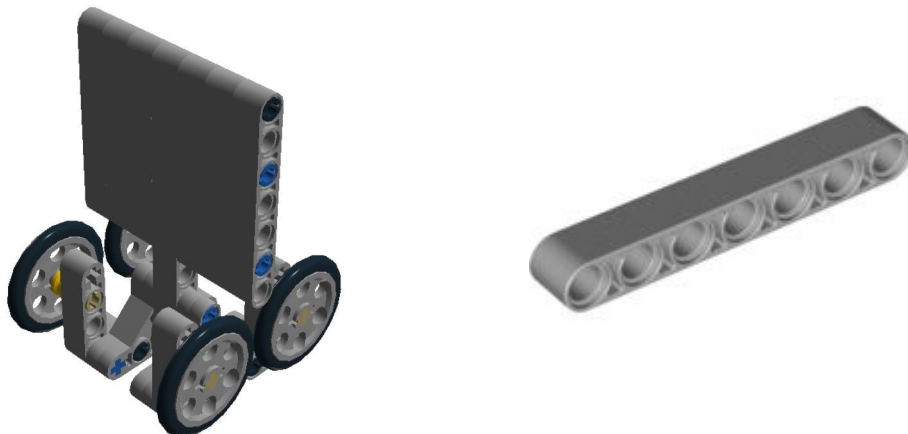


Abbildung 3: Wagen (links) und Bauteil „Strebe“ der Länge 7LE (rechts).



## Die Wippe

Die Wippe befindet sich auf dem Roboter und besteht im Wesentlichen aus zwei geraden Schienen, auf denen sich der "Ball" in Fahrtrichtung des Roboters frei bewegen kann. Beide Schienen müssen zu jedem Zeitpunkt dieselbe Höhe haben. Die Wippe darf also nicht gegenüber der Längsachse gedreht werden. Die Neigung der Wippe darf über einen angebrachten Motor gesteuert werden. Der "Ball" darauf kann über den Ultraschallsensor lokalisiert werden. Daher kann der Ultraschallsensor an einem Ende der Wippe angebracht werden, darf aber niemals den "Ball" berühren.

Die Schienen der Wippe müssen aus den Bauteilen „Strebe“ (siehe Abbildung 3 rechts bzw. Prüfliste) der Länge 7 Lego-Einheiten (LE) bis 13LE gebaut werden. Dabei müssen die Löcher der Legobauteile, und nicht die glatte Seite, nach oben zeigen. Außerdem müssen sich, wie in Abbildung 1 zu sehen, die Schienen auf Höhe des Aufhängepunkts der Wippe befinden. Der Abstand zwischen den beiden Schienen ist durch die Breite des Wagens (ca. 7LE) vorgegeben (die Räder sollen mittig auf den Schienen rollen). Es muss stets darauf geachtet werden, dass sich der "Ball" während der Fahrt nicht verkantet und nicht eingeklemmt wird. Die Länge der Wippe ist durch die maximal zulässigen Maße des Teamroboters (Abbildung 5) begrenzt.

## Messung und Wertung

Als Startsignal dient ein akustisches Signal. Nach dem Signal darf der Roboter manuell gestartet werden. Anschließend ist jedwede Interaktion mit dem Roboter verboten. Gemessen wird die Dauer zwischen dem Startsignal und dem Unterbrechen der Ziellichtschranke durch den Roboter. Die Lichtschranke befindet sich auf einer Höhe von weniger als 5cm.

Fällt der "Ball" von der Wippe herunter, berührt der "Ball" andere Bauteile des Roboters als die Schiene, berührt der Roboter die Wand oder umfährt der Roboter ein Hindernis wird der Lauf beendet. In diesem Fall wird nicht die Zeit gemessen, sondern die Strecke von der Startlinie bis zu der Stelle auf der Orientierungslinie, an der unmittelbar ein Regelverstoß aufgetreten ist bzw. an der der Roboter die Orientierungslinie verlassen hat bevor es zu einem Regelverstoß kam. Generell gilt hier, dass ein Roboter, der die Strecke gemeistert hat, in der Wertung besser bewertet wird, als ein Roboter dessen Lauf vorzeitig beendet wurde.

Erreicht der Roboter nach 3 Minuten nicht das Ziel, gilt der Lauf ebenfalls als beendet und die gefahrene Strecke wird gewertet.



## Qualifikation

Bei dem Testlauf am Donnerstag, den 7. November 2019 muss jedes Team eine Qualifikation bestehen. In dieser Qualifikation muss der Roboter einer schwarzen Linie folgen und 15cm bis 25cm vor einer Wand, gemessen von der vordersten Stelle des Roboters, stehen bleiben (Abbildung 4). Diese Aufgabe muss innerhalb einer Minute erledigt werden. Falls nötig wird ein zweiter Versuch gewährt. Eine Wippe wird für die Qualifikation noch nicht benötigt.

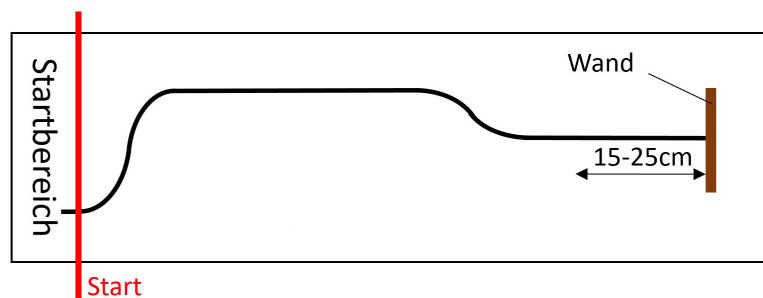


Abbildung 4: Möglicher Streckenaufbau für die Qualifikation.

## Der Wettbewerb

Bei der Vorrunde am Freitag, den 22. November 2019 absolviert jeder Roboter zwei Läufe, von denen der bessere Lauf gewertet wird. Die Teams treten in zwei Gruppen an, von denen jeweils die 10 besten Teams direkt in das Finale einziehen. Von den übrigen Teams ziehen die 10 besten Teams als "Lucky Loser" ebenfalls in das Finale ein.

Im Finale am Freitag, den 29. November 2019 absolviert jedes qualifizierte Team zwei Läufe, von denen wiederum jeweils der bessere Lauf gewertet wird. Die drei besten Teams treten ein drittes Mal an. Die Zeit aus dem dritten Lauf wird zur Zeit des Besseren der ersten beiden Läufe addiert. Sieger ist das Team mit der kleinsten Gesamtsumme.

In der Vorrunde und im Finale werden während den Durchgängen alle Roboter im vorderen Bereich des Veranstaltungsraums auf einem Roboterparkplatz abgestellt und dürfen nicht angepasst werden. Zwischen den Durchgängen gibt es eine Pause von 15 Minuten, in der die Roboter verändert werden dürfen.

Vor jedem Lauf haben zwei Teammitglieder 1 Minute Zeit, um ihren Roboter für den Lauf vorzubereiten.

Während der Wettbewerbsfahrt darf der Roboter nicht von außen – z.B. durch Berühren oder Steuern über die Bluetooth-Verbindung – beeinflusst werden.



In einem Lauf starten je drei Roboter gleichzeitig auf drei identischen Bahnen. Auf welcher Bahn ein Team startet wird in jeder Runde ausgelost.

## Der Teamroboter

Das ausgeteilte LEGO Material umfasst ein LEGO Mindstorms EV3 Basisset und ein LEGO Mindstorms EV3 Ergänzungsset, woraus der Teamroboter und die Wippe ("Ball" wird in den Wettbewerben gestellt) gebaut werden müssen. Diese Sets beinhalten drei Motoren, zwei Berührungssensoren, einen Lichtsensor, einen Ultraschallsensor und einen Gyrosensor. Zusätzlich erhält jedes Team ein Netzteil, einen Akku, ein USB-Kabel und eine Micro SD Karte mit SD Adapter. Für die Konstruktion des Roboters dürfen nur LEGO-Teile aus den bereitgestellten Baukästen verwendet werden (und insbesondere nicht die Unterlagen, CDs oder gar die Kästen selbst).

Der Roboter wird von einem LEGO EV3-Computer-Baustein gesteuert. Die Programmierung ist mit beliebigen Programmiersprachen (z.B. LEGO Mindstorms EV3 Software, NXC, LeJOS) und Betriebssystemen erlaubt. Falls der Roboter mit Java programmieren werden möchte, kann die im Kasten enthaltene Micro SD Karte verwendet werden. Auf dieser befindet sich die aktuelle Version von LeJOS. Um LeJOS zu starten, muss nur die Micro SD in den Roboter gesteckt und der Brick anschließend normal gestartet werden. Der EV3-Roboter darf nur mit den dafür vorgesehenen Batterien, Akkus oder Netzteilen betrieben werden. Das Benutzen der Bluetooth- oder WLAN-Verbindung ist während des Wettbewerbs nicht gestattet.

Zu keinem Zeitpunkt darf der Teamroboter mit Wippe folgende maximale Maße überschreiten: 50 x 20 x 40cm (Länge, Breite, Höhe). Unter einer Höhe von 10cm darf der Roboter eine Länge von 30cm nicht überschreiten (siehe Abbildung 5), um eine reibungsfreie Fahrt durch den Parcours zu gewährleisten.

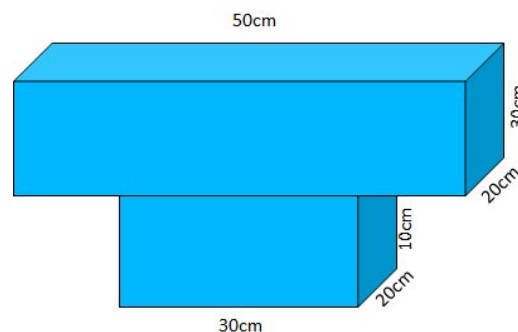


Abbildung 5: Maximal zulässige Abmessungen für Roboter mit Wippe.



## Das Ende des Wettbewerbs

Das zur Verfügung gestellte Material muss nach Ende des Wettbewerbs innerhalb von drei Wochen, d.h. bis spätestens bis 20.12.2019, wieder komplett an das Institut für Systemtheorie und Regelungstechnik zurückgegeben werden. Der genaue Abgabetermin wird noch festgelegt werden. Alternativ können die Kästen nach Absprache mit Tim Martin persönlich am IST abgegeben werden. Bitte sortieren Sie die Bauteile, zählen Sie die Teile durch und notieren Sie eventuell fehlende oder beschädigte Teile auf den beigelegten Prüflisten. Ladegerät, USB-Kabel, Brick, SD-Adapter und SD-Karte bitte gut sichtbar in die LEGO-Kästen legen.

## Die Betreuer

Nutzen Sie die Chance, unsere studentischen Betreuer bei Fragen zu kontaktieren:

Name	Email
Hannah Zweigart	} hiwi.roboration@ist.uni-stuttgart.de
Melanie Gschweng	
Reinhard Eberts	
Alexander Kraus	
Leon Eberlein	

Bei sonstigen Fragen wenden Sie sich bitte an:

Name	Email
Tim Martin, M.Sc.	tim.martin@ist.uni-stuttgart.de

Tim Martin, M.Sc.  
Stand 18.10.2019



Institut für Systemtheorie und Regelungstechnik  
Universität Stuttgart  
Pfaffenwaldring 9, 70569 Stuttgart