

Roboter zur Entnahme von Bodenproben

Wettbewerb "Jugend Forscht" 2004

Vincent Borchert (14 Jahre)

Julian Kohrs (15 Jahre)

**Arbeitsgemeinschaft "Jugend Forscht"
des Christian-Gymnasiums Hermannsburg
Leitung: StD Thomas Biedermann**

Inhaltsverzeichnis

Die Idee zu unserem Projekt	3
Materialien	3
Grundkonstruktion	3
Antriebschassis	3
Anbringen einer Ladeplattform	3
Drehkranz	4
Installation des Greifarms	4
Seilwinde zum Heben und Senken des Teleskoparms	5
Seilzüge zum Ein- und Ausfahren des Teleskoparms	5
Greifvorrichtung	5
Ansteuerung der Elektrik	6
Erfahrungen beim Bau	6
Mögliche Ergänzungen	7

Die Idee zu unserem Projekt

Unser Projekt befasst sich mit der Entwicklung eines ferngesteuerten Roboters zur Entnahme von Bodenproben. Auf die Idee kamen wir, als wir während dem Bau eines Modellfernlenkautos auf den Marsroboter Soujourner gekommen waren. Daraufhin haben wir daran gedacht, das gerade fertiggestellte Auto auf ähnliche Weise umzufunktionieren. Da dieses Auto für unser Vorhaben jedoch nicht geeignet war, entschlossen wir uns statt dessen die Überreste (Chassis) eines alten Fernlenkwagens für den Bau erneut zu verwenden.

Das Ziel unseres Projekts ist es, ein ähnliches Fahrzeug wie Soujourner zu entwerfen und zu bauen. Hierzu wollen wir keine hochkomplexe Technik, sondern relativ einfache Bauteile und Konstruktionen verwenden.

Materialien

Teilweise aus den Überresten alter Wagen, teilweise aber auch aus neuen Materialien soll der Wagen von Grund auf neu zusammen- und umgebaut werden. Als Ausgangsmaterial dient uns die Grundfläche eines alten Fernlenkwagens und das zugehörige Lenkservo sowie vier Gummiräder und zwei Achsen. Für die weitere Ausrüstung standen uns noch diverse Platten, ein U- und ein 4-Kant-Profil zur Verfügung. Für den Bau eines Getriebes für die Drehplattform und seines Motors verwendeten wir Fischertechnik. Für den schwenkbaren Greifarm und die dafür benötigten Antriebe konnten wir auf vorhandene Restmaterialien - z.T. aus früheren Jugend-forscht-Projekten - zurückgreifen.

Grundkonstruktion

Antriebschassis

Als erstes galt es, die Grundfläche des Wagens wieder aufzubauen. Dazu wurde mit Hilfe einer faserverstärkten Pertinaxplatte ein Motor angebracht, der über einen Zahnriemen für den Antrieb sorgt. Das Anbringen des Servos brachte einige Probleme mit sich. Es erwies sich als sehr schwierig, das Lenkservo nach dem Anbau wieder so zu justieren, dass der Wagen nicht an sehr Wendigkeit und guter Kurvenlage verlor. Erst nach mehreren Ausrichtungsversuchen gelang es uns, das Servo so zu justieren, dass der Wagen in beide Richtungen Kurven mit dem gleichen Radius fahren konnte.

Anbringen einer Ladeplattform

Für das Anbringen des Schwenkmotors, des Greifarmmotors und nicht zuletzt des Greifarms selbst ist eine Plattform notwendig. Dazu wurde an den Wagen zwei entsprechend zugesägte und gebogene Metallplatten angebracht, welche als Stützen fungieren. Diese sind mit Metallschrauben an dem Wagen befestigt. Auf diese Stützen wurde eine mit Kunststoffbeschichtete Spanplatte ebenfalls mit Schrauben auf den beiden Seiten befestigt. Eine Gesamtansicht des Fahrzeugs sieht man in Abb. 1 auf der nächsten Seite.

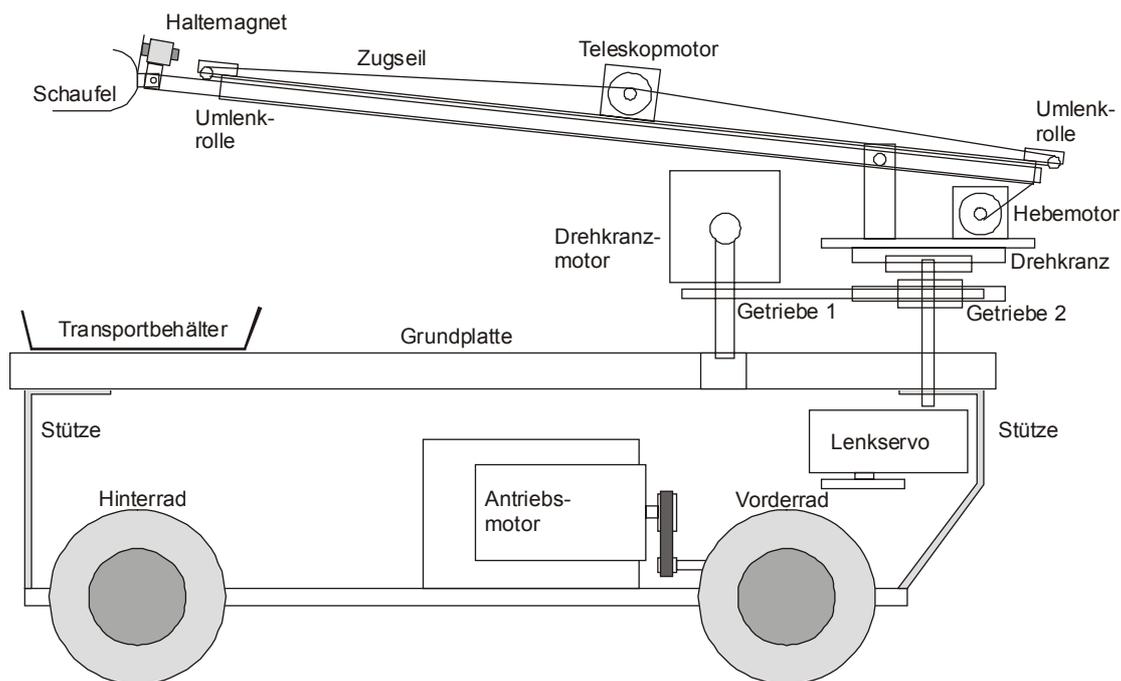


Abb. 1: Seitenansicht unseres Fahrzeugs mit allen Aufbauten

Drehkranz

Das Material für die Drehplatte als auch den dafür benötigten Motor für den Greifarm entnehmen wir aus einem Fischertechnik-Sortiment. Eine Grundplatte wurde auf den Wagen geschraubt und der Motor daran angebaut. Dabei entstanden zwei Probleme: erstens drehte sich der Motor selbst beim Anschluss eines einfachen Schnecken-Getriebes noch zu schnell, also musste ein weiteres Getriebe gebaut werden. Das zweite Problem ergab sich aus dem ersten: das zweifache Schnecken-Getriebe nahm in der Höhe zu viel Platz in Anspruch und da der Motor die Schnecke des ersten Getriebes trug, kollidierte der Schwenkarm mit dem Motor. Also gab es nur noch die Möglichkeit, den Motor mit dem Zahnrad des ersten Getriebes in der Grundplatte zu versenken. Die Übertragung vom ersten zum zweiten Getriebe erfolgt nun über eine Achse und ein Zahnrad. Der eigentliche Drehkranz wurde mit seiner Achse auf einer Holzplatte befestigt und wird nun vom Zahnrad des zweiten Getriebes gedreht.

Installation des Greifarms

Dann konnten wir uns dem Bau des Greifarms zuwenden. Dazu benutzten wir ein 4-Kant-Profil und ein U-Profil, welches in den Hohlraum des 4-Kant-Profils passt. Auf diese Weise ließ sich ein Teleskoparm bauen. Als Grundlage dafür wurden in einen rechteckigen, 1,5 cm mal 3,5 cm mal 5 cm (Länge x Breite x Höhe) großen Pertinaxquader auf der Unterseite zwei Gewinde geschnitten, womit dieser an die Holzplatte des Getriebes befestigt wird. Aus der Oberseite wurde ein 1.3 cm tiefe und 1.7cm breite Ausschnitt ausgesägt. In die dadurch entstandene Gabel wurde jeweils ein Loch durch die beiden Gabelzinken gebohrt, um darin eine 3.5 cm lange Achse aus 4 mm Silberstahl zu befestigen. Auf der Achse selbst wird das 4-Kant-Profil befestigt. Dazu wird ein Teil der Achse sowie der diesem Teil gegenüberliegende Achsenabschnitt abgeflacht und zwei mal durchbohrt. Nun wurden ebenfalls in

das 4-Kant-Profil zwei passende Löcher gebohrt, um das Profil auf der Achse zu befestigen, wobei eine kurze Gewindeschiene innerhalb des Profils für den nötigen Halt sorgt. Vor der Befestigung musste die Achse bereits in die Bohrungen der Gabelhalterung geschoben, was die Montage etwas umständlich machte. Die Gabelhalterung konnte nun auf der Holzplatte auf dem Zahnrad des Getriebes befestigt werden.



Abb. 2: Befestigung des Greifarms an der Gabelachse

Seilwinde zum Heben und Senken des Teleskoparms

Unter dem Teleskoparm auf dem Drehkranz des Greifarms ist ein Motor angebracht. An der Achse dieses Motors ist wie bei einer Winde ein Seil befestigt, dessen anderes Ende am hinteren Ende des 4-Kant-Profiles befestigt ist. So kann man, indem das Seil aufwickelt wird, das hintere Ende des Greifarms herunterziehen, um seine Vorderseite anzuheben. Das Eigengewicht des auf der anderen Seite der Gabel überstehenden Greifarmes reicht als Gegengewicht aus, damit der Motor lediglich Seil abwickeln muss, um den Greifarm wieder in Grundposition zu bringen beziehungsweise ihn zu senken.

Seilzüge zum Ein- und Ausfahren des Teleskoparms

Der Teleskoparm wird ebenfalls mit einer Seilwinde bewegt. Auf der Mitte des 4-Kant-Profiles ist dazu ein Motor angeschraubt, welcher gleichzeitig zu seiner Funktion als Seilzug auch als das oben genannte Gegengewicht agiert. Des Weiteren werden für diese Konstruktion zwei Umlenkrollen angebracht, die erste am vorderen, die zweite am hinteren Ende des 4-Kant-Profiles. Die Rollen müssen so versenkt werden, dass das später daran entlanggeführte Seil nicht an der Kante des Profils schleift, da es ansonsten recht schnell verschleifen würde. Das Seil läuft zwischen U- und 4-Kant-Profil entlang und beide Enden werden ungefähr in der Mitte des U-Profiles befestigt. So kann das Profil durch Bewegung des Seils in die gewünschte Richtung bewegt werden.

Greifvorrichtung

Die Greifvorrichtung besteht bislang aus einer einfachen Schaufel, welche durch ein Drehgelenk am Teleskoparm befestigt ist. Sie ist an der Oberkante mit einer Eisenplatte versehen, die von einem Elektromagneten gehalten werden kann. Der Elektromagnet ist an der Vorderseite des Greifarmauslegers montiert. Er ermöglicht es, die Schaufel in ihrer oberen Stellung festzuhalten. Mit eingeschaltetem Elektromagnet wird die Schaufel auf den Boden gesenkt. Anschließend wird der Wagen ein Stück nach vorne gefahren, wodurch die Schaufel Bestandteile des Bodens (wie z.B. Sand) aufnimmt. Nun kann der Greifarm angehoben und der Teleskoparm eingefahren werden. Nachdem man den Drehkranz so gedreht hat, dass sich die Schaufel über einem auf der Grundfläche des Wagens befestigtem Gefäß befindet, kann nun der Elektromagnet ausgeschaltet werden und die Schaufel kippt die Bodenprobe in das Auffanggefäß.

Ansteuerung der Elektrik

Zum Steuern des Fahrzeugs können wir die vorhandene Funkfernsteuerung benutzen, die es uns erlaubt, zu lenken und den Radantriebsmotor stufenlos vor- und rückwärts laufen zu lassen. Da für die Steuerung der übrigen Motore eine Fernsteuerung mit erheblich mehr Kanälen notwendig wäre, als wir sie haben, müssen wir dafür auf eine mehradrige Verbindungsleitung zurückgreifen. Für unsere Zwecke reicht es aus, wenn die Steuerung über insgesamt 6 Drucktaster erfolgt, die je nach gewünschter Drehrichtung die Motoren mit einer Spannung passender Polarität versorgen. Der Schaltplan in Abb. 3 zeigt, wie man mit 2 Relais dafür sorgen kann, dass auch dann kein Kurzschluss passiert, wenn man mal versehentlich zwei Taster gleichzeitig drückt. Drückt man z.B. den Taster für „Rechts“, wird das Relais Rel2 umgeschaltet und liefert nun -12V an den Kontakt von Rel 1, das diese Spannung an den Motor weiterleitet. Drückt man nun den Taster für „Links“, schaltet Rel 1 um und gibt dem Motor eine Spannung von +12V für die andere Richtung. Dabei ist es egal, ob der Taster für „Rechts“ noch gedrückt ist oder nicht. Damit hat die Taste „Links“ Vorrang. Diese Schaltung benötigen wir dreimal, für jeden der drei Motoren eine. Da alle Motoren mit einer Leitung immer an Masse (Gnd) liegen, kommt man dafür mit einer Leitung aus. Außerdem braucht man noch für jeden Motor eine weitere Leitung, die an den jeweiligen Relaisausgang angeschlossen ist. Für den Elektromagneten benötigt man ebenfalls Masse und eine gegen +12V geschaltete Leitung, macht also insgesamt 5 Leitungen. Der Elektromagnet für die Schaufel wird über einen Schalter ein- und ausgeschaltet. Würde man eine Spannungsquelle benutzen, die nur positive Spannungen liefert, müssten wir zu jedem Motor 2 eigene Leitungen legen, würden also eine 8-adrige Leitung benötigen, außerdem wäre die Relaisumschaltung komplizierter, wenn sie kurzschlussicher sein soll.

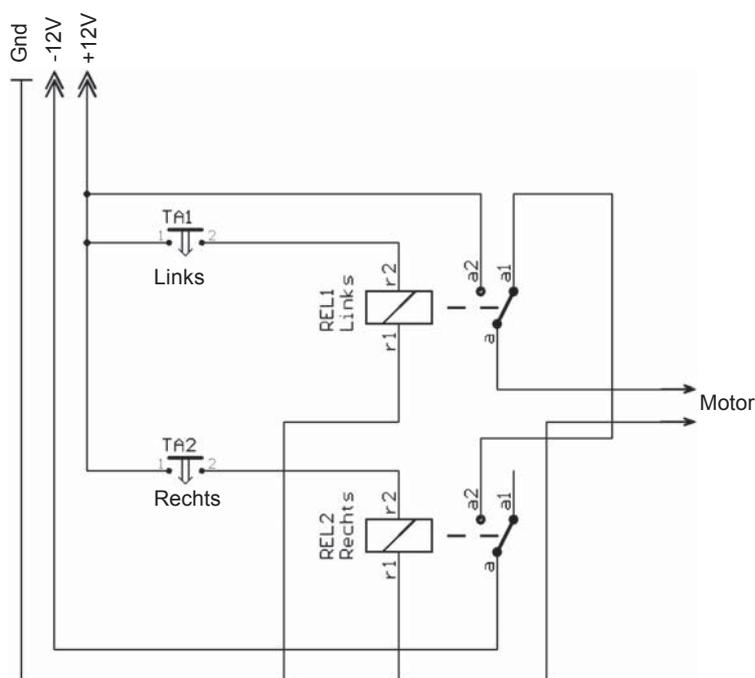


Abb. 3: Kurzschlussichere Ansteuerung der Motoren

kein Kurzschluss passiert, wenn man mal versehentlich zwei Taster gleichzeitig drückt. Drückt man z.B. den Taster für „Rechts“, wird das Relais Rel2 umgeschaltet und liefert nun -12V an den Kontakt von Rel 1, das diese Spannung an den Motor weiterleitet. Drückt man nun den Taster für „Links“, schaltet Rel 1 um und gibt dem Motor eine Spannung von +12V für die andere Richtung. Dabei ist es egal, ob der Taster für „Rechts“ noch gedrückt ist oder nicht. Damit hat die Taste „Links“ Vorrang. Diese Schaltung benötigen wir dreimal, für jeden der drei Motoren eine. Da alle Motoren mit einer Leitung immer an Masse (Gnd) liegen, kommt man dafür mit einer Leitung aus. Außerdem braucht man noch für jeden Motor eine weitere Leitung, die an den jeweiligen Relaisausgang angeschlossen ist. Für den Elektromagneten benötigt man ebenfalls Masse und eine gegen +12V geschaltete Leitung, macht also insgesamt 5 Leitungen. Der Elektromagnet für die Schaufel wird über einen Schalter ein- und ausgeschaltet. Würde man eine Spannungsquelle benutzen, die nur positive Spannungen liefert, müssten wir zu jedem Motor 2 eigene Leitungen legen, würden also eine 8-adrige Leitung benötigen, außerdem wäre die Relaisumschaltung komplizierter, wenn sie kurzschlussicher sein soll.

Erfahrungen beim Bau

Das einfach erscheinende Projekt ist bei weitem nicht problemlos verlaufen. Beinahe jedes Bauteil musste mehrmals umgebaut oder versetzt werden, da der von ihnen eingenommene Platz andere wichtige Bauteile und Konstruktionen zu stark in ihren Bewegungsmöglichkeiten einschränkte oder gar behinderte. Mehrere Male gab es Probleme mit dem Greifarm, da er immer wieder gegen den Motor

stieß. Die Seilwinden für das Ein- und Ausfahren des Teleskoparms hatten wir zuerst zu hoch angebracht, sodass das Seil an den Kanten des 4-Kant-Profils geschliffen hätte, wodurch das Seil sehr stark abgenutzt worden wäre. Mehrere Bohrungen stimmten nicht mit den Bohrungen auf dem Gegenstück überein und mussten deswegen neu gemacht werden. Letztendlich konnten jedoch fast alle dieser Probleme behoben werden und der Wagen war einsatzfähig.

Mögliche Ergänzungen

Das Fernlenkauto hätte natürlich noch sehr viel weiter ausgebaut werden können. Wenn das Fahrzeug an Stellen eingesetzt werden soll, wo man es nicht mehr unter direkter Sichtkontrolle hat, wäre eine Minikamera auf dem Greifarm sehr sinnvoll wenn nicht gar unentbehrlich. Leider fehlte uns dazu die Zeit, außerdem ist eine solche Kamera nicht ganz billig. Ein geschlossenes Gehäuse für unser Fahrzeug wäre auch ganz praktisch, da die Zahnräder freiliegen und somit anfällig für Verschmutzungen sind. Ein Sandkorn im Getriebe könnte den ganzen Greifarm aktionsunfähig machen. Die Schaufel könnte auch durch andere Einrichtungen - zum Beispiel Saugvorrichtungen oder mehrfingerige Greifarme (für z.B. größere Steine oder Gegenstände) - ersetzt werden, unser Hauptinteresse jedoch galt zunächst der Entnahme von Bodenproben in Sandform. Als Marslandemobil ist unser Fahrzeug noch zwar nicht geeignet, aber es ist immerhin ein kleiner Schritt in diese Richtung.

