

UE EinparkRoboter

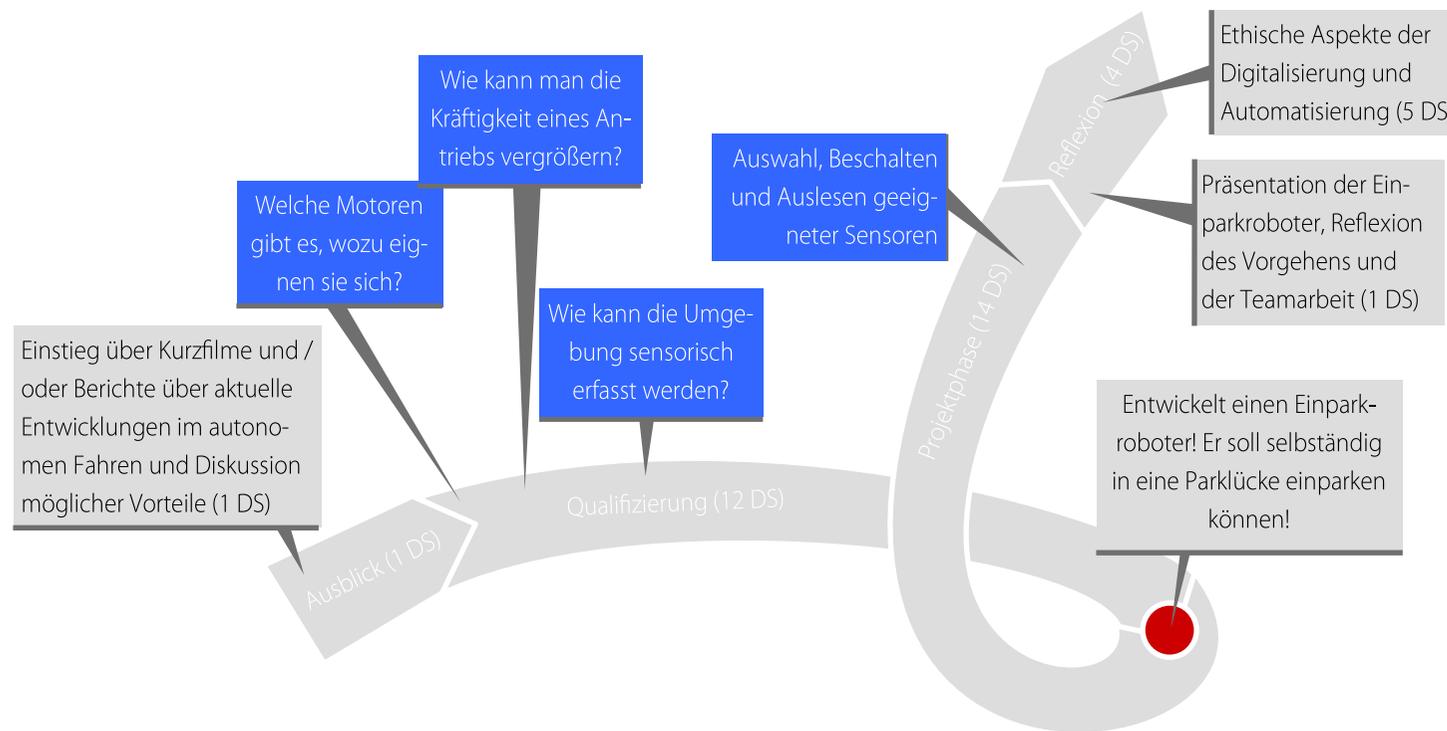
Fahrroboter mit Mikrocontroller-Steuerung

Im Zentrum dieser Unterrichtseinheit steht die Entwicklung eines Fahrroboters, der eine Parklücke erkennt und selbständig in diese einparket. Die Unterrichtseinheit greift so die aktuelle Thematik des autonomen Fahrens auf und transportiert Aspekte hiervon in den NwT-Unterricht.

Sie richtet sich an Klassen, die noch nicht mit Fahrrobotern (bspw. einem Getriebefahrzeug in Klassenstufe 8 oder einem MiniBot in Klassenstufe 9) gearbeitet haben. An Schulen, an denen NwT auch in der Kursstufe unterrichtet wird, sollten die Kolleginnen und Kollegen eine

Doppelung der Thematik in der Mittelstufe vermeiden.

Die Unterrichtseinheit erschließt das weite Feld der Robotik und kann Ausgangspunkt sein für ethische Auseinandersetzungen mit der Digitalisierung und Automatisierung.



UE EinparkRoboter

Rahmen der Unterrichtseinheit:

- Klasse 10, Dauer 1 Halbjahr
- Mikrocontroller, Elektronik-Bauteile und Computer in halber Gruppenstärke erforderlich, außerdem Getriebe-Halbzeuge und Sperrholz (Werkmöglichkeit für wenige Doppelstunden, optional CNC-Fräse / 3D-Drucker)

Ziele und Schwerpunkte:

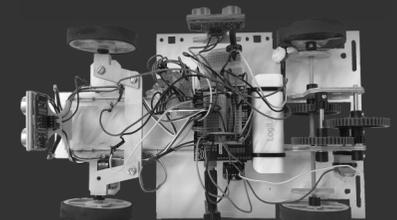
- Steuern und Messen mit Mikrocontrollern, Antriebstechnik
- technische und ethische Dimensionen der Automatisierung

Benötigte Vorkenntnisse:

- Arduino 1, Zeichnen 1 & 2, Getriebe 1, Schaltungen 1, Elektrik 1

Enthaltene LernBausteine:

- Arduino 2, Getriebe 2, Schaltungen 2, Elektrik 2 & 3, Statik 2, Zeichnen 3 (3DP und/oder CNC)
- Antriebe, Technikethik, Produktentwicklung, Projektorganisation



eigene Abb.

Grundelemente von Fahrrobotern

Fahrgestell

Auch „Chassis“ oder „Untergestell“ genannte tragende Teile von Fahrzeugen, die die Baugruppen (Antrieb, Fahrwerk, Lenkung etc.) und die Nutzlast gegen äußere Krafteinwirkungen stabilisieren.

Antrieb

Einheit aus Motor und Getriebe, mit der eine Maschine bewegt wird.

Fahrwerk

Alle Teile eines Landfahrzeugs, die das Fahrgestell mit dem Untergrund verbinden (z.B. Räder, Radaufhängung, Lenkung).

Lenkung

Einrichtung, mit der ein Fahrzeug gezielt in eine Richtung gesteuert werden kann.

Sensor

Elektronisches Bauteil, mit dem Veränderungen in der Umgebung wahrgenommen werden können.

Ausblick (1 DS)

In die Thematik sind vielfältige Einstiege denkbar: Von aktuellen Berichten aus den Medien zum autonomen Fahren bis zu eigenen Erfahrungen mit Fahrzeugassistenzsystemen, etwa aus dem Auto der Eltern, Verwandten, ... Die Technik schreitet hier zügig voran, und es ist spannend für die Schülerinnen und Schüler, die Entwicklung zu verfolgen.

Bei Fahrzeugen spielt die Antriebstechnik eine große Rolle. Aktuell findet hier ein Paradigmenwechsel statt: Der Verbrennungsmotor wird zunehmend durch den Elektromotor abgelöst. Dabei gibt es für unterschiedliche Einsätze verschiedene Elektromotoren. Welche haben die

Schülerinnen und Schüler bereits kennen gelernt?

Für das autonome Fahren (und auch bereits für Fahrzeugassistenzsysteme) spielt aber auch das Erfassen der Umgebung eine entscheidende Rolle. Wie nehmen Menschen komplexe Verkehrssituationen wahr? Welche technischen Entsprechungen (Sensoren) für menschliche Sinne haben die Schülerinnen und Schüler schon kennen gelernt, vielleicht auch schon selbst eingesetzt? Aus diesen Überlegungen können Stationen für die Qualifizierungsphase abgeleitet werden.

Qualifizierung (12 DS)

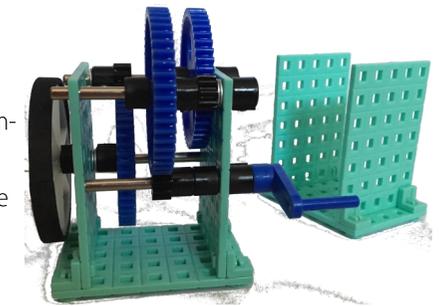
Antriebe mit Elektromotoren

Die Schülerinnen und Schüler lernen im LernBaustein „Antriebe realisieren“ verschiedene Elektromotoren kennen und erfahren, welchen Motor man zu welchem Zweck auswählt und wie man ihn einsetzt. Mit Blick auf einen Einparkroboter bietet sich ein Servomotor für die Lenkung an und ein einfacher Elektromotor für den Antrieb. Wie man diese beschaltet und ansteuert, erarbeiten die Schülerinnen und Schüler in den LernBausteinen „Arduino 1“ und „Arduino 2“.

Antriebe durch Getriebe verstärken

Einen einfachen Elektromotor haben die Schülerinnen und Schüler möglicherweise bereits in der Unterrichtseinheit „Kranbau“ eingesetzt. Er hat eine hohe Drehzahl, doch ein kleines Drehmoment. Im LernBaustein „Getriebe 2“ erarbeiten die Schülerinnen und Schüler, wie die Kräftigkeit eines Antriebs mithilfe eines Getriebes verstärkt werden kann. Den Zusammenhang zwischen der Drehzahl und dem Drehmoment eines Motors können sie im Zuge einer Demontage-Remontage-Aufgabe erarbeiten: Sie erhalten ein dreistufiges Getriebe, das zwei-

schon zwei Lochplatten montiert ist. In jeder Getriebestufe ist das Übersetzungsverhältnis 1:5 (ein Stirnrad mit 10 Zähnen treibt eines mit 50 Zähnen an). Die Schülerinnen und Schüler berechnen das Übersetzungsverhältnis insgesamt und erkennen, dass das Drehmoment durch eine Übersetzung ins Langsame vergrößert wird, indem sie die Drehmomente des Antriebs mit und ohne Getriebe messen.



Getriebe für die Demontage-Remontage-Aufgabe (eigene Abb.)

Die Umgebung mit Sensoren erfassen

Für eine Automatisierung durch einen Mikrocontroller spielen Sensoren eine bedeutende Rolle. Die Schülerinnen und Schüler lernen im LernBaustein „Arduino 2“ verschiedene Sensoren kennen und wie man sie an analogen Eingängen des Mikrocontrollers ausliest.

Projektauftrag (1 DS)

Der Projektauftrag kann unterschiedlich komplex gestellt werden. In jedem Fall ist ein Fahrroboter zu entwickeln, der eine Parklücke erkennt und selbständig in diese einparkt.

Dabei sind aufseiten der Konstruktion vielfältige Ansätze möglich: Vom vorgegebenen Fahrgestell (bspw. wie beim MiniBot), über die Entwicklung und Konstruktion einzelner Funktionsgruppen (bspw. der Lenkgruppe) bis zu in Gänze selbst konstruierten Fahrrobotern. Hierbei kann man auf Aluminium-Profile zurückgreifen oder Sperrholz verwenden (das dann idealerweise mit einer CNC-Fräse bearbeitet wird).

Auch die Funktionalität des Einparkroboters lässt sich grundsätzlich nach Belieben erweitern. So ist denkbar, dass der Einparkvorgang durch die üblichen Lichtsignale einer Fahrzeugbeleuchtung angezeigt werden soll (etwa Blinker, Bremslichter, Rückfahrscheinwerfer). Die Beschaltung und Ansteuerung hierfür wäre den Schülerinnen und Schülern bereits bekannt. Denkbar ist auch, dass die Fahrspur erkannt werden muss, was bereits anspruchsvoller ist.

Besonders spannend ist es, wenn sich der Projektauftrag aus einem Wettbewerb ergibt!

Ein Parcours aus zwei Fahrspuren und diversen Parkbuchten lässt sich leicht mit weißem Klebeband auf dem Fußboden des Fachraums oder im Flur davor einrichten. Als Hindernisse auf dem Parkstreifen und den Fahrspuren können bspw. leere Schuh- oder Kopierpapier-Kartons verwendet werden. Die Dimensionen sollten den Maßen des Fahrroboters angepasst werden.

Projektarbeit (14 DS)

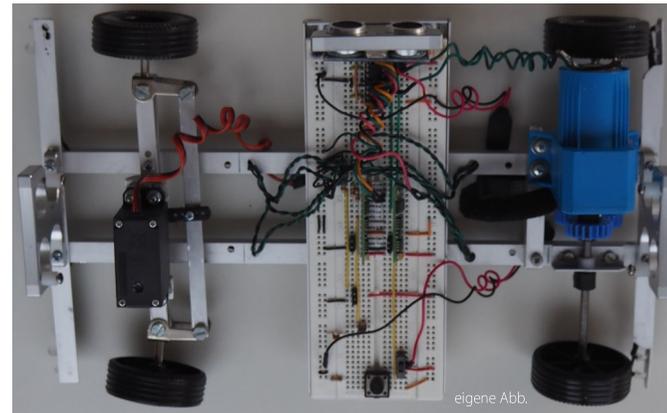
Die Projektarbeit wird maßgeblich dadurch bestimmt, wie viel den Schülerinnen und Schülern bereits vorgegeben wird und was sie noch selbst entwickeln müssen.

Aufseiten der Konstruktion kann sie folgende Aspekte umfassen:

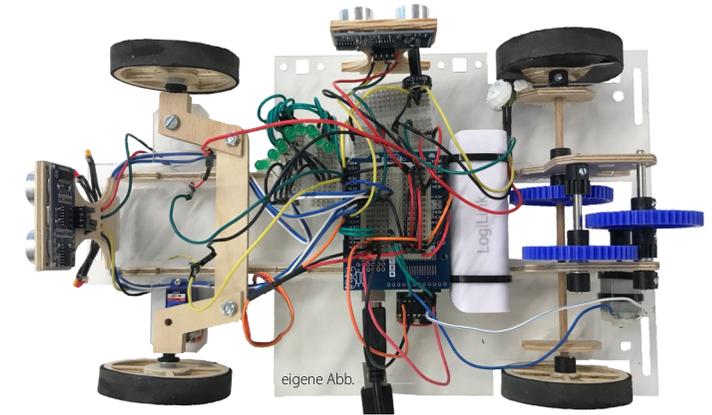
- ein Fahrgestell, bspw. aus Aluminium-Profilen (wie im linken Modell auf der nächsten Seite) oder aus 4 mm dickem Sperrholz oder Acrylglas (s. das rechte Modell auf der nächsten Seite);
- eine Lenkgruppe (im linken Modell wurden fertige Achsschenkel von Traudl-Riess verwendet, im rechten Modell wurde die Lenkgruppe selbst entwickelt, konstruiert und mithilfe einer CNC-Fräse gefertigt);
- die Auswahl und Montage geeigneter Motoren für Antrieb und Lenkung, wobei fertige Getriebemotoren (wie im linken Modell) verwendet werden können oder das Getriebe selbst entwickelt und mittels selbst konstruierter Lagerböcke montiert wird (s. das rechte Modell);
- Laufräder für den Antrieb (mit Welle-Nabe-Verbindung) und für die Lenkung (mit Gleit- oder Kugellager) — als Speichenräder eine spannende Arbeit mit der Fräse oder dem 3D-Drucker (s. das rechte Modell, im linken wurden Räder bei Traudl Riess zugekauft);
- Halterungen für Sensoren (bspw. Ultraschallsensoren) und ggf. eine Lichtanlage (Blinker, Bremslichter, Front- und Heckstrahler, ...);

Wettbewerbs-Tipp:

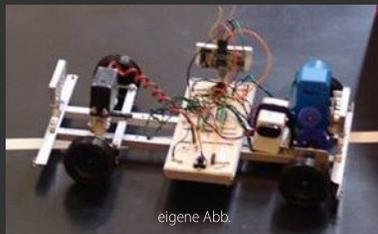
Der Karlsruher Schul-Robotik-Cup hat unter anderem eine Disziplin Einparkroboter, die an die Regularien des Carolo-Cup an der Universität Braunschweig angelehnt ist (<https://robotiklab.wordpress.com/karlsruher-schul-robotik-cup/>). Eine Teilnahme — soweit räumlich möglich — lohnt sich! Andernfalls kann die Seite aber auch Anregungen geben, wie ein Wettbewerb zum Thema „Einparkroboter“ an der eigenen Schule oder in der eigenen Stadt gestaltet werden kann!



eigene Abb.



eigene Abb.



eigene Abb.

Neben der Konstruktion wird die Projektarbeit entscheidend durch die geforderte Funktionalität des Einparkroboters bestimmt. Soll er auch der Fahrspur folgen können? Sollen Lichtsignale beim Einparken ausgegeben werden (z.B. Blinker, Bremslichter, Rückwärtsfahranzeige)?

Die verschiedenen Funktionsgruppen hierfür können als Arbeitspakete durch verschiedene Schülerinnen und Schüler oder gar verschiedene Teams (je nach Gruppengröße) entwickelt werden. Sie können aber bei agiler Projektorganisation auch Ausdruck unterschiedlicher Komplexität der Einparkroboter von verschiedenen Gruppen sein. Dabei können

die Schülerinnen und Schüler ihren Arbeitsfortschritt auf einem Scrum-Board dokumentieren (s. den LernBaustein „Projektorganisation“).

Bei der Entwicklung der Funktionsgruppen wenden die Schülerinnen und Schüler die Methodik aus dem LernBaustein „Produktentwicklung“ an: Sie legen die Anforderungen fest, benennen die Funktion, die der Fahrroboter zur Erfüllung der Anforderung haben muss und entwickeln auf der Grundlage geeigneter Funktionsträger ein Lösungskonzept für die Funktion.

Reflexion (4-6 DS)

Anregungen für die Reflexion:

Die Seite <http://www.roboter-im-unterricht.de/autonomes-fahren-probleme/articles/autonomes-fahren.html> enthält viele wertvolle Informationen zum Stand der Technik und zu Problemen des autonomen Fahrens.

Die Schülerinnen und Schüler stellen ihre Einparkroboter nach Abschluss der Projektarbeit vor und reflektieren die Güte ihrer Produkte und das Gelingen der Projektarbeit. Dabei kann beispielsweise die Produktentwicklung, die Projektorganisation oder etwa die Teamarbeit zur Sprache kommen.

Darüber hinaus reflektieren die Schülerinnen und Schüler ethische Aspekte der Digitalisierung. Dabei lernen sie mithilfe des LernBausteins

„Technikethik“, wie eine solche Auseinandersetzung nach der Methode der technikethischen Fallanalyse erfolgt.

Interessant ist dabei neben den im LernBaustein angesprochenen Themen auch eine Auseinandersetzung mit dem begrenzten Vorkommen der für Elektromobilität erforderlichen Rohstoffe und eine Diskussion alternativer klimaneutraler Antriebstechniken (wie etwa der Brennstoffzelle).