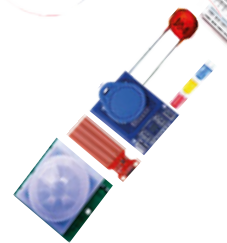
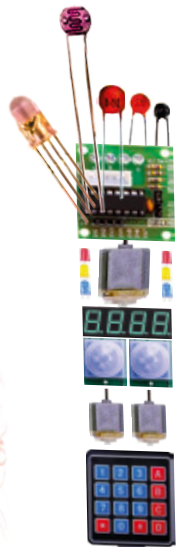
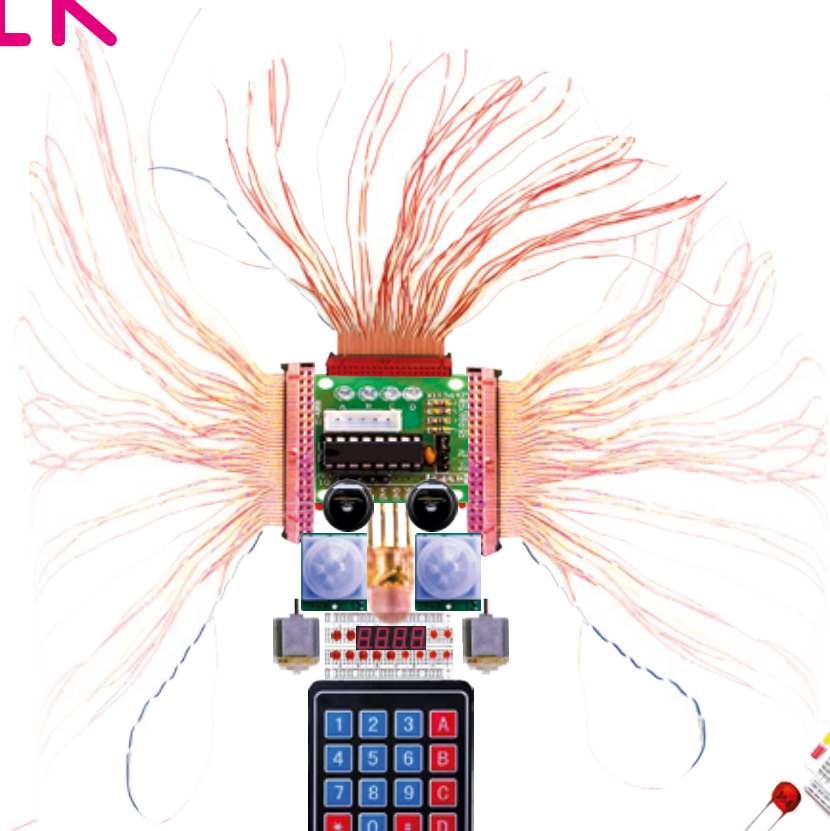
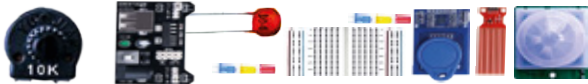
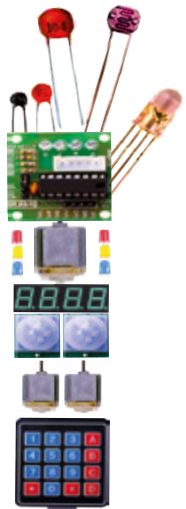




21

MINI-EBOOK

ROBOTIK





Vorwort

Das Wort „Roboter“ stammt aus dem Tschechischen und bedeutet „Arbeiter“. Tatsächlich haben Industrieroboter seit den 1980er Jahren mehr und mehr Arbeiten an den Fließbändern der großen Konzerne übernommen. Außerhalb der Industriehallen blieben Roboter jedoch hauptsächlich ein Thema für fantastische Literatur oder Science-Fiction-Filme. Jedes Kind kennt R2D2 und C3PO als die eigentlichen Helden in „Star Wars“ oder Wall-E, der die Erde aufräumt. Seit einigen Jahren übernehmen Roboter immer häufiger lästige Arbeiten im oder um das Haus. Seit Rasenmähen von fleißigen Maschinen erledigt wird, gleicht so mancher Vorgarten einer englischen Parkanlage. Und auch im Haus herrscht seit dem Arbeitsbeginn der staubsaugenden Roboter sterile Sauberkeit – zumindest außerhalb der Ecken. Das Spektrum der durch Roboter erledigten Aufgaben ist aber noch viel größer. Die selbstfahrenden Autos, die in den kommenden Jahren den Straßenverkehr revolutionieren werden, gehören genauso in den Bereich der Robotik wie die Sonden oder Rover, die ferne Planeten erforschen. Immer dann, wenn Arbeiten schwer, eintönig oder gefährlich sind, leisten Roboter hervorragende Dienste. Aber auch die Präzision der Maschinen, die Tätigkeiten tausende Male exakt gleich wiederholen, übertrifft die der Menschen bei weitem. All diese Maschinen werden von Menschen entwickelt, gebaut, programmiert und gewartet. Durch die zunehmende

Automatisierung gehen zwar Arbeitsplätze verloren, aber es entstehen auch neue, die jedoch spezielles Wissen in den Bereichen Maschinenbau und Programmierung erfordern. Seit etwa 20 Jahren bieten verschiedene Hersteller Robotik-Systeme an, die Kindern und Jugendlichen spezielle technische Fähigkeiten in spielerisch-entdeckender Weise nahebringen wollen. Ob im Kinderzimmer, in der Schule, in der Ausbildung oder an der Universität – Roboterbaukästen bereiten hervorragend auf die automatisierte Arbeitswelt von morgen vor. Und wenn die berufliche Orientierung doch in eine ganz andere Richtung geht, dann kann man mit den Robotern zumindest eine Menge Spaß haben.

Klaus Luber
MINT²¹-Koordinator für Niederbayern

Download unter:

www.realschule.bayern.de
www.bildunginbayern.de
www.isb.bayern.de
www.sprungbrett-bayern.de



Zu diesem Buch

Das MINT-E-Book Robotik setzt die Reihe der MINT-E-Books fort, die Realschulen in Bayern Anregungen für spannenden und abwechslungsreichen naturwissenschaftlichen Unterricht liefern.

Anders als die bisherigen MINT-E-Books orientiert sich das MINT-E-Book Robotik nicht an einem klassischen Unterrichtsfach, sondern soll allen Lehrkräften Hilfe und Unterstützung sein, die Robotik als Wahlfach, als Teil eines Projekts oder im Rahmen des IT-Unterrichts einsetzen möchten.

Deshalb ist dieses MINT-E-Book in vier Abschnitte unterteilt. Der erste Abschnitt beschreibt die auf dem Markt befindlichen Robotik-Systeme, die sich für den Einsatz in einer Realschule eignen. So kann zielgerichtet für jeden Einsatzzweck das richtige System beschafft werden.

Im zweiten Abschnitt werden die wichtigsten Robotik-Wettbewerbe vorgestellt. Für viele Schüler*innen-Teams ist die Teilnahme an einem Wettbewerb der Höhepunkt der „Robotik-Ausbildung“. Viele Informationen zu den verschiedenen Wettbewerben und Kategorien sind hier gesammelt, damit der Einstieg in die Wettbewerbsvorbereitung schnell und reibungslos klappt.

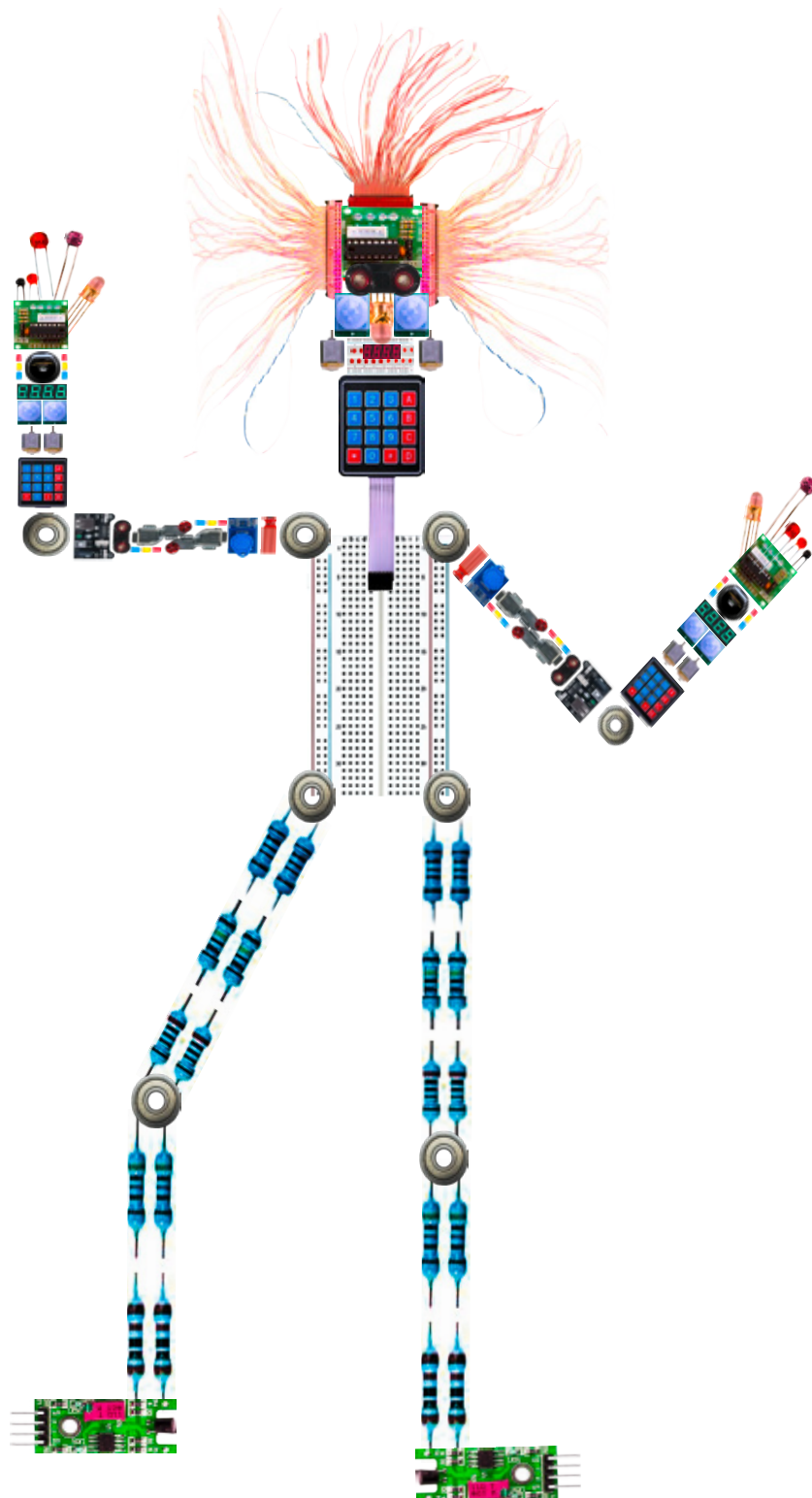
Der dritte Abschnitt gibt einige Tipps und Links zur Programmierung älterer Robotik-Systeme mit Scratch, so dass auch alte Hasen schnell den Einstieg in den neuen Programmierstandard finden.

Ein umfassender Exkurs zum Thema Roboter-Fußball mit LEGO EV3 rundet dieses MINT-E-Book ab. Dadurch können besonders fortgeschrittene Robotiker*innen leicht in das reizvolle Thema der Robotik einsteigen.

Inhalt

| | |
|--|----|
| 1. Der Markt der Robotik-Systeme | 6 |
| 2. Wettbewerbe | 21 |
| 3. Tipps und Links zur Programmierung mit Scratch | 32 |
| 4. Exkurs: Robotik-Fußball mit Lego EV3 | 35 |

1. Der Markt der Robotik-Systeme



Als die Firma LEGO im Jahr 1998 ihr erstes Robotik-System unter dem Namen MINDSTORMS auf den Markt brachte, war noch nicht abzusehen, wie rasant sich das Thema Robotik an Schulen entwickeln würde. Dabei war LEGO nicht einmal die erste Firma, die diesen Markt betrat. Aber die Marketing-expert*innen des dänischen Herstellers von Klemmbausteinen verstanden es hervorragend, ihr Produkt für Schulen interessant zu machen.

Heute existieren viele unterschiedliche Robotik-Systeme von verschiedenen Herstellern. Diese Vielfalt deckt praktisch alle Ansprüche ab, die Lehrkräfte und Schüler*innen an Roboterbausätze haben können. Dazu kommen dutzende Programmiersprachen, die vom Einsteiger bis zum Profi alles bieten, was man sich wünschen kann. Leider führt diese fast unüberschaubare Vielfalt häufig zu Verwirrung, wenn Neuanschaffungen oder Ergänzungen geplant werden.

Aus diesem Grund beschränkt sich dieses MINT-E-Book auf die Besprechung der Systeme, die am besten zu den Ansprüchen von Realschulen passen. Ausgenommen sind reine Programmier-Platinen, wie Arduino, Raspberry Pi oder Calliope. Auch Robotik-Sets, die nicht mehr erhältlich sind (z. B. LEGO RCX und NXT) bzw. die ausdrücklich für andere Alters- und Zielgruppen konzipiert sind (z. B. LEGO Boost, WeDo und SPIKE Essential oder VEX GO und V5), werden nicht berücksichtigt.

Der Markt der Robotik-Systeme für Schulen ist ständig im Wandel. Ein Set, das heute empfohlen wird, kann morgen schon überholt sein. Grundsätzlich bleibt aber ein Baukasten, der Schüler*innen fesselt, auch nach vielen Jahren ein sinnvoller Unterrichtsgegenstand, selbst wenn das System vom Hersteller nicht mehr unterstützt wird. Deshalb ist das ständige Nachrüsten auf den neuesten Standard meist nicht nötig. Gut überlegt werden sollte aber, wenn an einer Schule eine Erstananschaffung ansteht oder das Material ergänzt werden soll. Grundsätzlich sind die Bausysteme und elektronischen Komponenten der verschiedenen Hersteller nicht zueinander kompatibel. Meistens passen aber die verschiedenen Generationen eines Herstellers gut zusammen. Trotzdem kann es sinnvoll sein, einen Einsteigerkurs mit dem einen Baukasten arbeiten zu lassen, während die Fortgeschrittenengruppe ein anderes System einsetzt.

Falls die Teilnahme an einem Wettbewerb geplant ist, muss geprüft werden, ob die Verwendung des favorisierten Robotik-Systems möglich ist. Die Hersteller LEGO und VEX bieten eigene internationale Wettbewerbe an, bei denen der Einsatz fremder Systeme nicht möglich ist.

LEGO Mindstorms Education EV3

Die dritte Generation der LEGO-Mindstorms-Reihe wurde bereits im Jahr 2013 vorgestellt. Es ist wohl das am häufigsten verwendete Robotik-System an bayerischen Realschulen. Die weitgehende Kompatibilität zum Vorgänger NXT machte es zudem zur optimalen Wahl für die Ergänzung älterer Ausstattungen. Leider hat LEGO den EV3 im Sommer 2021 eingestellt. Trotz der Einstellung wird das EV3-Set zur besseren Vergleichbarkeit mit anderen Systemen hier besprochen.

Inhalt

Das Basis-Set, das in einer praktischen Sortierbox geliefert wurde, enthielt den zentralen Baustein EV3, einen wiederaufladbaren Akku, sieben Verbindungskabel in unterschiedlichen Längen, fünf Sensoren (2x Berührungssensor, 1x Farb-/Lichtsensor, 1x Gyrosensor, 1x Ultraschallsensor), drei Motoren (2x großer Motor, 1x mittlerer Motor) sowie 541 LEGO-Elemente. Das Netzteil zum Aufladen des Akkus lag dem Set nicht bei.

Der EV3-Stein besitzt jeweils vier Anschlüsse für Motoren und Sensoren. Die Verbindung zum Computer oder zum Tablet ist via USB oder Bluetooth möglich. Außerdem sind eine Schnittstelle für SD-Karten und ein USB-Hostanschluss für WLAN-Module vorhanden. Das monochrome LCD-Display löst mit 178 x 128 Pixeln auf und besitzt keine Hintergrundbeleuchtung.

Vom LEGO Mindstorms EV3 gab es im Einzelhandel bis 2020 auch ein Spielwarensset mit etwas anderer Zusammenstellung der Sensoren und Bauelemente. Zwei Nachteile machten den Einsatz in der Schule aber schwierig: Das Set enthielt keinen Akku und es wurde in einem einfachen Pappkarton geliefert, so dass keine Sortierbox für die Aufbewahrung der Teile vorhanden war. Als Ersatzteillager ist das Spielwarensset nach wie vor empfehlenswert.

Erweiterung

Zur Erweiterung gab es für ca. 130 Euro ein Ergänzungssset mit 853 LEGO-Elementen, das keine elektronischen Komponenten enthielt. Zusätzliche Sensoren und Motoren kann man auch nach der Einstellung des EV3-Systems noch immer über den Fachhandel beziehen. Besonders interessant ist die Ergänzung durch eine große Auswahl

an Sensoren, die von Drittherstellern kommen. So gibt es Kompass- oder RFID-Sensoren (Radio Frequency Identification Sensors), die ganz neue Möglichkeiten bieten.

Programmierung

Bereits mit der Einführung des Vorgängersystems LEGO Mindstorms NXT im Jahre 2006 wurde eine grafische Programmiersoftware für Windows und MacOS auf Basis von LabView vorgestellt. Diese Software wurde für das EV3-System stark überarbeitet, blieb jedoch weitgehend abwärtskompatibel zum Vorgängermodell. Für die Verwendung von Sensoren anderer Hersteller bestand die Möglichkeit, Programmblöcke zu importieren. Bei größeren Programmierprojekten stiegen die Hardwareanforderungen schnell an, so dass die Programmierung nur auf leistungsstarken Computern flüssig funktionierte. Von dieser Software existierte auch eine abgespeckte Version für Tablets auf Android- und iOS-Basis.

Im Jahr 2020, als LEGO das System SPIKE Prime mit neuer auf Scratch basierender Software auf den Markt brachte, wurde auch die EV3-Software ersetzt. Das neue System, das die Programmierung sowohl in Scratch als auch in Python ermöglicht, ist leider nicht mehr kompatibel zur bisherigen Software. Auch das Vorgängersystem NXT wird nicht mehr unterstützt. Außerdem gibt es noch keine Möglichkeit zur Einbindung von Sensoren anderer Hersteller. Die neue Software wird funktionsgleich für Windows, MacOS, Android, ChromeOS und iOS angeboten und enthält Bauanleitungen und eine Vielzahl von Aufgaben und Herausforderungen.

Neben den Programmierumgebungen von LEGO existiert eine Vielzahl von meist kostenlosen Programmiersprachen für den EV3. Gut für den Einstieg und für die Verwendung in der Realschule besonders geeignet sind die grafischen Programmiersprachen NEPO und Scratch3. Außerdem gibt es mehrere Möglichkeiten, den EV3 in Java oder C-Varianten zu programmieren, wobei hier der Einstieg ohne Vorkenntnisse schwierig ist.

Fazit

Auch nach über neun Jahren ist LEGO Mindstorms Education EV3 noch ein hervorragendes Robotik-System für Schulen. Sowohl Einsteiger als auch Fortgeschrittene kön-

nen mit dem bewährten Bausystem schnell und effizient konstruieren. Im Internet findet man eine riesige Zahl von Ideen und Problemlösungen. Die neue Software macht das betagte System fit für die Zukunft, ist aber für Schulen, die seit Längerem mit der alten Software vertraut sind, eine Herausforderung.

Für die Teilnahme an Wettbewerben ist LEGO Mindstorms Education EV3 noch immer uneingeschränkt zu empfehlen. Lediglich bei den VEX-Wettbewerben ist eine Teilnahme nicht möglich.



LEGO Education SPIKE Prime / MINDSTORMS Roboter-Erfinder

Im Frühjahr 2020 startete LEGO das Robotik-System SPIKE Prime. Nach Herstellerangaben soll es den Einstieg ins Bauen und Programmieren von Robotern besonders für jüngere Schüler*innen erleichtern. LEGO empfiehlt das Set ab der Jahrgangsstufe 5 und platziert es als Nachfolger des EV3-Systems. Der Preis liegt bei ca. 380 Euro.

Inhalt

Die Sortierbox enthält – neben 523 LEGO-Elementen – den programmierbaren Baustein, den LEGO SPIKE Prime-Hub nennt. Er hat einen eingebauten Gyrosensor und eine 5x5 LED-Matrixanzeige, eine LCD-Anzeige fehlt. Dem Set liegt auch ein Akku bei, der über einen Micro-USB-Anschluss geladen wird. Leider ist das Laden nur möglich, wenn sich der Akku im Hub befindet. Ein Steckernetzteil ist nicht enthalten, so dass zum Laden die USB-Buchse eines Computers oder ein zusätzliches Ladegerät genutzt werden muss.

Der Prime-Hub besitzt sechs Anschlüsse, die wahlweise für Motoren oder Sensoren genutzt werden können. Die Kommunikation mit dem Computer oder Tablet geschieht via USB oder Bluetooth.

Das Set enthält einen Farb-/Lichtsensoren, einen Ultraschallsensoren und einen Berührungssensoren, der auch in der Lage ist, die Kraft zu messen. Außerdem sind zwei mittlere Motoren und ein großer Motor enthalten. Die neuen Motoren und Sensoren haben fest verbaute Kabel von ca. 25 cm Länge, was die Größe der Konstruktionen beschränkt. Verlängerungskabel gibt es nicht. Durch die neuartigen Stecker können auch keine Motoren und Sensoren aus den Vorgängermodellen verwendet werden. Die Stecker der LEGO-Serien WeDo 2.0, Boost und Powered Up sind mechanisch zu SPIKE Prime kompatibel, werden aber leider nur teilweise von der Software unterstützt. Vom SPIKE Prime gibt es auch ein Spielwarensatz, das LEGO MINDSTORMS Roboter-Erfinder nennt und das im Einzelhandel für ca. 280 Euro zu haben ist. Diesem Set fehlt zwar die Sortierbox, der Akku ist aber, anders als beim EV3-Spielwarensatz, inklusive. Zu den 949 enthaltenen Teilen gehören vier mittlere Motoren und je ein Ultraschallsensoren sowie ein Farb-/Lichtsensoren. Der Berührungs-/Kraftsensoren ist nicht Teil des Spielwarensatzes, lässt sich aber im Fachhandel für etwa 25 Euro nachkaufen. Zwar bringt das Spielwarensatz eine eigene Programmiersoftware mit, aber die SPIKE-Prime-Software lässt sich genauso verwenden. Somit kann das Spielwarensatz durchaus auch für die Ausstattung von Schulen verwendet werden, wenn auf den exakten Nachbau der Modelle aus der Anleitung verzichtet werden kann. Als Ersatzteillager ist es ebenso hervorragend geeignet.

Erweiterung

LEGO bietet zum SPIKE Prime ein Erweiterungsset für ca. 115 Euro an, das neben 600 Bauelementen einen großen Motor und einen Farb-/Lichtsensoren enthält. Die Erweiterung wird in einer Pappschachtel geliefert. Eine Sortierbox wäre allerdings absolut notwendig, da die zusätzlichen Teile nicht ins Basis-Set passen. Alle SPIKE-Prime-Komponenten können über den Fachhandel einzeln erworben werden. Technic-Sets von LEGO bieten sich als Ergänzung der Robotik-Ausstattung immer an. Bisher gibt es leider keinen Dritthersteller am deutschen Markt, der zu SPIKE Prime kompatible Sensoren anbietet.

Programmierung

Die Programmierung von SPIKE Prime erfolgt über eine Software, die für Windows, MacOS, Android, ChromeOS und iOS verfügbar ist. Neben der auf Scratch basierenden grafischen Programmierung ist auch die Verwendung von Python möglich. Viele Bauanleitungen und Aufgaben sind bereits in der Software enthalten.

Da SPIKE Prime noch sehr neu auf dem Markt ist, gibt es bisher noch keine alternative Softwareumgebung, die zur Programmierung genutzt werden kann. Es ist aber zu erwarten, dass besonders Scratch 3.0 und NEPO bald eine Unterstützung für dieses Produkt implementieren werden.

Fazit

Das neue System LEGO SPIKE Prime eignet sich besonders gut für Einsteiger. Mit der neuen Software mit der Scratch-Programmierung und den integrierten Bauanleitungen und Aufgaben lassen Erfolge nicht lange auf sich warten. An manchen Stellen hat LEGO im Vergleich zum EV3 gute Ideen integriert. So haben die neuen Motoren eine Nullstellung, die aus dem Programm heraus angefahren werden kann. An anderen Stellen gibt es Einschränkungen, die besonders Fortgeschrittene stören dürften: Die Länge der fest verbauten Kabel an Motoren und Sensoren, das fehlende Display am Prime-Hub und die mangelnde Unterstützung an Drittherstellersensoren sind drei Beispiele für Rückschritte im Vergleich zum EV3. Für die Teilnahme an Wettbewerben ist LEGO SPIKE Prime zu empfehlen, wobei besonders die knappe Anzahl an Anschlüssen für Motoren und Sensoren gelegentlich zu Einschränkungen führen kann.



Fischertechnik TXT

Schon seit den 1980er Jahren bietet Fischertechnik Konstruktionssets an, die sich mit dem Computer verbinden lassen. Die aktuelle Generation hört auf den Namen Fischertechnik education MINT Robotics und umfasst unterschiedliche Sets, deren Gemeinsamkeit der Zentralbaustein TXT ist. Exemplarisch wurde das Robotics Competition Set ausgewählt, das speziell für die Teilnahme an Wettbewerben konzipiert ist.

Inhalt

Das Robotics Competition Set, das ca. 650 Euro kostet, wird mit einer Sortierbox geliefert, die Platz für alle enthaltenen Teile bietet. Neben dem TXT-Baustein, einem wiederaufladbaren Akku und einem Ladegerät sind etwa 670 Teile des typischen Fischertechnik-Konstruktionssystems enthalten. Zwei Encoder-Motoren, ein weiterer kleiner Motor, drei LEDs, ein Kombisensor (Gyro, Accelerometer, Kompass), drei Ultraschallsensoren und jeweils ein IR-Spursensor, ein optischer Farbsensor, ein Fotowiderstand, ein Fototransistor und ein Magnetsensor erfüllen fast jeden Wunsch. Eine USB-Kamera, die als Sensor für Objekt- und Bewegungserkennung genutzt werden kann, ist das Highlight des Sets.

Für die Verbindung der Sensoren und Motoren mit dem TXT-Baustein verwendet Fischertechnik seit vielen Jahren die gleiche einfache Steckertechnik. Da die Kabel nicht fertig konfektioniert im Kasten liegen, müssen vor der Verwendung über 20 Kabel mit etwa 60 Steckern bestückt werden, was bei der Ausstattung einer Wahlfachgruppe mit mehreren Kästen recht aufwändig ist.

Der TXT-Baustein besitzt acht Anschlüsse für Sensoren und vier Anschlüsse für Motoren, die entweder als Analog- oder als Encoder-Motoren angesprochen werden können. Für die Verbindung zum Computer wird ein USB-Kabel verwendet, via Bluetooth kann auch ein Android-Handy zur Steuerung verwendet werden. Auch eine Schnittstelle für SD-Karten ist vorhanden. Der TXT-Baustein besitzt nur einen Ein-/Ausschaltknopf, da die restliche Bedienung über den 2,4 Zoll großen farbigen Touchscreen (Auflösung 320 x 240 Pixel) geschieht.

Erweiterung

Jedes Fischertechnik-Set eignet sich zur Ergänzung von Konstruktionsmöglichkeiten. Zusätzliche Sensoren und Motoren können über den Fachhandel bezogen werden. Die einfache Verkabelung bietet die Möglichkeit, selbst Sensoren oder Motoren für das System anzupassen.

Programmierung

Die Software ROBO Pro wird von Fischertechnik mitgeliefert und bietet die Möglichkeit der grafischen Programmierung der Roboter. Das Programmiersystem, das an Flussdiagramme erinnert, ist nicht ganz so intuitiv wie Scratch, ermöglicht aber durch die Aufteilung in Unterprogramme eine gute Übersichtlichkeit auch bei umfangreichen Projekten. ROBO Pro ist nur auf Windows-PCs lauffähig. Für die Fernsteuerung des Roboters gibt es eine Handy-App für Android-Smartphones.

Seit einiger Zeit ist die Erweiterung FTScratchTXT erhältlich, mit der Scratch 3.0 kompatibel zum TXT wird. Allerdings funktioniert diese Erweiterung nur mit der browserbasierten Onlineversion von Scratch.

Fazit

Wer sich mit dem Bausystem von Fischertechnik anfreunden kann und die Anfertigung der Verbindungskabel nicht scheut, erhält mit dem Robotics Competition Set oder mit dem kleineren Robotics Discovery Set sehr mächtige Baukästen, die sich besonders für fortgeschrittene Schüler*innen eignen.



Die Teilnahme an LEGO- und VEX-Wettbewerben ist mit Fischertechnik-Sets nicht möglich. Das Robotics Competition Set wurde aber speziell für die Teilnahme am RoboCup Junior konzipiert und auch an der Robotik-Meisterschaft der Realschulen in Bayern kann man mit Fischertechnik-Robotern teilnehmen.

Update TXT 4.0

Zu Beginn des Jahres 2022 brachte Fischertechnik eine neue Version der TXT-Sets auf den Markt. Herzstück ist der zentrale Baustein TXT 4.0. Der größte Unterschied zu den Vorgängersets ist jedoch die neue auf Scratch basierende Programmierumgebung, die auch Python unterstützt. Als weitere Besonderheit sind zum Basis-Set spezielle Omniwheels (Mecanum-Räder) erhältlich.

VEX IQ

Die Robotik-Sets des amerikanischen Herstellers VEX sind in Deutschland noch weitgehend unbekannt. Die Spanne der angebotenen Systeme reicht für Zielgruppen vom Kindergarten bis zur Hochschule. Für Realschulen ist das System VEX IQ interessant, das der Hersteller ab der Jahrgangsstufe 5 empfiehlt. Es erschien im Jahr 2013 und wird in Deutschland exklusiv von insite-education vertrieben. Das VEX IQ Super Kit genannte Basis-Set kostet etwa 475 Euro.

Inhalt

Das Super Kit kommt in einer stabilen Kunststoffbox mit Sortiereinsatz. Die Box enthält über 850 Konstruktionselemente aus Kunststoff, die dem LEGO-Technic-System nicht unähnlich, zu diesem aber nicht kompatibel sind. Roboter, die aus den enthaltenen Teilen konstruiert werden, sind etwas größer als vergleichbare LEGO-Roboter, allerdings auch sehr stabil.

Der programmierbare Baustein, der hier Robot Brain heißt, hat ein hintergrundbeleuchtetes LCD-Display mit 126 x 64 Pixeln. Er verfügt über zwölf identische Anschlüsse für Motoren oder Sensoren und lässt sich durch ein Funkmodul erweitern. Die Kommunikation mit dem PC erfolgt über ein USB-Kabel, beim Tablet über Bluetooth. Im Set ist ein Akku mit passender Ladestation enthalten. Zum Laden muss der Akku aus dem Roboter entnommen werden.

Neben vier Encode-Motoren enthält das Set einen Farb-/Lichtsensoren, einen Ultraschallsensoren, einen Gyrosensoren und zwei Berührungssensoren. Weiterhin sind zwei Touch LEDs enthalten, die als Berührungssensoren und als farbige Leuchten verwendet werden können. Motoren und Sensoren werden durch unterschiedlich lange Kabel mit dem Robot Brain verbunden, die den Kabeln des LEGO EV3 sehr ähnlich sind.

Eine Besonderheit des VEX-IQ-Systems ist die enthaltene Funkfernbedienung, die dem Controller einer Spielkonsole ähnelt. Was auf den ersten Blick wie eine Spielerei wirkt, ist beim Testen von Roboterfunktionen sehr hilfreich.

Erweiterung

VEX bietet alle elektronischen Komponenten einzeln an, so dass Sensoren oder Motoren jederzeit ergänzt werden können. Besonders interessant ist hier der Vision Sensor. Es handelt sich dabei um eine Kamera, mit der der Roboter z. B. Objekte einer Farbe erkennen kann. Außerdem gibt es verschiedene Ergänzungssets, die das System um mechanische Elemente, Getriebe oder Raupenkettens erweitern.

Programmierung

Die Softwareumgebung VEXcode basiert auf Scratch 3.0, was einen schnellen Einstieg ermöglicht. Die Scratch-Programme lassen sich direkt in der Software in C++ konvertieren, was für Fortgeschrittene den Umstieg in eine Scriptsprache erleichtert. Ferner enthält die Software eine große Anzahl an Tutorials, um schnell mit dem Roboter-System vertraut zu werden. VEXcode ist für Windows, MacOS, Android, ChromeOS und iOS kostenfrei verfügbar.



Fazit

Das System VEX IQ eignet sich in gleicher Weise für Einsteiger und Fortgeschrittene. Die große Anzahl an möglichen Motoren und Sensoren und das stabile Konstruktionssystem machen sehr komplexe Roboter möglich. Auch die Verwendung der Fernbedienung hat einen eigenen Reiz und erleichtert die Entwicklung ausgefeilter Mechanik sehr.

Von VEX gibt es einen eigenen internationalen Wettbewerb, der in Deutschland noch nicht sehr verbreitet ist. Die VEX IQ Challenge wird exklusiv für Teams mit VEX-Robotern veranstaltet. Aber die VEX-IQ-Roboter sind auch für andere Wettbewerbe geeignet. Lediglich an den LEGO-Wettbewerben FIRST LEGO League und World Robot Olympiad (mit Ausnahme der Kategorien Future Innovators und Future Engineers) kann ein VEX-Roboter nicht teilnehmen.

Update 2. Generation

Anfang des Jahres 2022 überarbeitete VEX das System VEX IQ. Die Software, die auch zur 1. Generation der VEX-IQ-Roboter kompatibel ist, unterstützt jetzt die Programmierung in Scratch, Python und C++. Außerdem wurde die Zusammenstellung der mechanischen Teile verändert. Das Education Kit und das umfangreicher ausgestattete Competition Kit enthalten jetzt jeweils Omniwheels (siehe S. 37).

Makeblock mBot

Einen ganz anderen Ansatz als die bisher vorgestellten Systeme verfolgt die chinesische Firma Makeblock mit dem mBot. So basiert das mBot-System auf Aluminiumprofilen und Schraubverbindungen, was sehr stabile Roboter ermöglicht. Gleichzeitig lädt das Konstruktionssystem deutlich weniger zum Umbauen ein als die Kunststoff-Systeme. Die Steuerplatinen der unterschiedlichen mBots basieren auf der offenen Arduino-Plattform.

Die mBot-Sets werden von vielen Firmen angeboten, wobei der Lieferumfang und die Ausstattung mit Lehr- und Unterrichtsmaterialien sehr unterschiedlich ausfällt. Empfehlenswert sind z. B. die Zusammenstellungen von Christiani und Technik LPE. Für diese Vorstellung wurden Sets von Technik LPE verwendet.

Inhalt

Der mBot-S ist für den Einstieg in die Robotik geeignet. Er wird in einer kompakten Aufbewahrungsbox geliefert, die nur wenig Sortiermöglichkeiten bietet. Dies ist auch nicht nötig, da nach dem Zusammenbau des einzigen Robotermodells kaum Teile übrigbleiben. Es gibt somit nur minimale Variationsmöglichkeiten was die Konstruktion angeht. Das Herz des mBot-S ist das mCore-Board, das neben zwei Motor- und vier Sensor-Ports einen Taster, einen Summer, einen IR-Sender und -Empfänger und eine RGB-LED enthält. Mit dem PC oder Tablet wird per USB oder Bluetooth kommuniziert. Ein 3,7 V-Akku, der direkt über das Steuerboard geladen wird, liegt dem Set bei. Das Set, das etwa 150 Euro kostet, enthält zwei Motoren, die dem Antrieb des Roboters dienen. Weiterhin ist eine IR-Fernbedienung, ein LED-Matrixdisplay, ein Ultraschall- und ein Linienfolgesensor enthalten.

Der große Bruder des mBot-S hört auf den Namen mBot Ranger. Das Set, das wiederum in der gleichen Aufbewahrungsbox geliefert wird, kostet ca. 190 Euro. Mit den Bauteilen lassen sich nach Anleitung drei verschiedene Robotermodelle bauen, wobei das Standardmodell mit Raupenkette wohl die zugänglichste Variante darstellen dürfte. Gesteuert wird der Ranger vom Auriga-Board, das per USB oder Bluetooth mit dem Computer oder Tablet kommuniziert. Auf dem Board befindet sich ein Ring aus zwölf RGB-LEDs, ein Summer und ein Taster. Außerdem sind ein Temperatur-, ein Schall- und ein Gyrosensor auf dem Auriga-Board verbaut. Für den Anschluss weiterer Sensoren stehen sechs Anschlüsse zur Verfügung. Motoren können über zwei Ports für Gleichstrom- oder Encoder-Motoren angeschlossen werden. Zusätzlich stehen vier Ports für weitere Motoren oder Servos zur Verfügung. Im Lieferumfang befinden sich zwei Motoren, ein Ultraschall- und ein Linienfolgesensor. Auch eine Akkubox liegt dem Ranger bei, wobei Technik LPE sich hier für ein ungewöhnliches Format entschieden hat. Deshalb ist für das Laden der Akkus ein spezielles Ladegerät nötig.

Eine Schwachstelle beider mBot-Modelle ist, dass die Antriebsmotoren einfache Gleichstrommotoren sind, die keinen Winkelsensor eingebaut haben. Damit ist die exakte Steuerung durch das Synchronisieren der Motoren nur schwer möglich. Einfache Aufgaben, wie das Linienfolgen sind aber problemlos möglich. Encoder-Motoren sind als Zubehör erhältlich.

Erweiterung

Makeblock bietet eine Vielzahl von Erweiterungsmöglichkeiten. Zuerst ist hier die sehr große Zahl von etwa 30 Sensoren, Motoren und Displays zu nennen. Weiterhin gibt es Aluprofile, Zahnräder, Achsen, Reifen und viele weitere mechanische Teile, die aufwendige Roboterkonstruktionen ermöglichen. Es wäre allerdings wünschenswert, wenn schon den beiden Robotersets etwas mehr Konstruktionsmaterial beiliegen würde.

Programmierung

Die kostenlose Software mBlock basiert auf Scratch 3.0 und bietet somit einen leichten Einstieg in die blockbasierte Programmierung der Roboter. Für Fortgeschrittene bietet mBlock die Programmierung in Python. Auch NEPO unterstützt inzwischen mBots.

Fazit

Die Makeblock mBots eignen sich hervorragend für Einsteiger. Da die Anschaffungskosten eher niedrig sind, bieten sich mBots besonders auch für die Verwendung im IT-Unterricht an. Die mechanischen Möglichkeiten sind durch die knappe Ausstattung der Sets mit Aluprofilen, Zahnrädern und besonders Motoren sehr beschränkt.

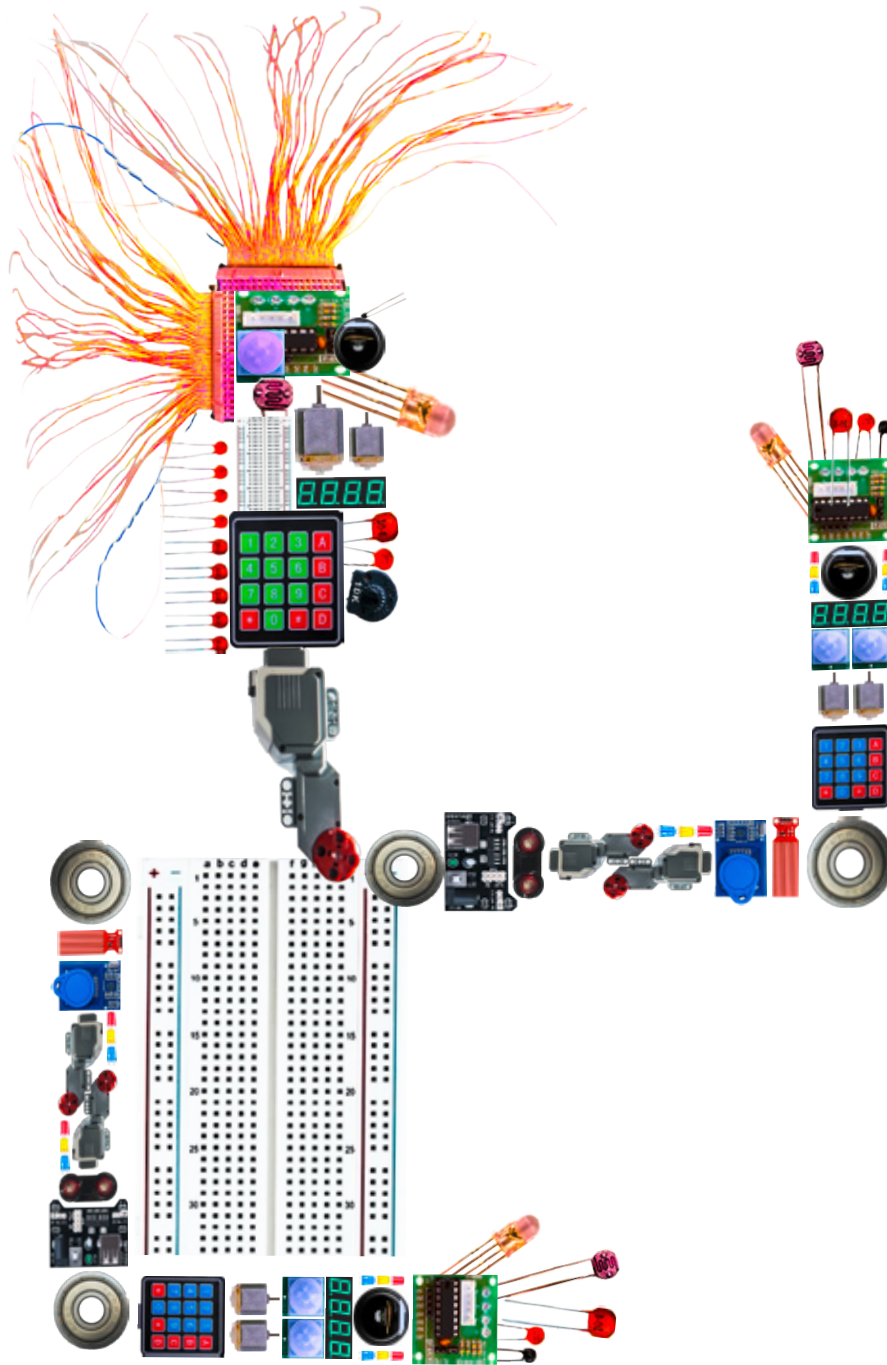


Wer möchte, kann aber in der riesigen Auswahl an Zubehör alles finden, was für hochkomplexe Roboter nötig ist. Die Teilnahme an Wettbewerben ist mit den Basissets nicht sinnvoll, und an den LEGO- bzw. VEX-Wettbewerben auch gar nicht möglich. Durch Erweiterungen können die Roboter aber durchaus in der Lage sein, mit anderen Systemen zu konkurrieren.

Update mBot 2

Im Jahr 2021 erschien der neue mBot 2. Bei diesem Roboter, der auf dem Fahrgestell des mBot-S basiert, übernimmt der CyberPi die Steuerung. Neu ist, dass der zentrale Baustein ein Farbdisplay, WLAN, einen Akku und verschiedene Sensoren enthält. Für den Antrieb sorgen zwei Encoder-Motoren. Die im Roboter verwendeten Sensoren werden durch spezielle Kabel in Reihe an den CyberPi angeschlossen. Die bisherige Software mBlock ist kompatibel zum neuen mBot 2.

2. Wettbewerbe



Bei einem Wettbewerb wird die Gruppe der Schüler*innen zum Team, die Lehrkraft wird zum Coach. Entschließt sich ein Team für die Teilnahme an einem Wettbewerb, kommen auf Schüler*innen wie Begleit-Lehrkräfte spannende Herausforderungen zu:

1. Das Spielfeld muss beschafft und aufgebaut werden. Bei manchen Wettbewerben reichen eine einfache Spielfeldmatte und wenige Aufbauten aus LEGO oder Holz, bei anderen Wettbewerben muss ein spezieller Tisch mit Banden angefertigt werden, auf dem eine große Anzahl von Aufbauten Platz findet. Sehr hilfreich ist es, wenn eine befreundete Schreinerei oder handwerklich geschickte Eltern hierbei unterstützen können.
2. Das Regelwerk muss gemeinsam durchgearbeitet werden. Lehrkräfte und Schüler*innen müssen wissen, welche Materialien im Roboter verwendet werden dürfen und auf welche Weise im Spiel Punkte erzielt werden können. Nichts ist frustrierender, als wenn am Wettbewerbstag wegen Regelverstößen vom Schiedsrichter Punkte nicht gegeben werden.
3. Jedes Teammitglied muss nach seinen Fähigkeiten optimal für das Team arbeiten. Oft gibt es in einer Gruppe spezialisierte Konstrukteur*innen und Programmierer*innen, die aber Hand in Hand arbeiten müssen, damit der Roboter die Aufgaben optimal lösen kann. Dabei wird besonders die Selbsteinschätzung und Teamfähigkeit geschult.
4. Ein gemeinsam gewählter Name für das Team und ein einheitliches Outfit stärken das Gemeinschaftsgefühl. Team-Shirts kann man günstig im Internet designen oder bei einem örtlichen Druckservice anfertigen lassen.
5. Die Reise zu einem Wettbewerb muss rechtzeitig geplant werden. Bei kleinen Teams reichen PKWs, während für mehrere oder große Teams eine Busfahrt organisiert werden muss. Für nationale oder internationale Events sind auch Übernachtungen mit einzuplanen. Hierbei helfen im Normalfall die Organisatoren der Wettbewerbe.
6. Am Wettbewerbstag zeigt sich, ob Teamfähigkeit und Kooperationsbereitschaft zum Erfolg führen. Wie bei einem Sportevent ringen die Teams um den Sieg. Dabei geht es nicht nur darum, vorher Erarbeitetes abzurufen, sondern es sind in gleichem Maße Spontanität und Improvisationstalent gefragt.

7. Nach dem Wettbewerb ist vor dem Wettbewerb. Da Teams häufig über mehrere Jahre an Wettbewerben teilnehmen, ist es sinnvoll, das Abschneiden zu analysieren. Was war gut, wo gibt es Verbesserungspotential? Dadurch ist man für künftige Wettbewerbe gegebenenfalls besser gerüstet.

Grundsätzlich ist die Teilnahme an einem Wettbewerb für alle Beteiligten eine Herausforderung, aber auch mit sehr viel Spaß verbunden. Nichts motiviert das Team mehr als der Erfolg bei einem Wettbewerb.

Robotik-Meisterschaft der Realschulen in Bayern



Die Robotik-Meisterschaft der Realschulen in Bayern ist ein Wettbewerb, der aus der Realschule kommt und exklusiv in Bayern und nur für Realschulen angeboten wird. Sie steht unter der Trägerschaft der MINT²¹-DIGITAL-Initiative an Bayerischen Realschulen. Teilnehmen können Schüler*innen der Jahrgangsstufen 5 - 10 in Teams zu zwei oder drei Jugendlichen. Eine Teilnahmegebühr wird nicht erhoben. Die Wettbewerbs-Aufgaben werden von den Robotik-Arbeitskreisen der Bezirke und dem ISB-Arbeitskreis Robotik erarbeitet.

Es gibt zwei Kategorien, die sich am Alter und den bereits erworbenen Robotik-Kenntnissen der Schüler*innen orientieren. Zusätzlich wird ab dem Schuljahr 2022/2023 eine Fußball-Kategorie für LEGO-EV3-Roboter angeboten.

Einsteiger-Kategorie (Jahrgangsstufen 5 - 8)

Schon im ersten Robotik-Jahr erwerben die Jugendlichen die Fähigkeiten, die für die Bewältigung dieser Wettbewerbskategorie nötig sind: Bau eines individuellen Roboters, Programmierung von einfachen Abläufen (Schleifen, Wenn-Dann-Bedingungen, Abfrage von Sensoren).

Fortgeschrittenen-Kategorie (Jahrgangsstufen 5 - 10)

Wenn die Robotik-Kenntnisse schon komplexere Roboter (z. B. Umgang mit Variablen) ermöglichen, dann ist die Fortgeschrittenen-Kategorie geeignet.

Die Aufgaben werden jeweils Anfang November veröffentlicht. Das Spielfeld besteht aus einer bedruckten Matte mit den Maßen 2,00 m x 1,50 m und wenigen Aufbauten aus Holz und LEGO-Steinen. Ein spezieller Tisch wird nicht benötigt.

Fußball-Kategorie

Auf einem Spieltisch (ca. 2,36 m x 1,14 m, kompatibel zu FIRST LEGO League und World Robot Olympiad), der mit einem Rasenteppich und Toren ausgestattet ist, spielen zwei Roboter gegeneinander Fußball. Mit Hilfe spezieller Sensoren erkennen die Roboter den Ball und orientieren sich zum gegnerischen Tor. Mit der Bekanntgabe der Aufgaben wird für alle Kategorien jeweils auch ein Lösungsvorschlag in Form eines LEGO-Modells und der zugehörigen Programmierung veröffentlicht. Dieser Vorschlag löst die jeweilige Aufgabe, ist aber nicht zum Nachbauen gedacht. Vielmehr sollen die Schüler*innen Anregungen erhalten, wie sie selbst die Lösung erarbeiten könnten.

Die Teilnahme an der Robotik-Meisterschaft der Realschulen in Bayern ist (außer in der Fußball-Kategorie) mit jedem Robotik-System und mit jeder Software möglich.

In jedem Bezirk findet im Mai/Juni jeweils ein regionaler Wettbewerb statt. Die Sieger der Wettbewerbe treffen sich im Juli zum Bayern-Finale, das in der Regel öffentlichkeitswirksam ausgetragen wird.

Kosten: Spielfeldmatte und Aufbauten ca. 60 €

Alle Informationen zu Robotik-Meisterschaft der Realschulen in Bayern sind unter <https://www.robotik-bayern.de> zu finden.

FIRST LEGO League



Seit der Saison 2021/2022 gibt es bei der FIRST LEGO League (FLL) die Altersklassen Explore (6 - 10 Jahre) und Challenge (9 - 16 Jahre). Für die Realschule ist nur die FLL Challenge interessant. Der Verein HANDS on TECHNOLOGY e.V. möchte durch die FLL Kinder und Jugendliche in einer sportlichen Atmosphäre an Wissenschaft und Technologie heranführen. Das Rahmenthema des Wettbewerbs wechselt jährlich.

An der FLL Challenge können Teams von zwei bis zehn Personen teilnehmen. Die Teilnahmegebühr pro Team beträgt 150 €. Im Dezember und Januar finden deutschlandweit über 40 Regionalwettbewerbe statt, durch die sich Teams zu einem von vier Qualifikationswettbewerben im Februar qualifizieren können. Die Gewinner der Qualifikationswettbewerbe treten beim FLL-Finale im April gegen die Siegerteams aus Österreich und der Schweiz an.

Jeder Wettbewerb im Rahmen der FLL-Challenge besteht aus vier Teilaufgaben, zu denen jedes Team antreten muss:

Robot-Game

Das Team konstruiert und programmiert einen LEGO-Roboter, der auf dem Spielfeld autonom Aufgaben löst. Das Spielfeld besteht aus einer 1,14 m x 2,36 m großen Matte, auf der LEGO-Modelle stehen. Am Wettbewerbstag tritt jedes Team in drei Matches zu je 2:30 Minuten an. Die Punktzahl des besten Matches geht in die Wertung ein.



Forschungsprojekt

Passend zum Rahmenthema muss vor einer Jury ein Forschungsprojekt vorgestellt werden. Dazu muss das Team vorab Informationen sammeln, Expert*innen kontaktieren und selbst nach innovativen Lösungsansätzen suchen. Die Präsentation sollte kurz und unterhaltsam gestaltet sein.

Roboterdesign

Das Team präsentiert einer Jury die Konstruktion und Programmierung des Roboters. Dabei wird besonders auf kreative Lösungen und den effizienten Einsatz von Technik geachtet.



Teamwork

Das Team soll zeigen, wie gut die Zusammenarbeit klappt. Dabei kommt es nicht unbedingt auf die Lösung einer Aufgabe, sondern auf die Kommunikation im Team an. Das Team, das in allen vier Aufgaben zusammen die meisten Punkte holt, ist FLL-Champion.

Kosten: Spieltisch ab ca. 100 €, Spielfeldmatte und Aufbauten 129 €.

Alle Informationen zur FLL sind unter <https://www.first-lego-league.org/de> zu finden.

World Robot Olympiad



Die World Robot Olympiad ist ein internationaler Roboterwettbewerb, der in Deutschland vom Verein TECHNIK BEGEISTERT e.V. veranstaltet wird. Das Ziel ist, Kinder und Jugendliche durch verschiedene Wettbewerbskategorien für Naturwissenschaft und Technik zu begeistern. Jede Saison steht unter einem einheitlichen Rahmenthema. Zur Saison 2022 gibt es eine Überarbeitung und Umbenennung der Wettbewerbskategorien.

Bei der WRO besteht ein Team grundsätzlich aus zwei bis drei Kindern/Jugendlichen. Die Teilnahmegebühr pro Team beträgt ca. 60 €.

In ganz Deutschland werden über 30 regionale Wettbewerbe angeboten, die im Frühjahr/Sommer stattfinden. Über die Regionalwettbewerbe ist die Qualifikation zum Deutschlandfinale möglich, das jährlich im Sommer/Herbst an einem anderen Ort stattfindet. Etwa 12 bis 15 Teams qualifizieren sich jedes Jahr für die Teilnahme am Weltfinale im November. Im Jahr 2022 ist Deutschland Gastgeber für das Weltfinale. Der Austragungsort ist Dortmund.

RoboMission (früher: Regular-Kategorie)

Auf einem Parcours von 2,36 m x 1,14 m gibt es verschiedene Aufbauten aus LEGO-Bausteinen. Der Roboter muss innerhalb von zwei Minuten bestimmte Aufgaben erledigen, für die es Punkte gibt. Zu Beginn des Wettbewerbs muss der Roboter vom Team aus Einzelteilen ohne Anleitung zusammengebaut werden. Es sind nur Teile von LEGO zugelassen.



Bei jedem Wettbewerb gibt es eine vorher unbekannte Überraschungsaufgabe, die in der Vorbereitungszeit umgesetzt werden kann und für die es Extrapunkte gibt. Bei der Kategorie RoboMission gibt es drei Altersklassen: Elementary (8 - 12 Jahre), Junior (11 - 15 Jahre), Senior (14 - 19 Jahre).

Kosten: Spieltisch ab ca. 100 €, Spielfeldmatte ca. 25 €, Materialset für die Aufbauten ca. 45 €.

RoboSports (früher: Football-Kategorie)

Mit der neuen RoboSports-Kategorie wird Roboterfußball abgelöst. Künftig soll die Sportart alle drei bis vier Jahre wechseln. Ab der Saison 2022 steht Doppeltennis auf dem Programm. Die Schüler*innen bauen und programmieren je Team zwei Roboter, die gegen ein anderes Team aus zwei Robotern Tennis spielen. Dabei wird ein Spielfeld von der gleichen Größe wie bei RoboMission verwendet. Die Spielfeldmatte und eine Bande trennen das Spielfeld in zwei Hälften. Zu Beginn des Wettbewerbs müssen die Roboter vom Team aus Einzelteilen ohne Anleitung zu-



sammengebaut werden. Es sind nur Teile von LEGO zugelassen. Um die Bälle zu erkennen, darf eine Kamera am Roboter verwendet werden. RoboSports richtet sich an Jugendliche im Alter von 11 bis 19 Jahren.

Kosten: Spieltisch ab ca. 100 €, Spielfeldmatte ca. 25 €, zusätzliche Aufbauten: ca. 25 €.

Future Innovators (früher: Open-Kategorie)

In dieser Kategorie entwickelt das Team ein Robotermodell zum Rahmenthema der jeweiligen Saison. Dabei gibt es keine Einschränkung bezüglich eines Robotiksystems oder bestimmter Materialien. Am Wettbewerbstag präsentiert das Team einer Jury den Roboter im Rahmen eines kurzen Vortrags. Innerhalb der Kategorie Future Innovators gibt es drei Altersklassen, die denen der Kategorie RoboMission entsprechen.

Kosten: individuell je nach Aufwand.

Future Engineers (neue Kategorie)

Jugendliche im Alter von 14 bis 19 Jahren bauen ein völlig autonom fahrendes Roboterauto, das auf einem 3,2m x 3,2m großen Parcours selbstständig Hindernisse, Kurven und Begrenzungen bewältigt. Für den Bau des Autos gibt es keine Materialeinschränkungen.

Kosten: noch nicht bekannt.

Starter-Programm (früher: Regular-Kategorie Starter)

Für Kinder und Jugendliche, die an die WRO herangeführt werden sollen, gibt es ein Starter-Programm, für das ein Übungsspielfeld mit einfachen Aufbauten und Aufgaben verwendet wird. Startplätze für das Starter-Programm gibt es bei vielen Regionalwettbewerben, allerdings ist keine Qualifikation für das Deutschlandfinale möglich.

Kosten: Spieltisch ab ca. 100 €, Spielfeldmatte ca. 25 €, Materialset für die Aufbauten ca. 45 €.

Alle Informationen zur WRO sind unter <https://www.worldrobotolympiad.de> zu finden.

RoboCup Junior



Der RoboCup Junior ist der Schülerwettbewerb des internationalen RoboCup. Durch Aufgaben in drei verschiedenen Kategorien, die beim RoboCup Ligen genannt werden, sollen Kinder und Jugendliche zwischen 10 und 19 Jahren für Naturwissenschaft und Technik begeistert werden. Deutschlandweit finden im Februar/März acht Qualifikationsturniere statt. Im Sommer gibt es ein RoboCup-Junior-Finale, durch das sich Teams bis zu Weltmeisterschaft qualifizieren können.

Die Teilnahmegebühr für ein Qualifikationsturnier liegt bei 30 € pro Teammitglied. Ein Team besteht aus mindestens zwei Mitgliedern. Die Obergrenze für die Teamgröße liegt je nach Liga bei vier oder fünf Teilnehmer*innen.

Beim RoboCup Junior sind (mit einer Ausnahme) alle Roboter-materialien erlaubt.

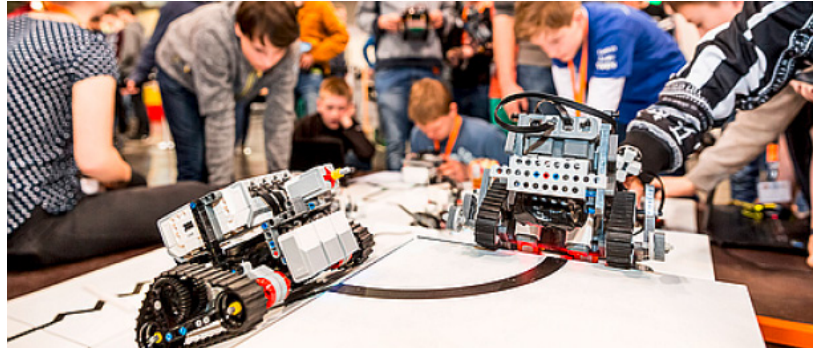
OnStage (Teamgröße: 2 - 5 Teilnehmer*innen)

In der Liga OnStage kreieren die Teammitglieder eine Choreographie, zu der sich die Roboter zu Musik bewegen sollen. Manche Teams erzählen mit ihren Robotern eine ganze Geschichte und bringen auch sich selbst in ein kleines Theaterstück ein. Eine Jury bewertet die Komplexität der Roboter, die Originalität der Idee und die technische Umsetzung.



Rescue (Teamgröße: 2 - 4 Teilnehmer*innen)

Bei den Rescue-Ligen müssen die Roboter einen Parcours mit Hindernissen bewältigen und Objekte als „Opfer“ erkennen und retten. In der Kategorie Rescue Line ist der Weg durch eine schwarze Linie markiert. Hindernisse zwingen den Roboter, den Parcours zu verlassen und wiederzufinden. Bei Rescue Maze ist der Parcours ein Labyrinth aus mehreren Räumen. Auch hier versperren Hindernisse immer wieder den direkten Weg.



Seit dem Jahr 2018 werden in Deutschland zusätzlich die Einsteigerligen Rescue Line Entry und Rescue Maze Entry angeboten, an denen Schüler*innen bis zu einem Alter 14 Jahren teilnehmen können. In den beiden Entry-Ligen ist keine Qualifikation zum Weltfinale möglich.

Soccer (Teamgröße: 2 - 4 Teilnehmer*innen)

In den Soccer-Ligen spielen zwei Roboter als Team gegen zwei gegnerische Roboter Fußball. Bei der Soccer-Open-Liga wird ein oranger Ball eingesetzt, der von den Robotern durch eine Kamera erkannt werden muss. Das Gewicht des Roboters darf bis zu 2,5 kg betragen. In der Soccer-Lightweight-Liga darf ein Roboter höchstens 1 kg schwer sein. Außerdem wird ein Ball verwendet, der IR-Signale (Infrarotsignale) aussendet, die von den Robotern durch spezielle Sensoren wahrgenommen werden.

Zusätzlich gibt es zwei Einsteiger-Ligen, in denen eins gegen eins gespielt wird. In der Soccer 1-1 Open Liga sind alle Materialien erlaubt, bei Soccer 1-1 Standard Kit dürfen nur Roboter mitspielen, die aus LEGO- oder Fischertechnik-Baukästen gebaut sind.

Kosten: je nach Liga sehr unterschiedlich.

Alle Informationen zum RoboCup Junior sind unter <https://www.robocupgermanopen.de/de/junior> zu finden.



VEX IQ Challenge

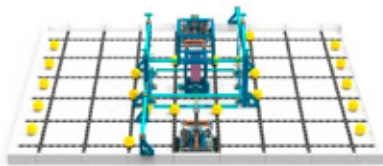


Die VEX IQ Challenge (VIQC) ist ein internationaler Wettbewerb, der in Deutschland vom Verein roboMINT e.V. organisiert wird.

An der VIQC können Schüler*innen und bis einschließlich 15 Jahren teilnehmen. Ein Team besteht mindestens aus zwei Schüler*innen. Eine Lehrkraft unterstützt das Team. Die Teilnahme ist nur mit Robotern vom Typ VEX IQ möglich. Eine Anmeldegebühr wird nicht erhoben.

In der Saison 2021/2022 fanden in Deutschland von Dezember bis März fünf Qualifikationsturniere statt. Im Mai folgten die German Masters, bei denen die Qualifikation zu den VEX Worlds in den USA möglich ist.

Die VEX IQ Challenge wird in zwei Kategorien auf einem speziellen Spielfeld (2,4 m x 1,8 m) gespielt.



Teamwork Challenge

In der Teamwork Challenge versuchen zwei Teams mit jeweils zwei Fahrer*innen in einer Allianz gemeinsam mit ihren Robotern (mit Fernsteuerung) in 60-sekündigen Teamwork-Matches die Aufgabe bestmöglich zu lösen. Die Allianzen ergeben sich nach dem Zufallsprinzip und wechseln nach jedem Match.

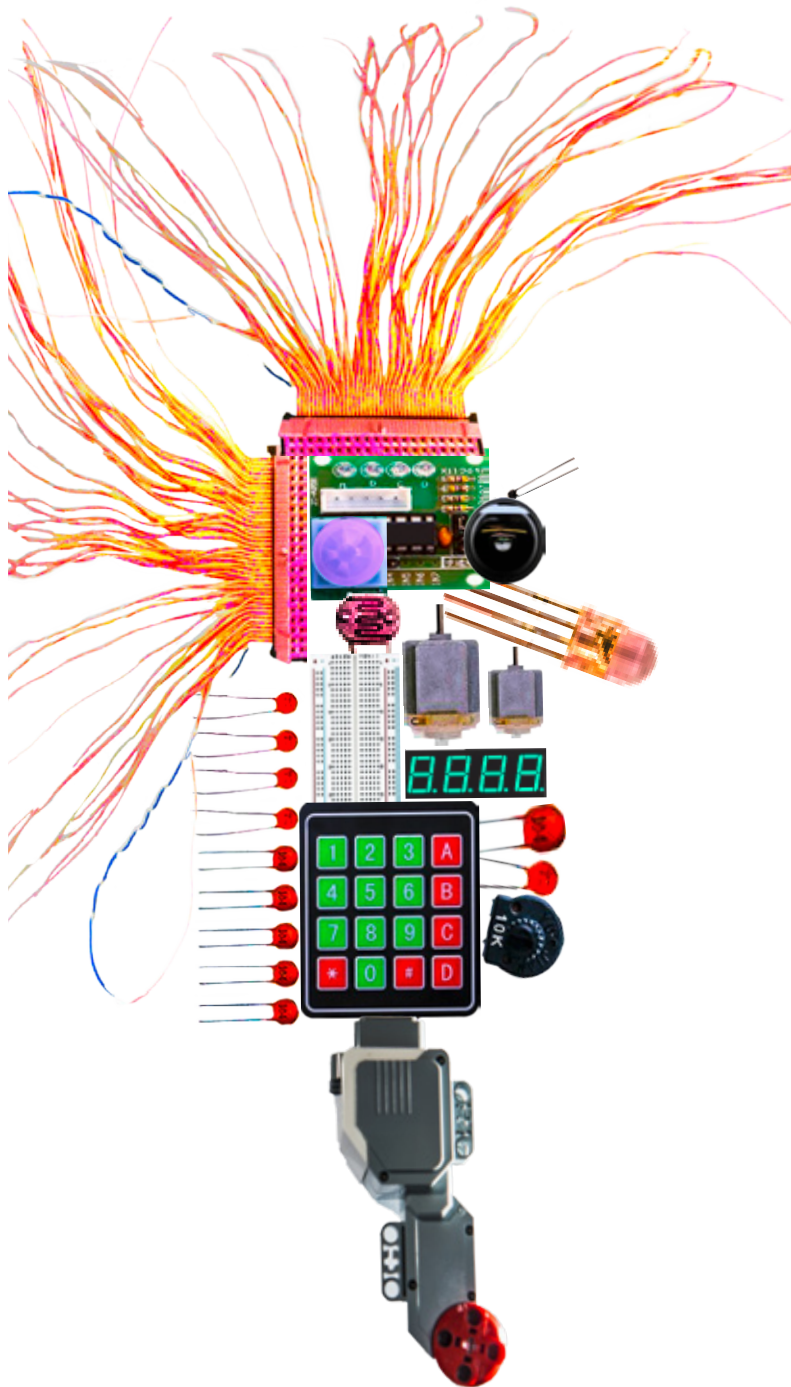
Robot Skills Challenge

Bei der Robot Skills Challenge versucht jedes Team, einzeln mit seinem Roboter abwechselnd in jeweils 60 Sekunden ferngesteuert bzw. autonom fahrend so viele Punkte wie möglich zu sammeln.

Kosten: Wettbewerbs-Spielfeld 354 € (einmalig), Spielfeld-aufbauten ca. 130 €.

Alle Informationen zur VEX IQ Challenge sind unter <https://robomint.de/VIQC/> zu finden.

3. Tipps und Links zur Programmierung mit Scratch



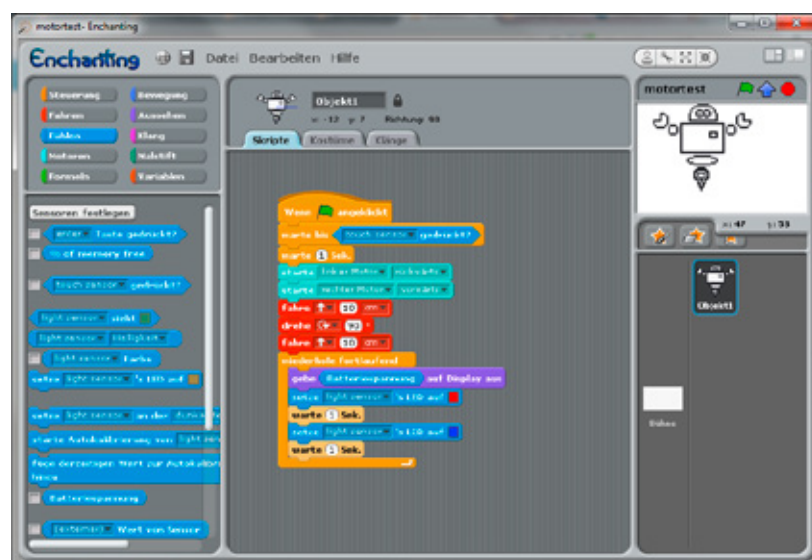
Nachdem sich in den letzten Jahren Scratch immer mehr zur Standardsprache für alle Robotik-Systeme entwickelt hat, liegt es nahe, auch ältere Roboter mit Scratch zu programmieren. Dank einiger unabhängiger Projekte ist dies möglich.

Enchanting (Scratch für NXT)

Unter <https://enchanting.robotclub.ab.ca/> ist die Software Enchanting zu finden. Es handelt sich dabei um eine Modifikation, die auf Scratch 1.4 basiert und leider nicht mehr weiterentwickelt wird. Für den Einstieg in die Programmierung mit Scratch am LEGO Mindstorms NXT ist die Software aber völlig ausreichend. Enchanting verwendet den NXT Fantom Driver und benötigt leJOS als NXT-Betriebssystem. Enchanting ist nur für Windows-Tablets und -PCs erhältlich.

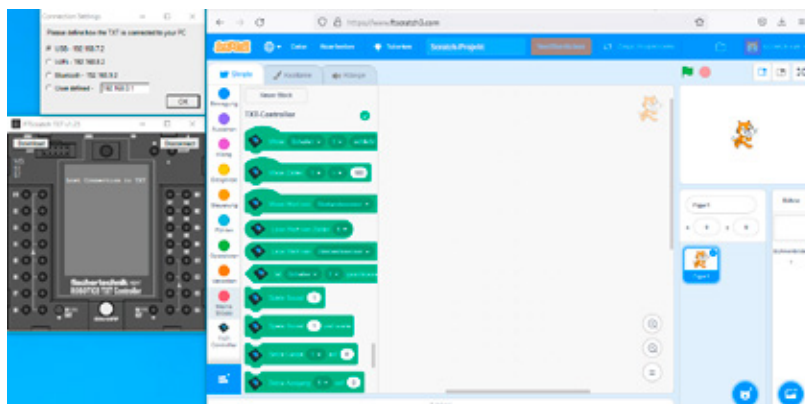
Die Seite [https://de.scratch-wiki.info/wiki/Enchanting_\(Scratch_Modifikation\)](https://de.scratch-wiki.info/wiki/Enchanting_(Scratch_Modifikation)) bietet eine kurze Einführung in Enchanting.

Die Enchanting Cards ([https://enchanting.robotclub.ab.ca/Downloads/Cards/Enchanting%20\(Deutsch\).pdf](https://enchanting.robotclub.ab.ca/Downloads/Cards/Enchanting%20(Deutsch).pdf)) bieten eine umfassende Anleitung zur Scratch-Programmierung am NXT und können so auch im Unterricht verwendet werden.



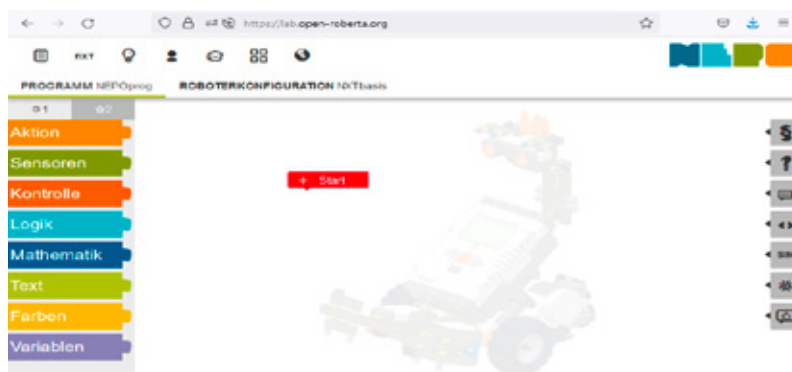
FTScratchTXT (Scratch für TXT)

FTScratchTXT ist eine Erweiterung der browserbasierten Scratch-Version 3.0. Sie ermöglicht die Programmierung des Fischertechnik-TXT-Controllers mit Scratch. Das Programm und eine kurze Anleitung sind unter <https://ftscratch.github.io/ROBO-TXT/www/de/index.html> zu finden. FTScratchTXT ist für Windows, Linux und MacOS verfügbar.

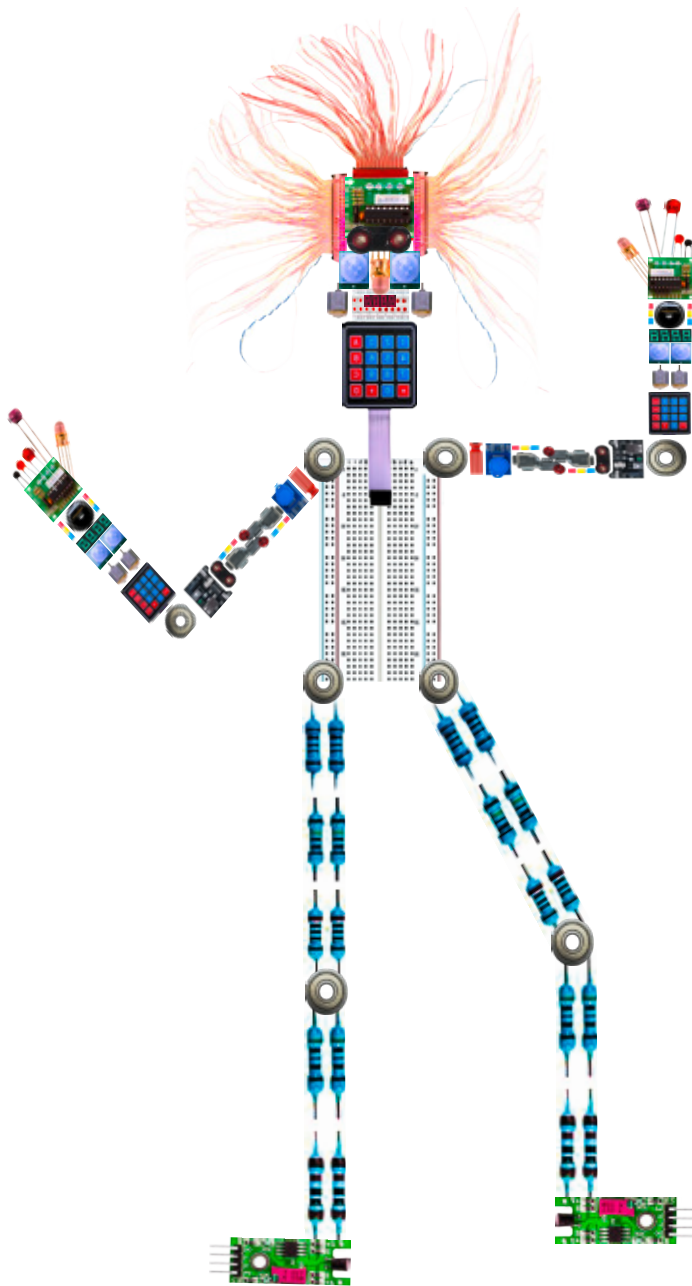


NEPO

NEPO (<https://lab.open-roberta.org/>) ist als browserbasierte Entwicklungsumgebung Teil von Open Roberta. Mit dieser Initiative möchte das Fraunhofer-Institut Kindern die Programmierung verschiedener Roboter-Systeme nahebringen. Tatsächlich basiert NEPO nicht auf Scratch, hat aber sowohl vom Aussehen als auch von der Programmierstruktur deutliche Ähnlichkeit mit Scratch. Für Schulen mit unterschiedlichen Robotern ist die Programmierung in NEPO eine schöne Möglichkeit, eine einheitliche Umgebung für unterschiedliche Systeme zu verwenden. Derzeit unterstützt NEPO – neben einigen anderen Geräten – die für die Realschule wichtigen Systeme EV3, NXT und mBot.



4. Exkurs: Roboter-Fußball mit LEGO EV3





Seit dem Jahr 1995 organisiert die Federation of International Robot-Soccer Association (FIRA) internationale Wettbewerbe, um die Entwicklung von Robotern voranzutreiben. Das Ziel ist, bis zum Jahr 2050 den menschlichen Fußballweltmeister in einem gewöhnlichen Spiel zu besiegen.

Diese Herausforderung ist besonders für Firmen und Forschungseinrichtungen interessant. Aber auch in Schulen können Fußball-Roboter für viel Aufsehen sorgen.

Bei der Robotik-Meisterschaft der Realschulen in Bayern gibt es ab dem Schuljahr 2022/2023 eine Fußball-Kategorie für LEGO-EV3-Roboter. Das Konzept eines solchen Fußball-Roboters soll im Folgenden erklärt werden.

Teil 1: Sensoren und Motoren

Erkennen des Balls

Der HiTechnic Infrared Electronic Ball (IRB 1005) sendet durch seine 20 Infrarot-LEDs ein gleichmäßiges IR-Licht in alle Richtungen aus. Für den Betrieb sind vier Batterien vom Typ AAA nötig. Der Ball verfügt über einen Ein-Aus-Schalter und eine Status-LED, die bei eingeschaltetem Ball grün leuchtet. Wenn die LED rot leuchtet, ist die Batteriespannung schwach.

Der HiTechnic-IR-Seeker-Sensor kann durch die eingebauten IR-Detektoren erkennen, aus welcher Richtung das IR-Licht kommt. Der Sensor gibt entsprechend eine Zahl zwischen 1 und 9 aus. Ist der Ball nicht zu erkennen, z. B. weil er hinter dem Roboter liegt, ist die ausgegebene Zahl 0.

Außerdem kann der Sensor die Signalstärke erkennen. Die ausgegebenen Zahlen liegen zwischen 0 (= kein IR-Signal) und 255 (= maximales IR-Signal).



Die richtige Richtung

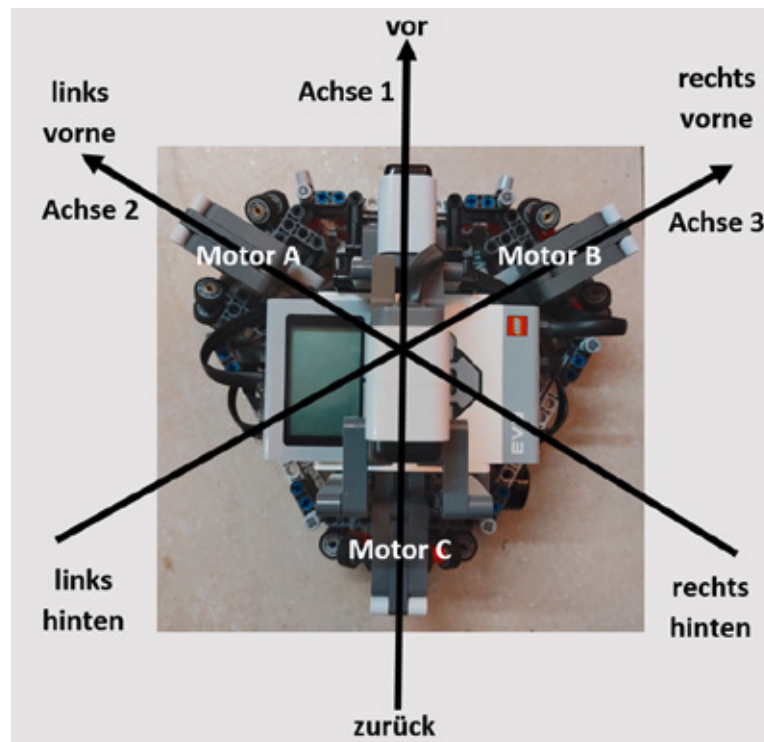
Damit der Roboter in die richtige Richtung spielt, muss er diese zuverlässig erkennen. Hierfür bietet sich der Kompass-Sensor von HiTechnic an. Dieser Sensor misst das Erdmagnetfeld und teilt es in 360 Gradschritte ein. Die 0 entspricht dem Norden, 180 liegt dementsprechend im Süden. Für die Verwendung in einem Fußball-Roboter ist praktisch, dass man jede beliebige Richtung als Bezugswert einstellen kann. Richtet man den Roboter beim Spielstart auf das gegnerische Tor aus, so erkennt er während

des Spiel automatisch Abweichungen von der Norm und kann diese korrigieren.

Bewegung mit Omniwheels

Omniwheels oder Allseitenräder sind spezielle Räder, die sich auf ihrer Achse wie normale Räder verhalten. Durch die in den Laufflächen angebrachten Rädchen, die senkrecht zur Laufrichtung des ganzen Rades eingebaut sind, lassen sich die Omniwheels jedoch ohne großen Widerstand quer zur Laufrichtung schieben, ohne zu blockieren. Roboter, die mit mindestens drei Omniwheels ausgestattet sind, haben so eine uneingeschränkte Beweglichkeit in alle Richtungen.

Ein sehr einfaches Konzept für die Bewegung eines



Roboters mit Omniwheels basiert auf der Bewegung entlang der drei Achsen (1,2,3):

Entlang der Achse 1 kann der Roboter vorwärts oder rückwärts fahren, wenn sich die Motoren A und B bewegen.

Der Motor C ist dabei in Ruhe oder korrigiert nur, falls der Roboter von der richtigen Richtung abweicht.

Entlang der Achse 2 kann der Roboter schräg nach links vorne oder rechts hinten fahren, wenn sich die Motoren B und C bewegen. Der Motor A ist in Ruhe oder korrigiert.

Entlang der Achse 3 kann der Roboter schräg nach rechts vorne oder links hinten fahren, wenn sich die Motoren C

und A bewegen. Der Motor B ist in Ruhe oder korrigiert. Es gibt also sechs Richtungen, in die der Roboter fahren kann: vor, zurück, links vorne, rechts vorne, links hinten und rechts hinten.

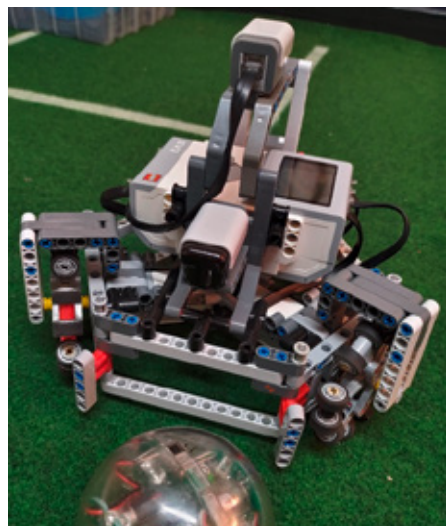
Es gilt, dem Roboter beizubringen, dahin zu fahren, wo der Ball ist. Dazu benötigt man den Wert des IR-Sucher-Sensors.

- 0 Der Ball liegt wahrscheinlich hinter dem Roboter. → rückwärts
- 1,2 Der Ball liegt links hinter dem Roboter. → rückwärts
- 3 Der Ball liegt links neben dem Roboter. → links hinten
- 4 Der Ball liegt links vor dem Roboter. → links vorne
- 5 Der Ball liegt vor dem Roboter. → vorwärts
- 6 Der Ball liegt rechts vor dem Roboter. → rechts vorne
- 7 Der Ball liegt rechts neben dem Roboter. → rechts hinten
- 8,9 Der Ball liegt rechts hinter dem Roboter. → rückwärts

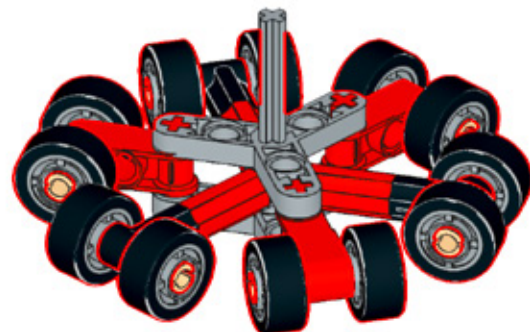
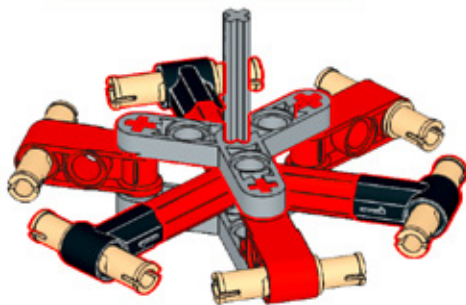
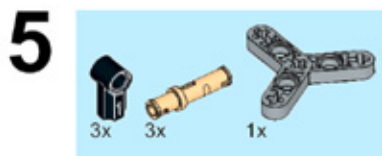
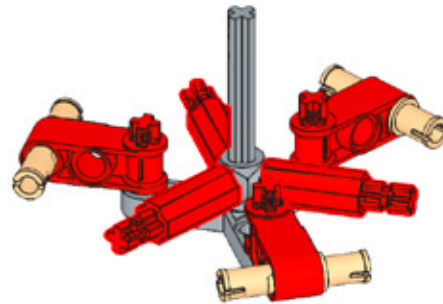
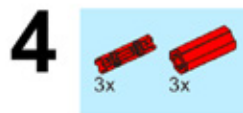
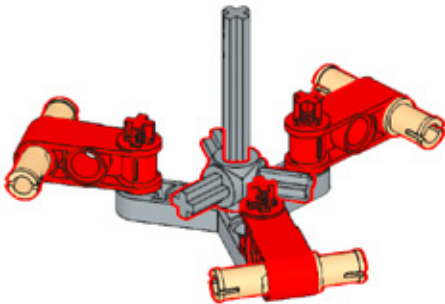
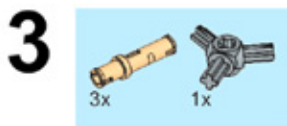
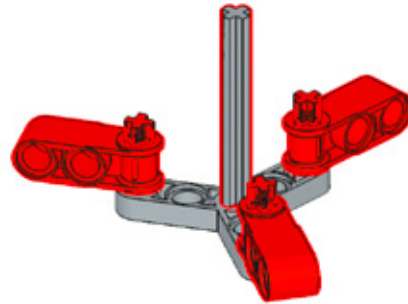
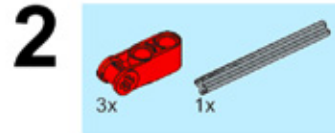
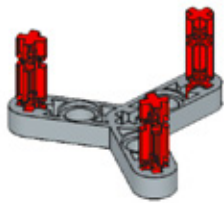
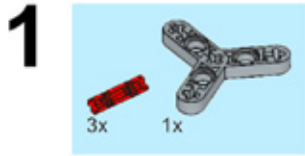
Teil 2: Der Roboter

Der Roboter wird aus LEGO-Teilen gebaut. Teile, die nicht in ausreichender Zahl vorhanden sind, können leicht über Internetmarktplätze wie z. B. www.bricklink.com bezogen werden.

Die beiden HiTechnic-Sensoren für die Orientierung am Erdmagnetfeld und das Erkennen des IR-Balls werden zusätzlich benötigt.

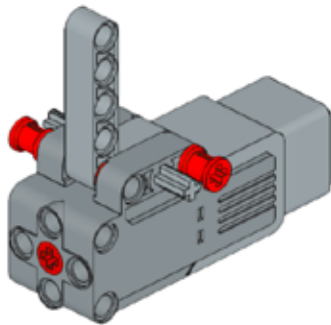
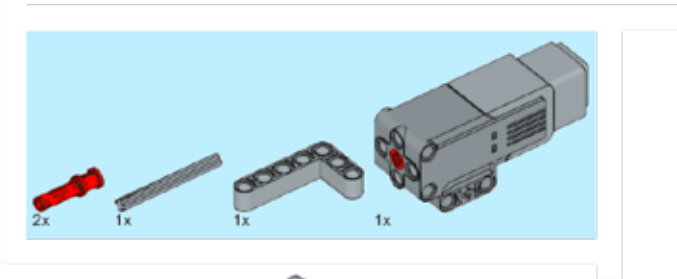


Bauanleitung Omniwheel (3 x)

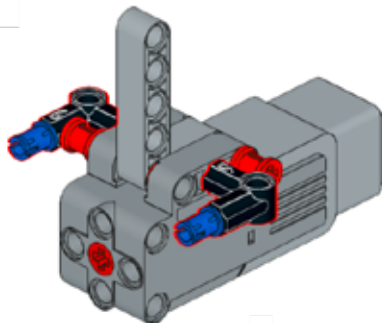


Bauanleitung Motormodul (3 x)

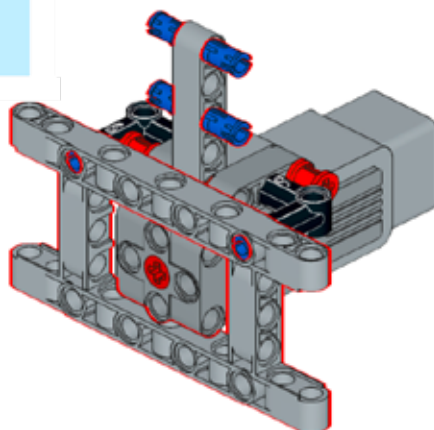
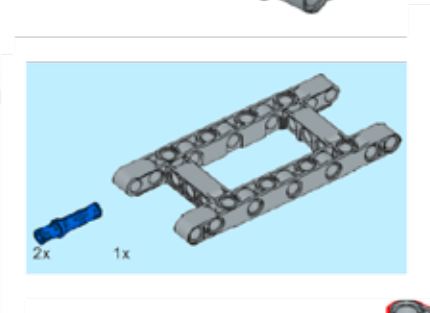
1

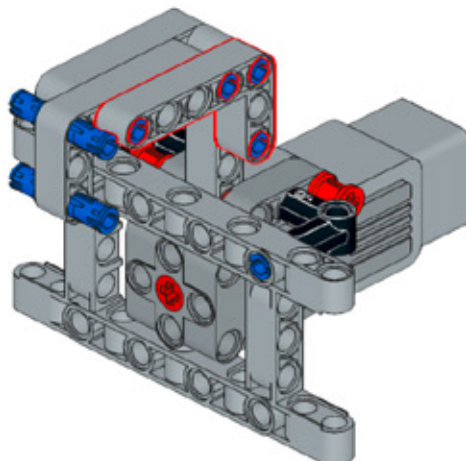
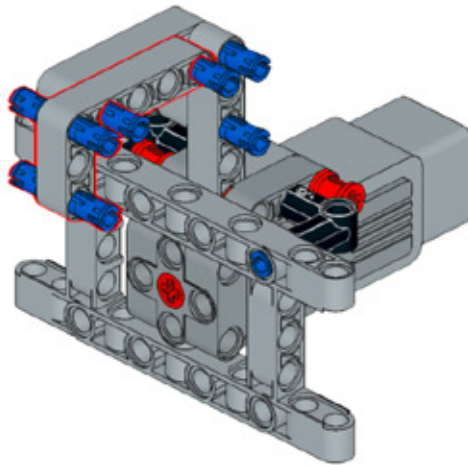
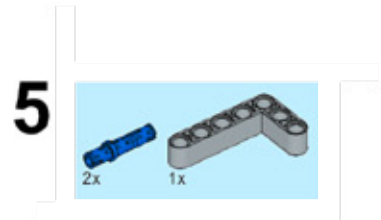
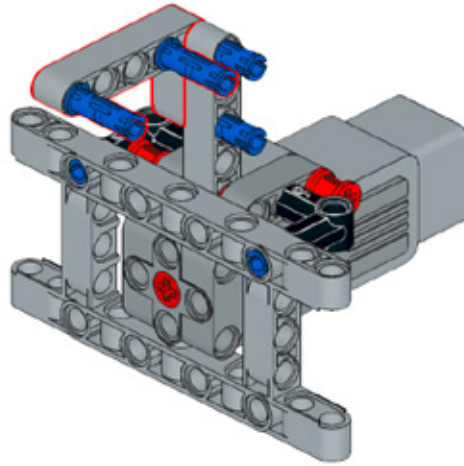
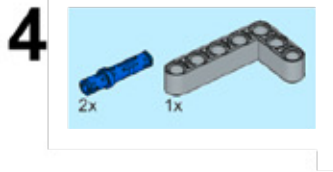


2



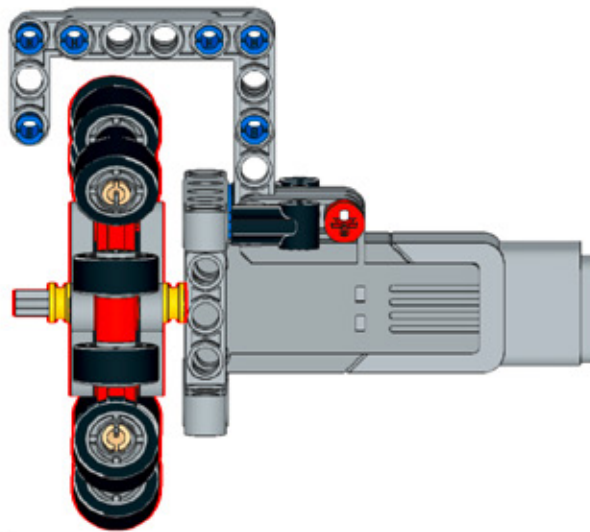
3





7

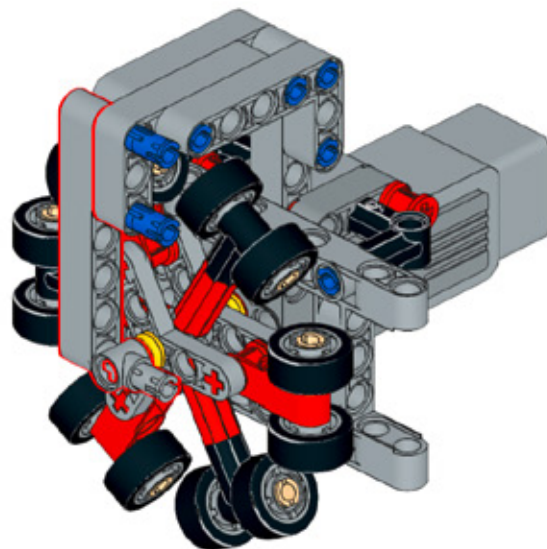
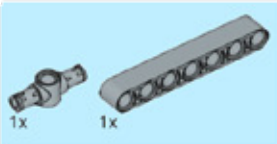
2x



8

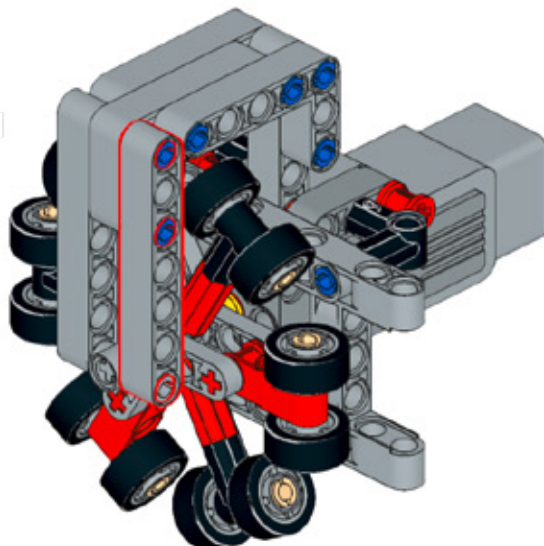
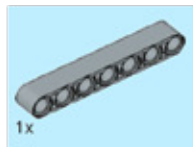
1x

1x

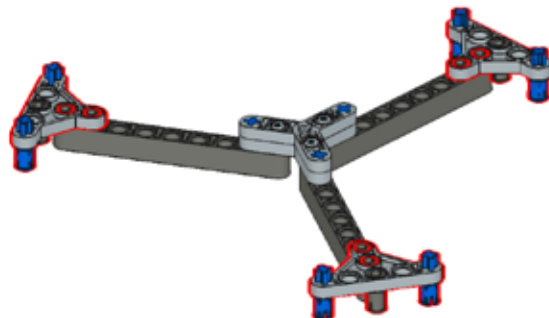
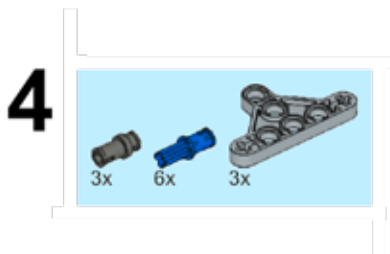
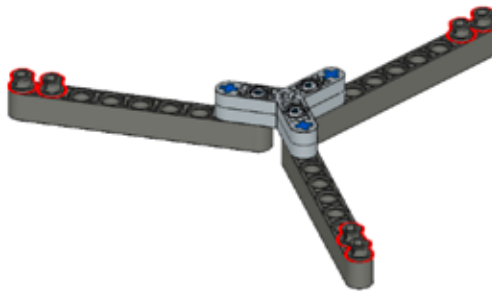
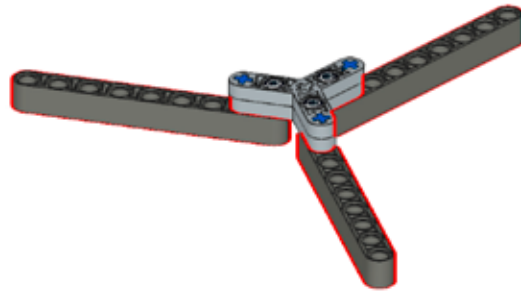
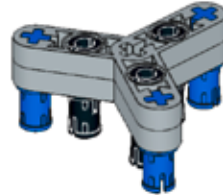
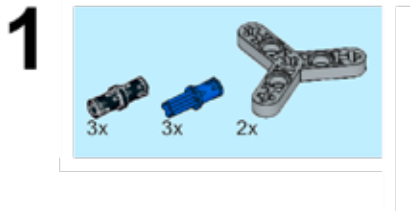


9

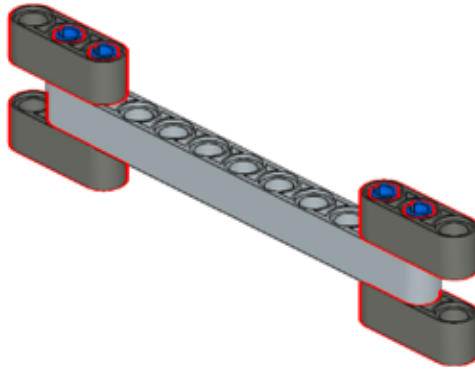
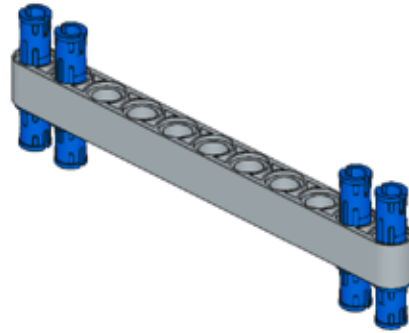
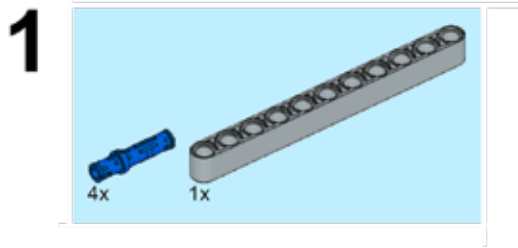
1x



Bauanleitung Untere Streben

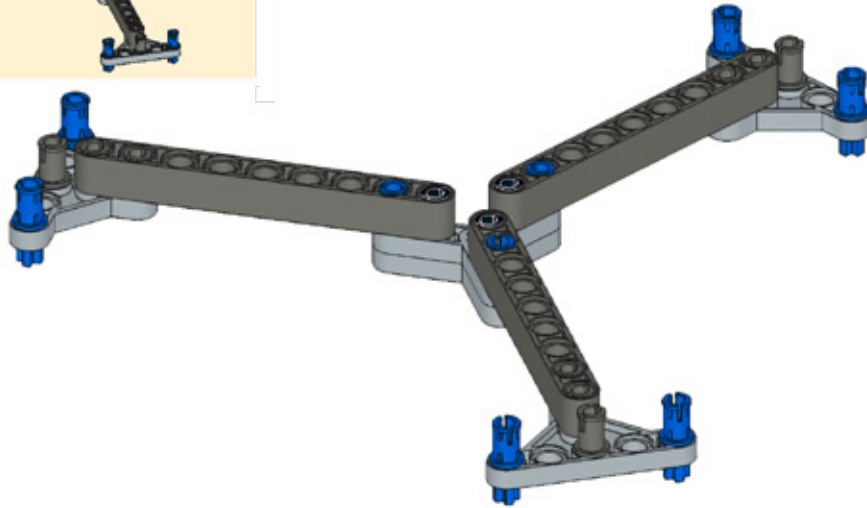


Bauanleitung Seitenverbinder (3 x)

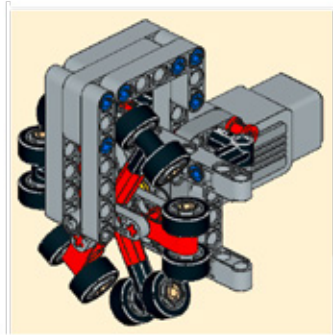


Bauanleitung Fahrgestell

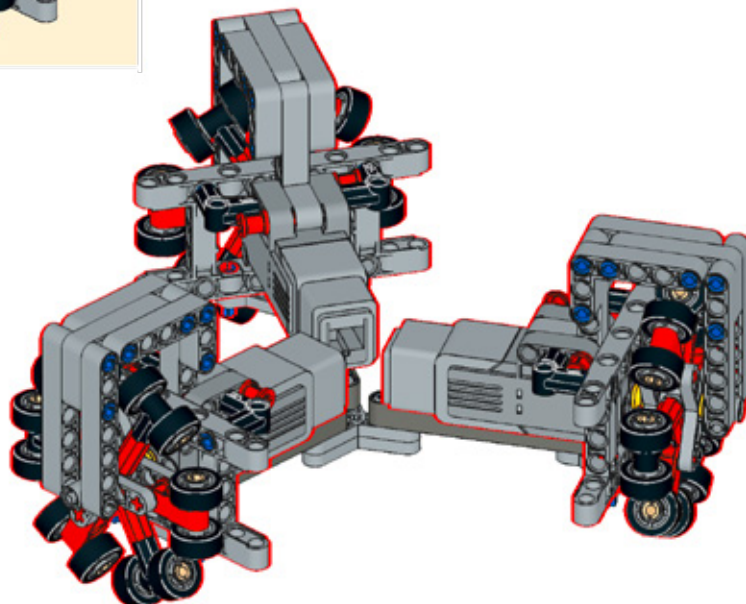
1



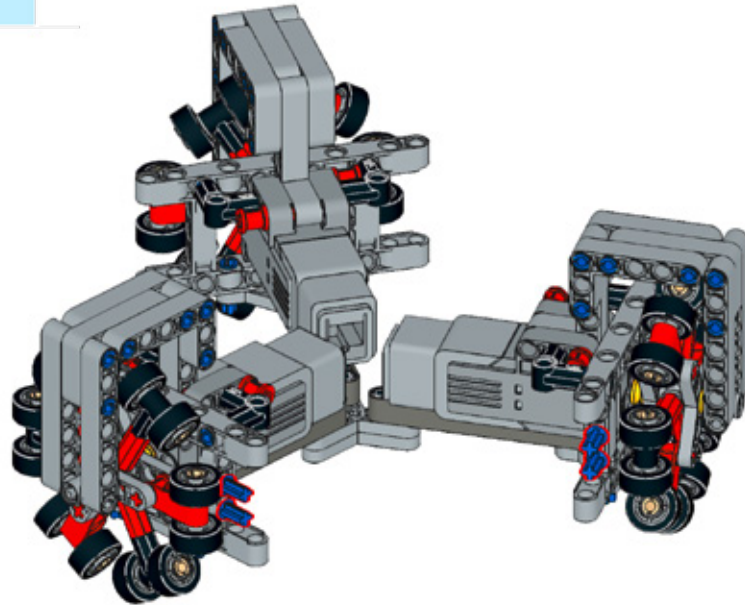
2



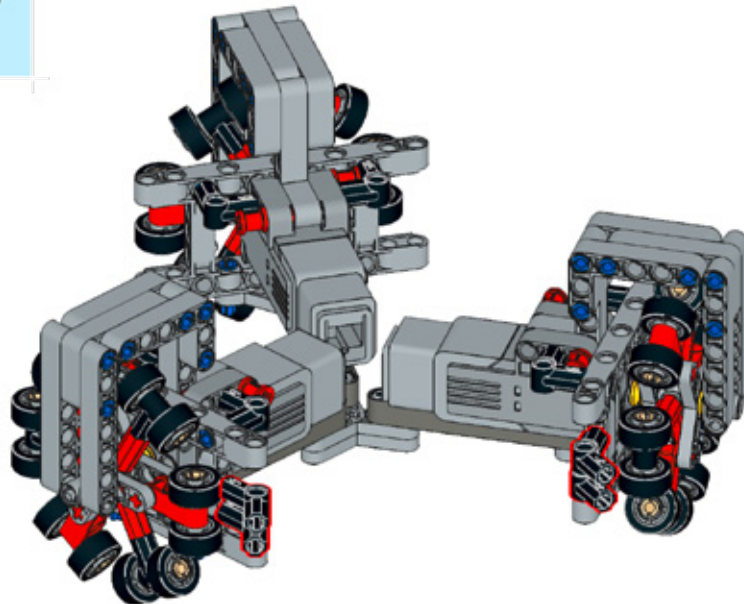
3x



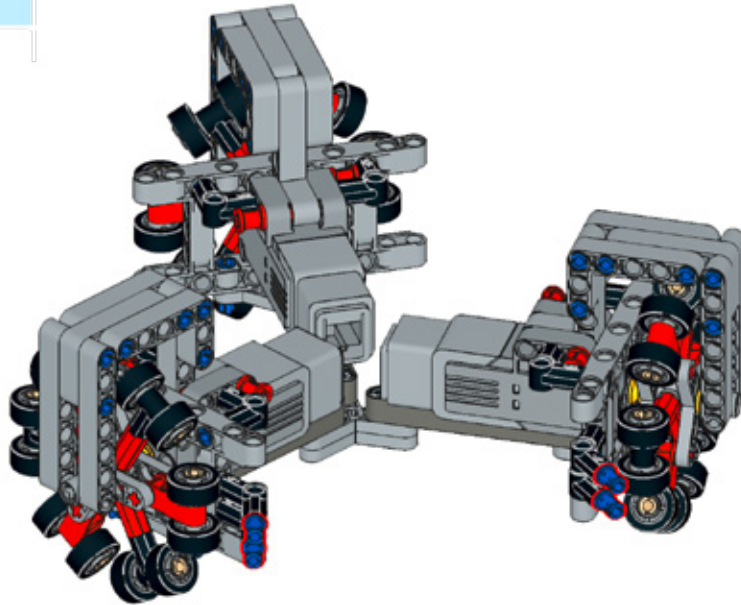
3



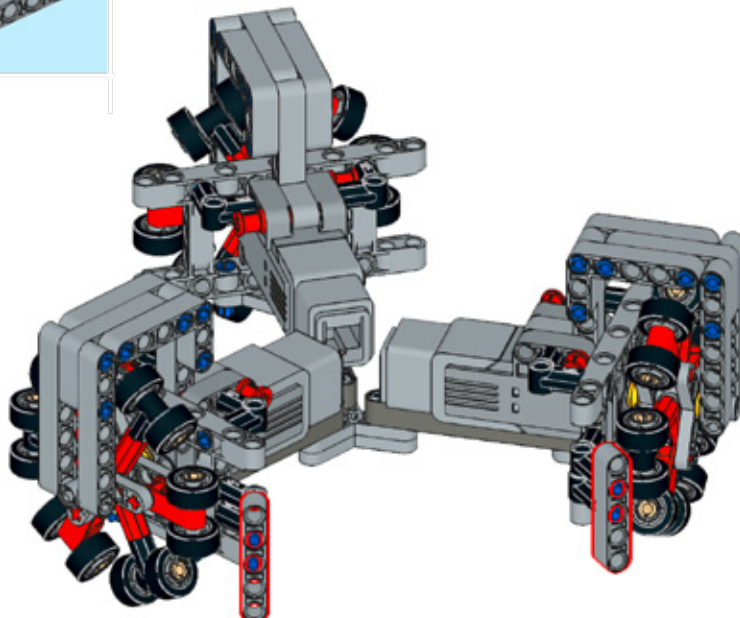
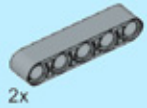
4



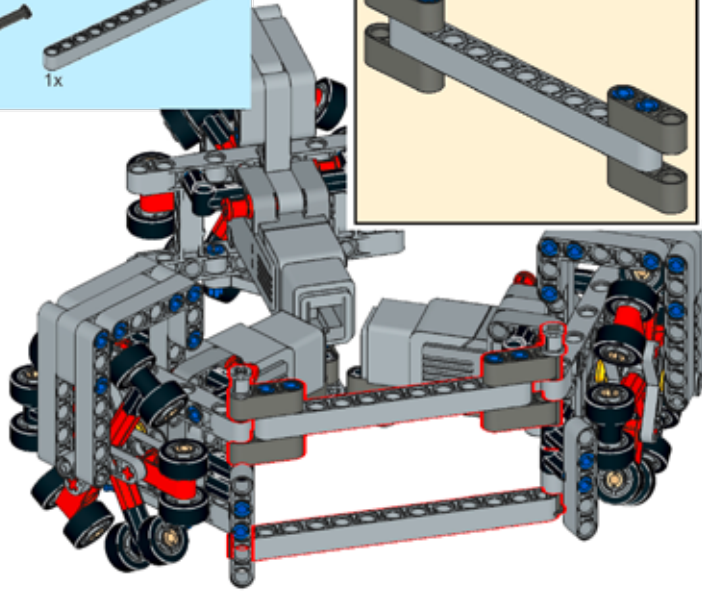
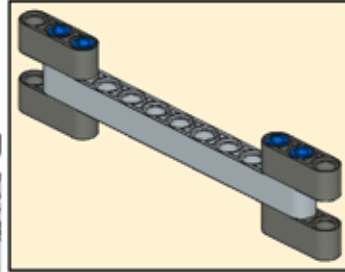
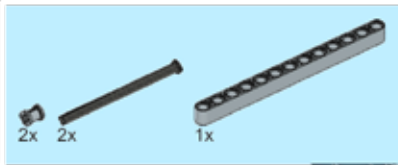
5



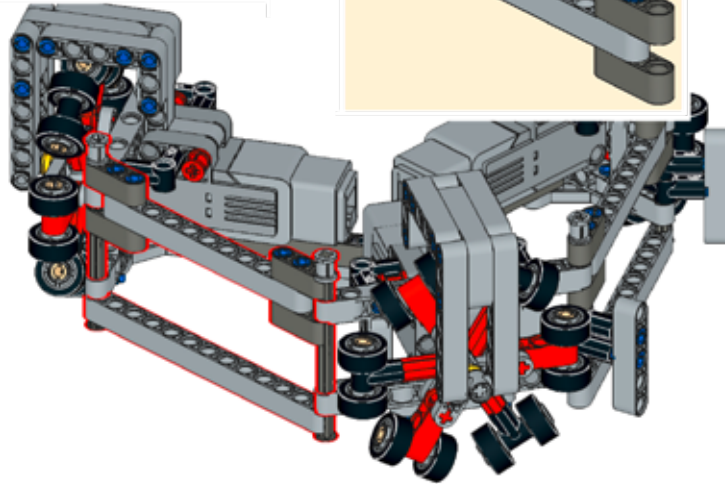
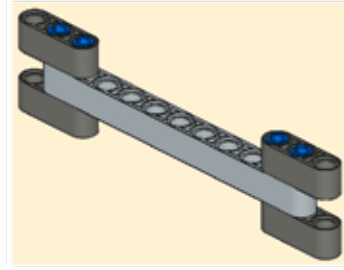
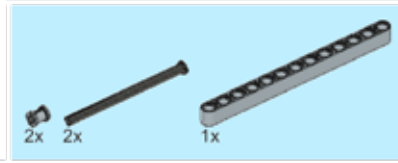
6



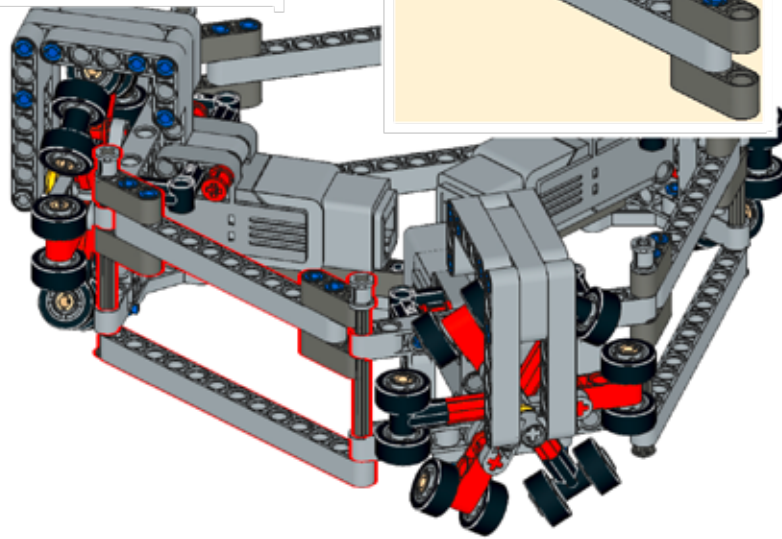
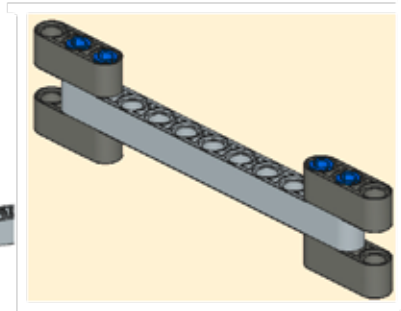
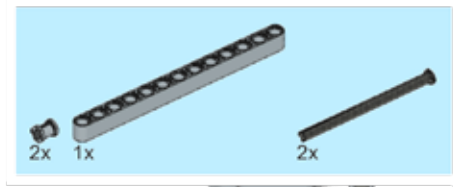
7



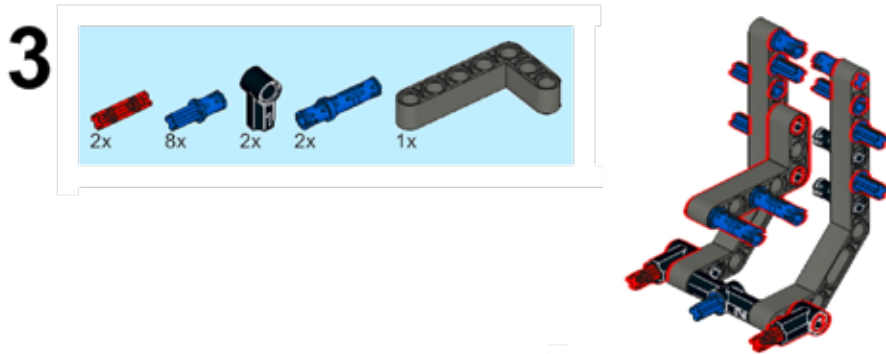
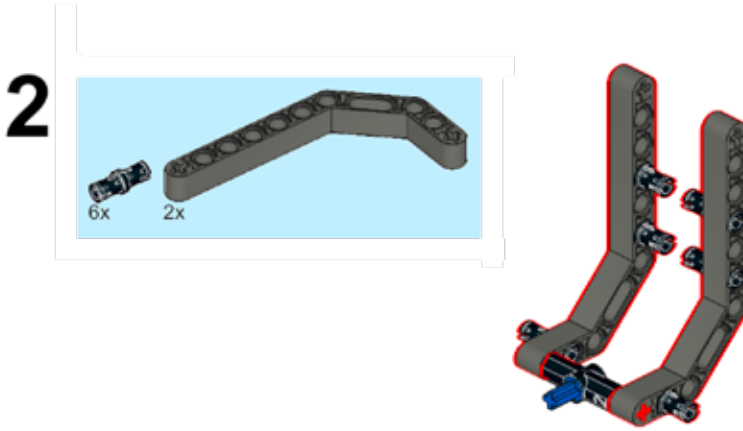
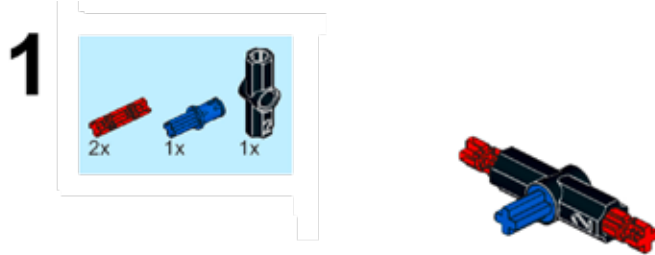
8



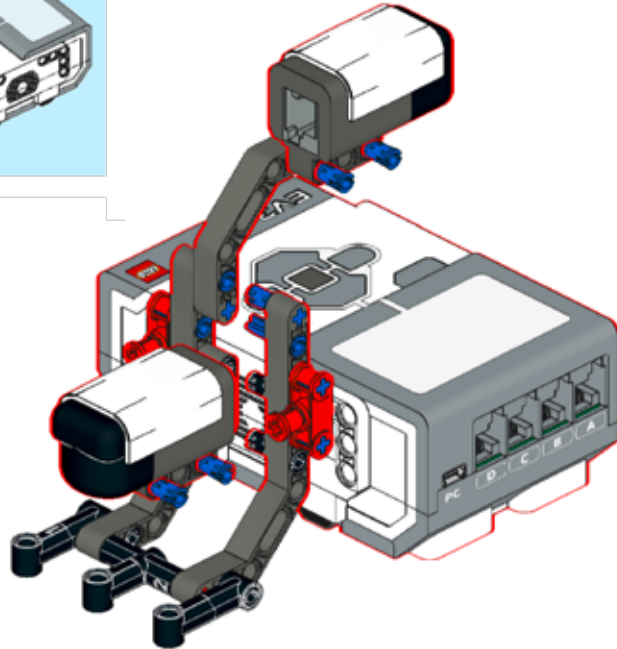
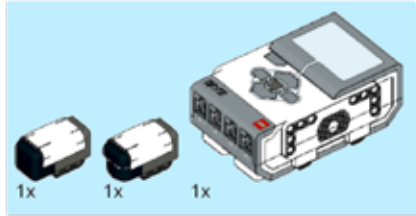
9



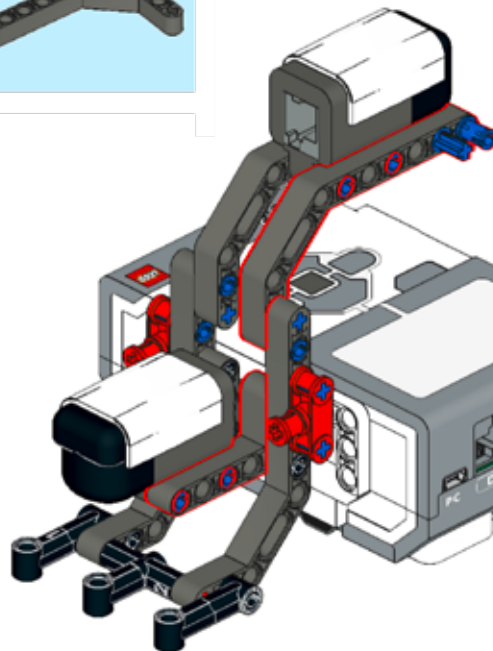
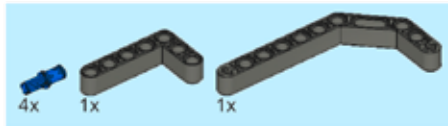
Bauanleitung Sensormodul



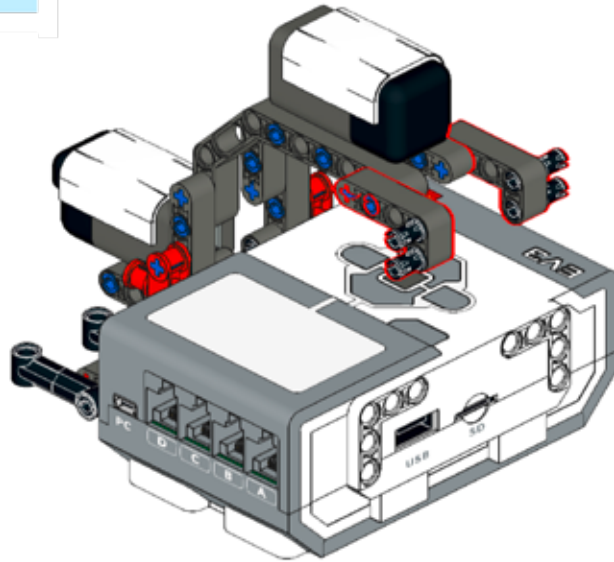
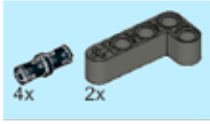
5



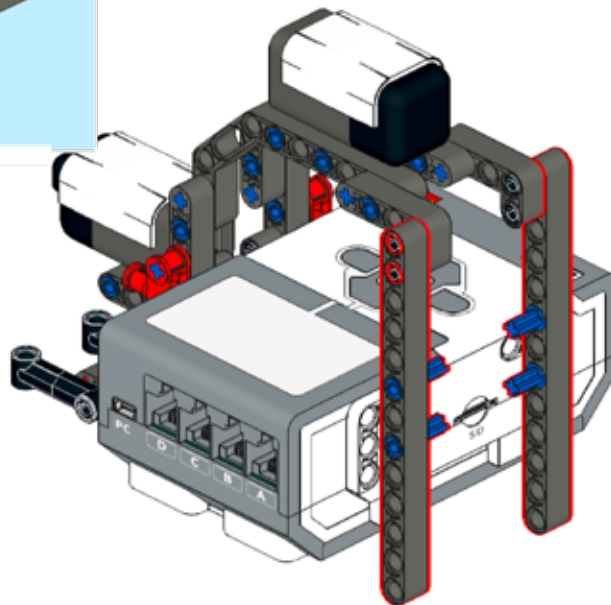
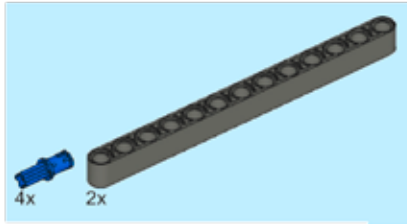
6



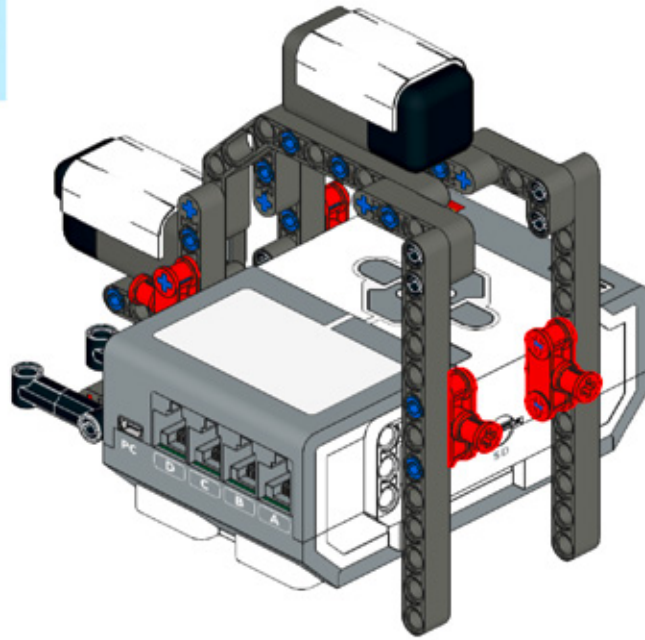
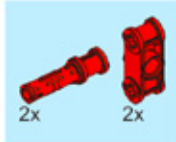
7



8

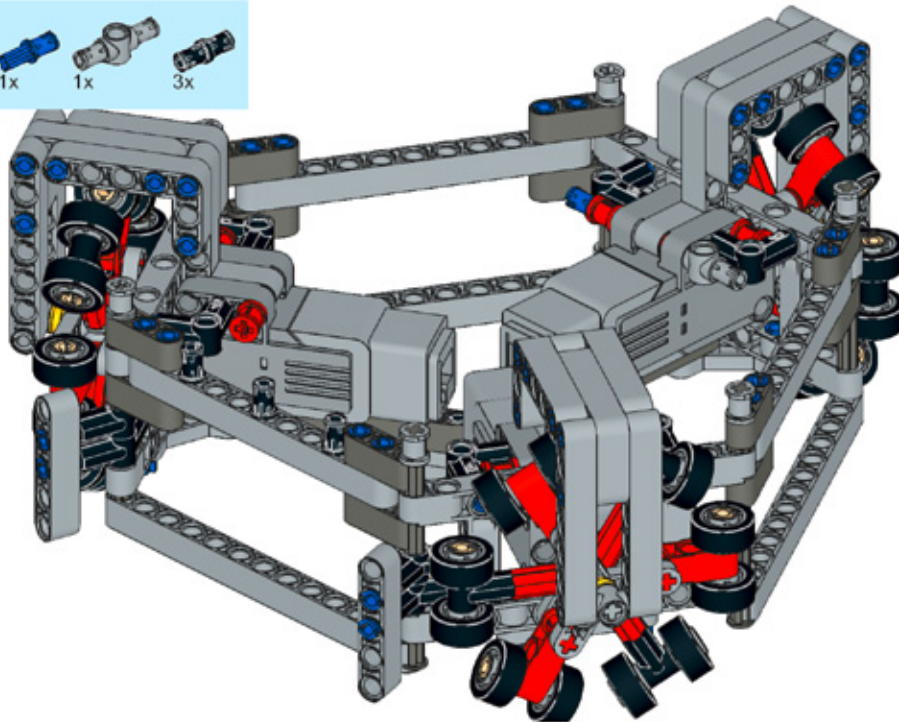


9

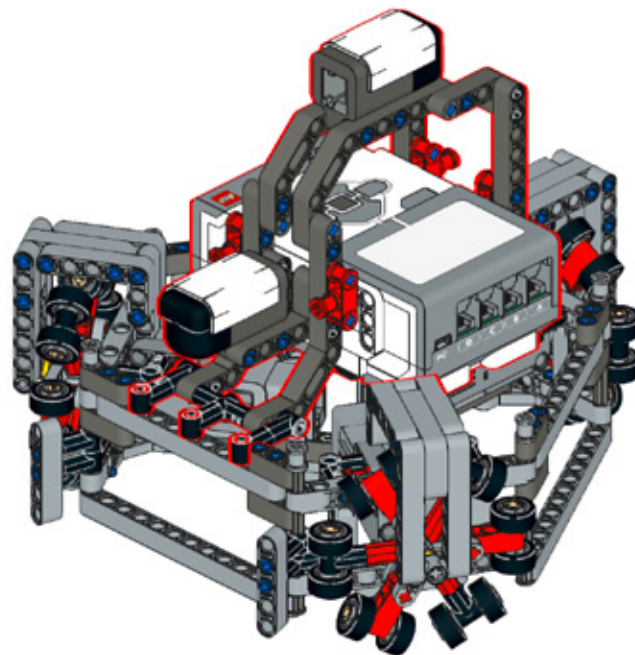
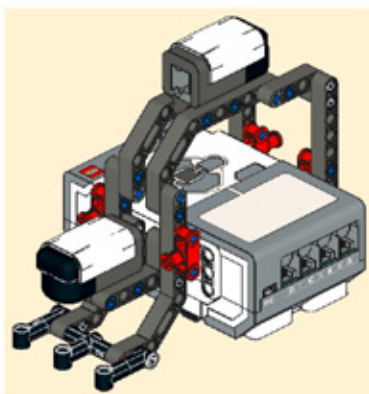


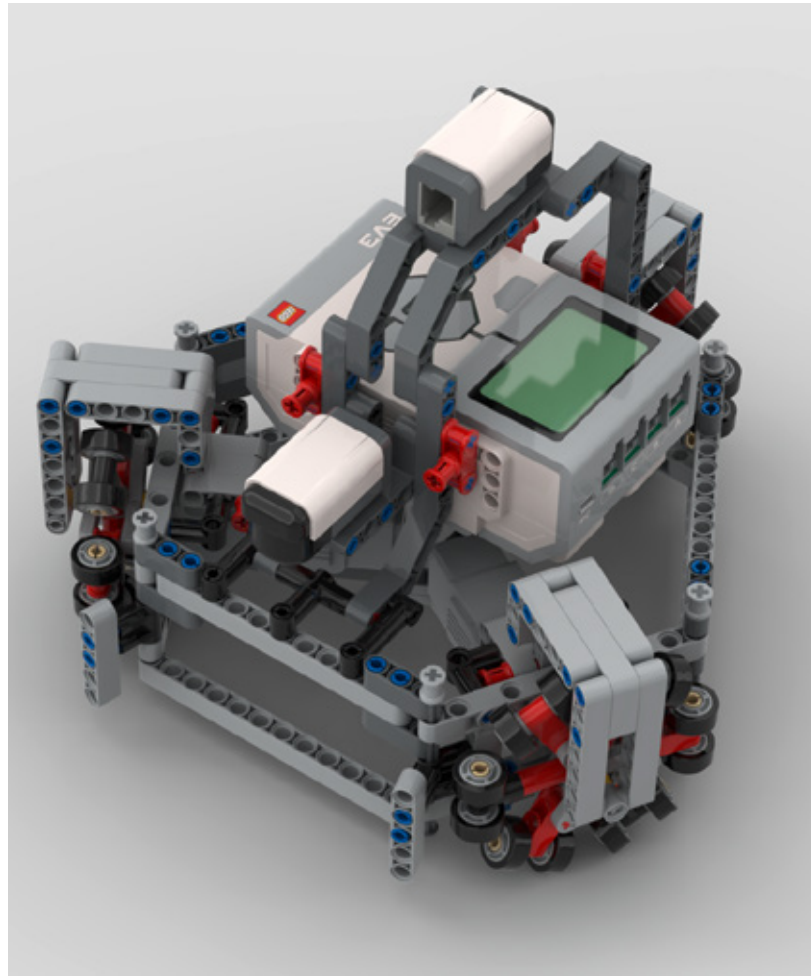
Bauanleitung Endmontage

1



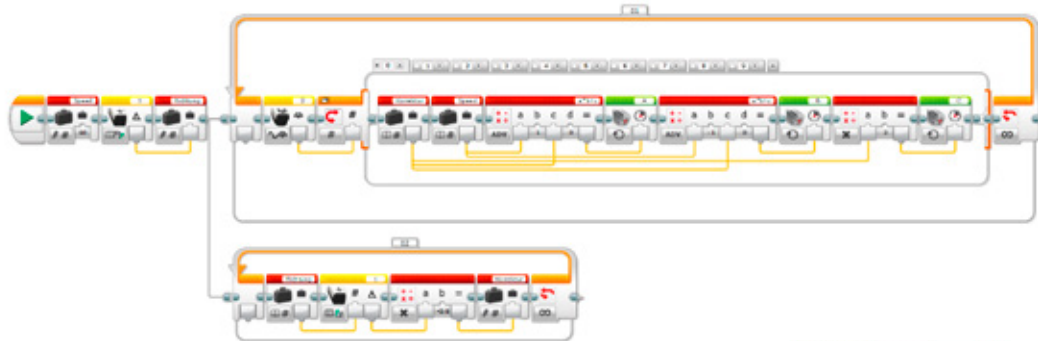
2



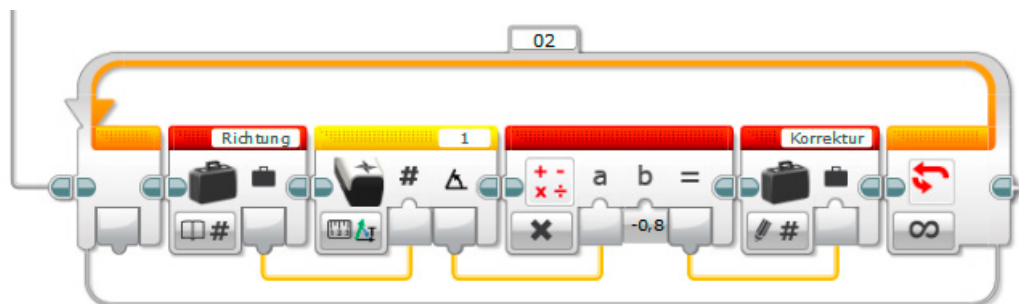
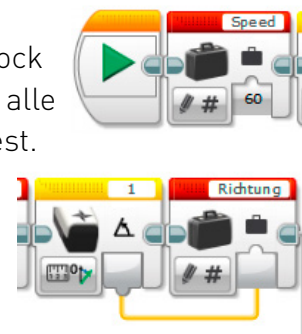


Teil 3: Die Programmierung

Die Programmierung des Fußball-Roboters muss in der „alten“ EV3-Software erfolgen, da nur hier die Einbindung der HiTechnic-Sensoren möglich ist. Die Abbildung zeigt die grundlegende Programmierung, die für einfache Fußball-Roboter völlig ausreichend ist.



Der erste Block nach dem Startblock legt die Grundgeschwindigkeit für alle drei Motoren als Variable Speed fest. Damit kann die Geschwindigkeit des Roboters jederzeit schnell angepasst werden, ohne an mehreren Stellen das Programm verändern zu müssen.

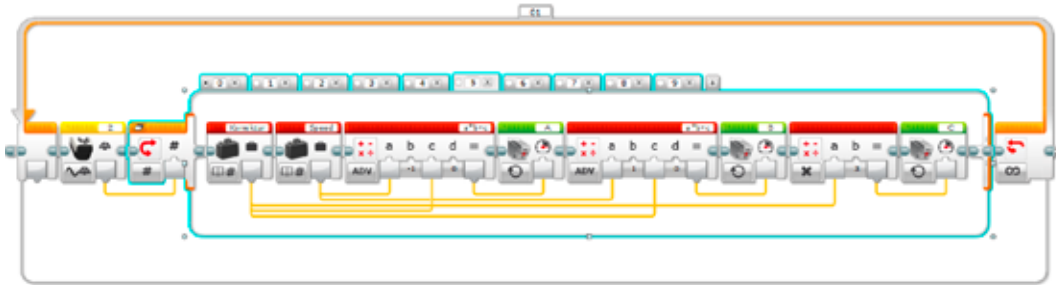


Die Blöcke zwei und drei messen die Ausrichtung des Roboters beim Start und speichern diese in der Variable Richtung. Dadurch kann der Roboter während des ganzen Spiels die Grundrichtung zum gegnerischen Tor halten. Der Nebentask mit der Schleife 02 überprüft dauernd die Abweichung der aktuellen Ausrichtung des Roboters zur anfänglichen Grundrichtung. Durch den Korrekturfaktor von -0,8 wird aus der Abweichung der Korrekturwert, der in der Variable Korrektur gespeichert wird. Der Haupttask mit der Schleife 01 steuert die drei Motoren in Abhängigkeit der vom IR Seeker vorgegebenen Richtung.



Vorwärts

Ist der Wert, den der IR-Seeker liefert, gleich fünf, soll der Roboter vorwärts fahren, um den Ball in Richtung des gegnerischen Tores zu schieben.

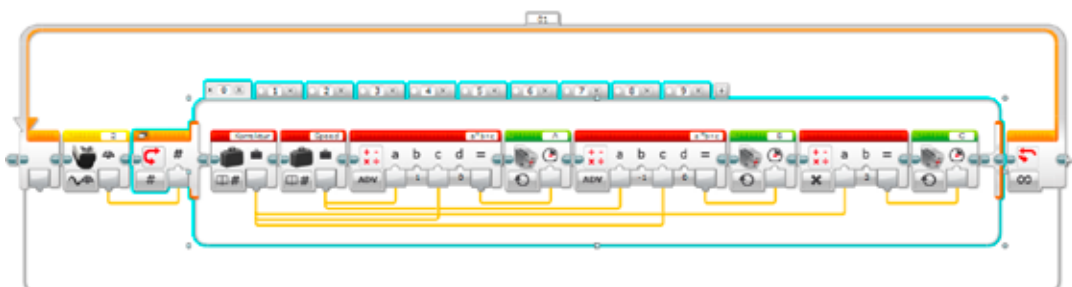


Für die Vorwärtsbewegung entlang der Achse 1 werden die Motoren A (links) und B (rechts) benötigt. Sie werden durch die Formel $a*b+c$ mit der richtigen Leistung versorgt. Für a wird die Variable Speed eingesetzt, für b wird die Zahl +1 oder -1 eingesetzt, je nachdem, ob der Motor vorwärts oder rückwärts drehen soll. Die Variable Korrektur wird als c hinzuaddiert, damit der jeweilige Motor schneller bzw. langsamer wird.

Der dritte Motor C (hinten) wird verwendet, um die Abweichung von der idealen Richtung zu korrigieren. Dafür wird der Wert der Variable Korrektur mal drei genommen und dem Motor als Leistungswert übergeben.

Rückwärts

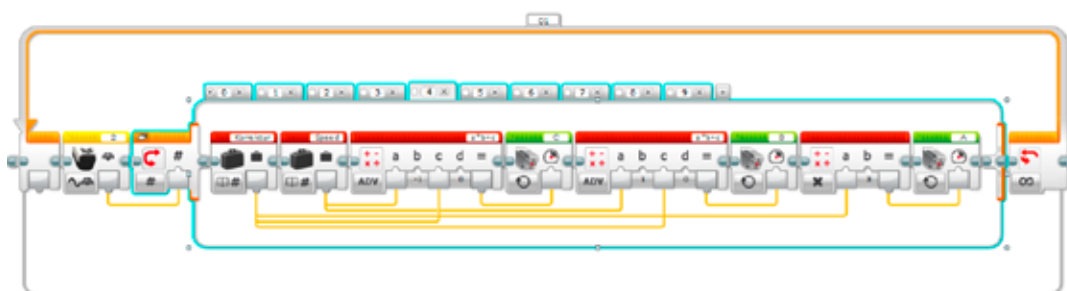
Ist der Wert des IR-Seekers 0,1, 2,8 oder 9, soll der Roboter rückwärts fahren, um wieder hinter den Ball zu kommen. Dafür wird die gleiche Bewegung entlang der Achse 1 benötigt, nur mit umgekehrten Vorzeichen. Deshalb tauschen die Zahlen +1 und -1 in den Mathe-Blöcken für die Motoren A und B ihren Platz. Die Korrekturfunktion des Motors C bleibt unverändert.



Links vorne und rechts hinten

Die Bewegung nach links vorne und rechts hinten erfolgt an der Achse 2 des Roboters. Jetzt müssen die Motoren B (rechts) und C (hinten) für den Antrieb sorgen, während der Motor A (links) korrigiert.

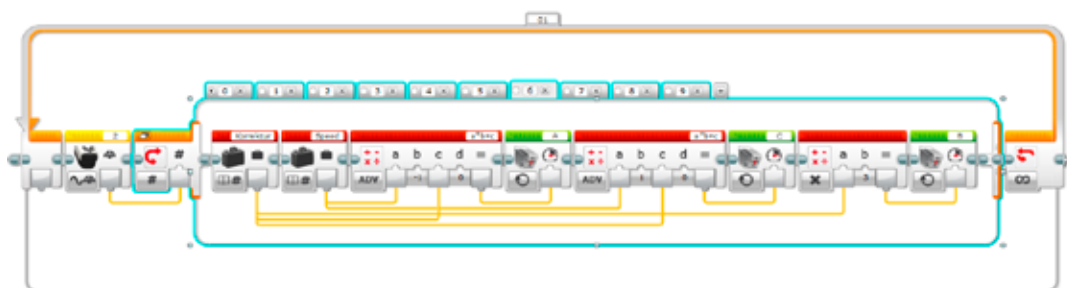
Die Abbildung zeigt die Einstellungen für die Bewegung nach links vorne. Für die Fahrt nach rechts hinten tauschen nur wieder die Zahlen +1 und -1 die Positionen.



Rechts vorne und links hinten

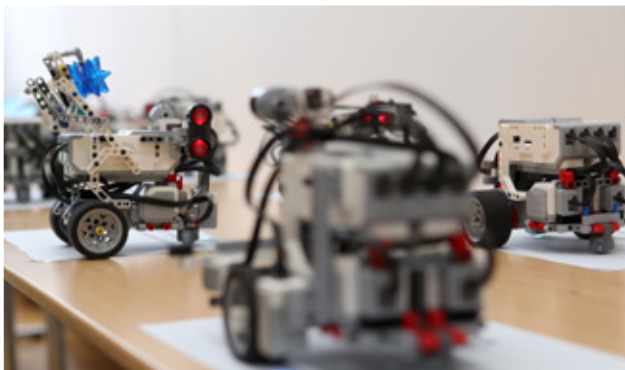
Die Bewegung nach rechts vorne und links hinten erfolgt an der Achse 3 des Roboters. Jetzt müssen die Motoren A (links) und C (hinten) für den Antrieb sorgen, während der Motor B (rechts) korrigiert.

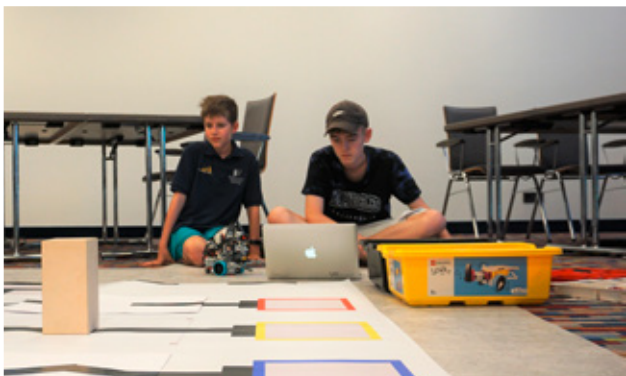
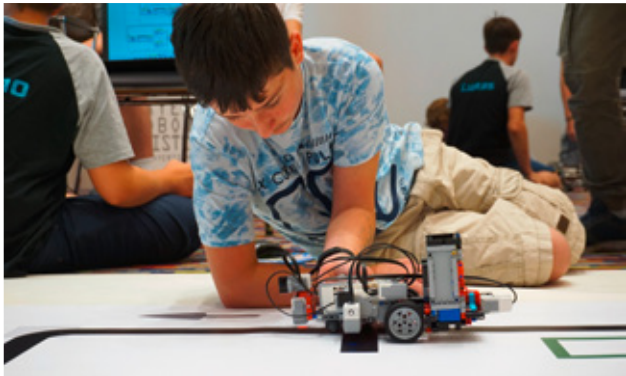
Die Abbildung zeigt die Einstellungen für die Bewegung nach rechts vorne. Für die Fahrt nach links hinten tauschen nur wieder die Zahlen +1 und -1 die Positionen.



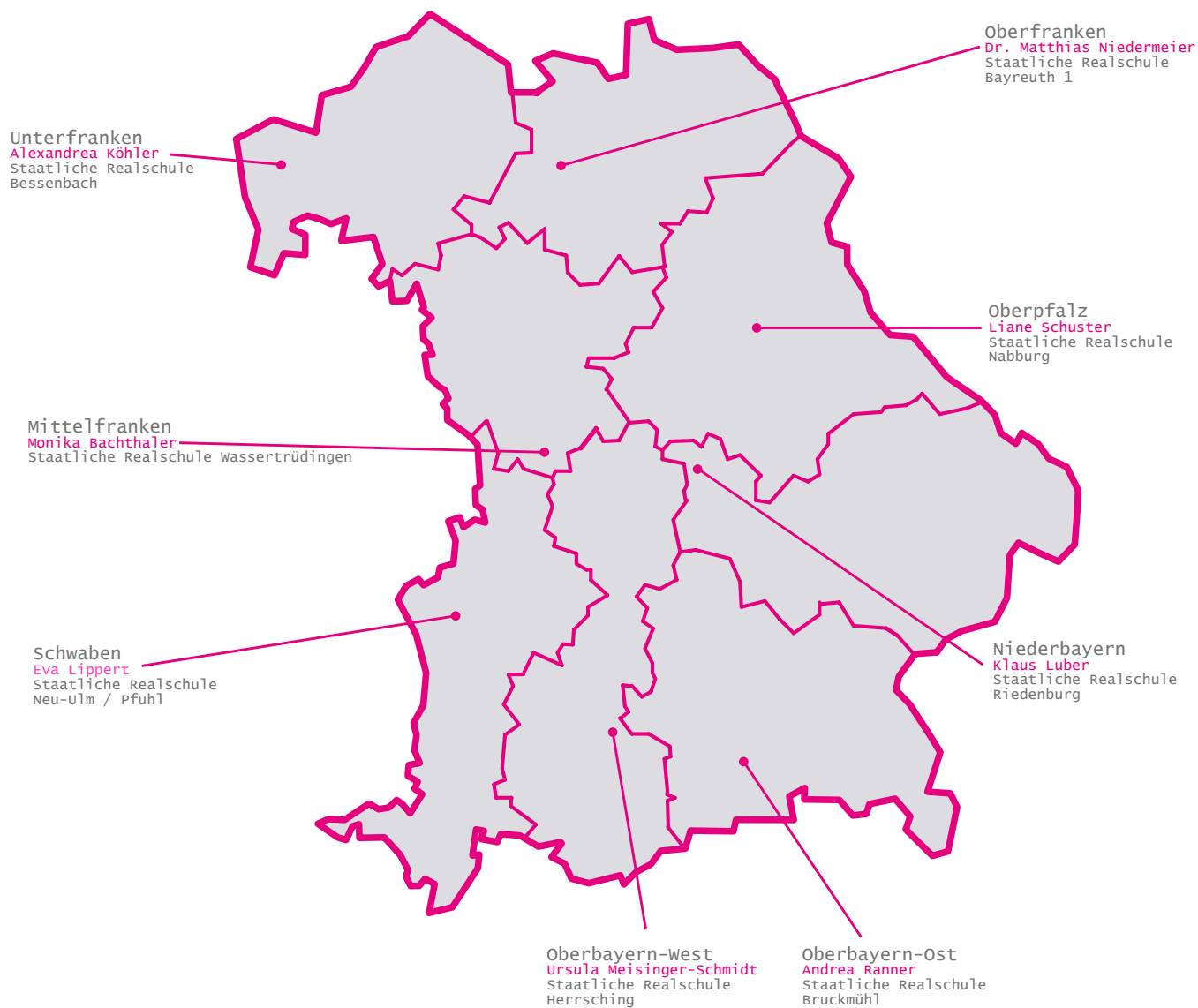
Troubleshooting

Sollte der Roboter nicht das tun, was er soll, kann mit leichten Veränderungen der Variable Speed bzw. Anpassungen des Korrekturfaktors für die Richtungsabweichung $[-0,8]$ experimentiert werden.





DIE **MINT** ²¹ -KOORDINATIONS-NETZWERKSCHULEN



Herausgeber

bayme vbm – Bayerische Metall+Elektro Arbeitgeber
vbw – Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V.
Bildungswerk der Bayerischen Wirtschaft e. V.

In Kooperation mit dem

Bayerischen Staatsministerium
für Unterricht und Kultus

Impressum

Bildungswerk der Bayerischen Wirtschaft e. V.
Dr. Andreas Hochholzer
Infanteriestr. 8
80797 München

Redaktion: Dr. Andreas Hochholzer
Fotografie / Grafik: Josef Fiedler
Gestaltung: Josef Marschalek
Lektorat: Andrea Haidu

Informationen und Kontakte

Bildungswerk der Bayerischen Wirtschaft e. V.
Dr. Andreas Hochholzer
Andreas.Hochholzer@stmuk.bayern.de

Staatsinstitut für Schulqualität
und Bildungsforschung (ISB)
Michael Reisinger
michael.reisinger@isb.bayern.de

Weiterführende Links:

www.realschule.bayern.de
www.bildunginbayern.de
www.isb.bayern.de
www.sprungbrett-bayern.de