

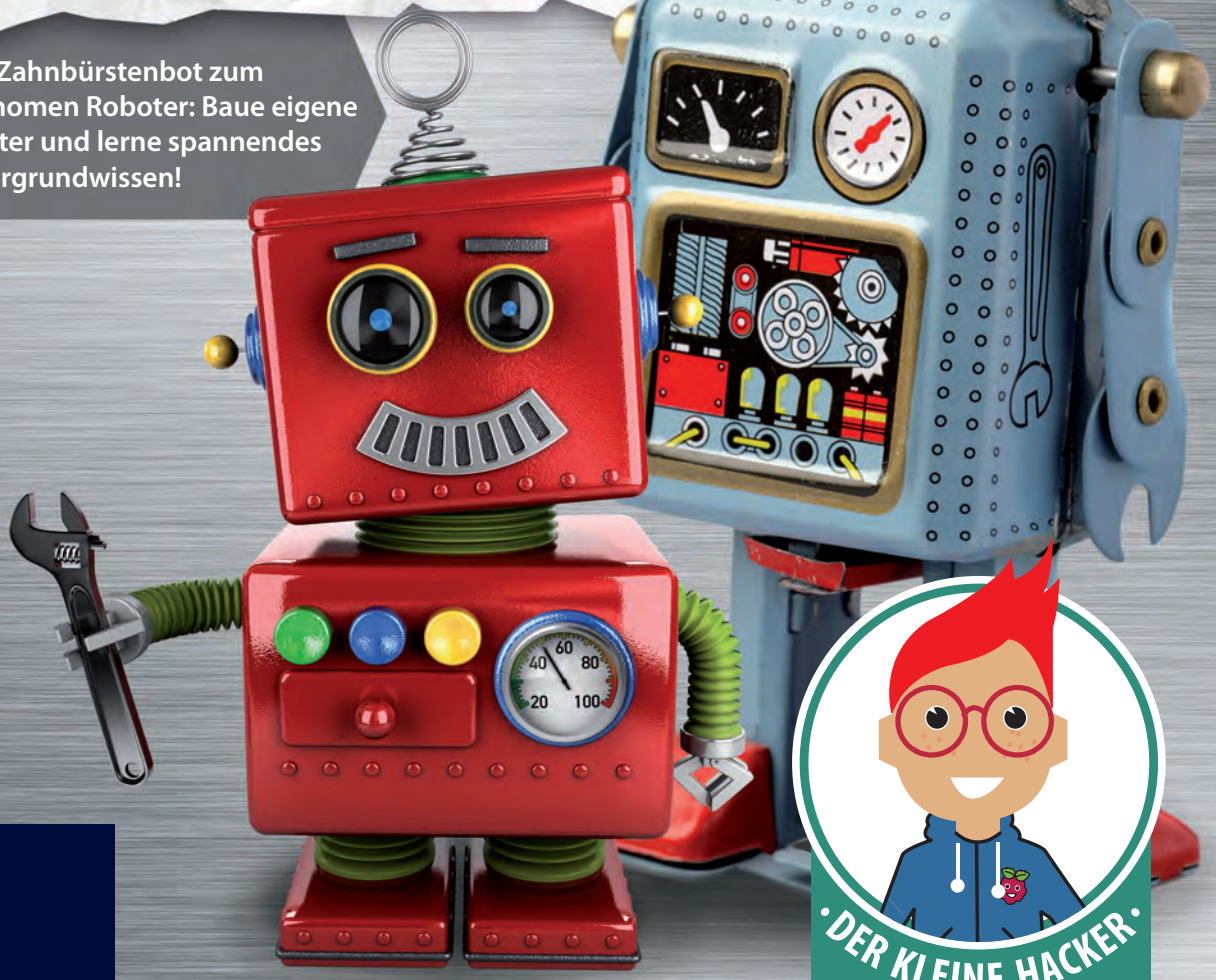
ALTER
10+

Ulrich Stempel

Der kleine Hacker Roboter

konstruieren und programmieren

Vom Zahnbürstenbot zum autonomen Roboter: Baue eigene Roboter und lerne spannendes Hintergrundwissen!



FRANZIS

Technik spielend verstehen

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Alle Angaben in diesem Buch wurden vom Autor mit größter Sorgfalt erarbeitet bzw. zusammengestellt und unter Einschaltung wirksamer Kontrollmaßnahmen reproduziert. Trotzdem sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Der Verlag und der Autor sehen sich deshalb gezwungen, darauf hinzuweisen, dass sie weder eine Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für Folgen, die auf fehlerhafte Angaben zurückgehen, übernehmen können. Für die Mitteilung etwaiger Fehler sind Verlag und Autor jederzeit dankbar. Internetadressen oder Versionsnummern stellen den bei Redaktionsschluss verfügbaren Informationsstand dar. Verlag und Autor übernehmen keinerlei Verantwortung oder Haftung für Veränderungen, die sich aus nicht von ihnen zu vertretenden Umständen ergeben. Evtl. beigefügte oder zum Download angebotene Dateien und Informationen dienen ausschließlich der nicht gewerblichen Nutzung. Eine gewerbliche Nutzung ist nur mit Zustimmung des Lizenzinhabers möglich.

© 2015 Franzis Verlag GmbH, 85540 Haar bei München

Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in elektronischen Medien. Das Erstellen und Verbreiten von Kopien auf Papier, auf Datenträgern oder im Internet, insbesondere als PDF, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Verlags gestattet und wird widrigenfalls strafrechtlich verfolgt.

Die meisten Produktbezeichnungen von Hard- und Software sowie Firmennamen und Firmenlogos, die in diesem Werk genannt werden, sind in der Regel gleichzeitig auch eingetragene Warenzeichen und sollten als solche betrachtet werden. Der Verlag folgt bei den Produktbezeichnungen im Wesentlichen den Schreibweisen der Hersteller.

Produktmanagement: Jenny Pfeiffer

Satz: DTP-Satz A. Kugge, München

art & design: www.ideehoch2.de

Druck: FIRMENGRUPPE APPL, aprinta druck GmbH, Wemding

Printed in Germany

ISBN 978-3-645-65305-3



Inhalt

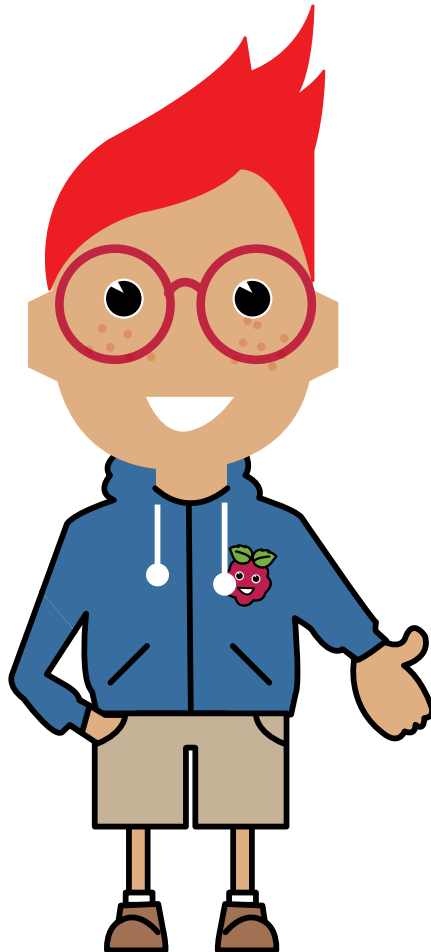
1 Grundlagen	6
Was ist ein Roboter?	6
Welche Werkzeuge und welches Zubehör brauchst du?	8
Was brauchst du, um ein Roboterprojekt zu starten?	11
Die Anatomie selbst gebauter Roboter	12
Roboterkomponenten	18
2 Jetzt geht es los, baue dir deine Roboter	58
Zahnbürstenroboter	58
Laufroboter, mechanische Schuhe	62
Sensible Roboter mit einfacher Elektronik	71
Kugelroboter, der bei Hindernissen in eine andere Richtung ausweicht	136
3 Roboter mit Mikrocontroller	144
Was ist ein Mikrocontroller und wozu ist er gut?	144
Wie programmiere ich den Mikrocontroller des Roboters?	144
Roboter in Aktion	144
Roboterprojekt mit Arduino	147
Das Robotersystem	150
Prinzip der Motoransteuerung	150
Den Roboter in Bewegung setzen	150
Der Roboter AAR-04 wird programmiert	158
Steckplätze für Erweiterungen	159
4 Wettbewerbe	170
Wettbewerb selbst gemacht	170
5 Anhang	172
Lieferrachweise	172
Kleiner Hacker-Lötkurs	173
Spezielle Bauelemente und Komponenten	178

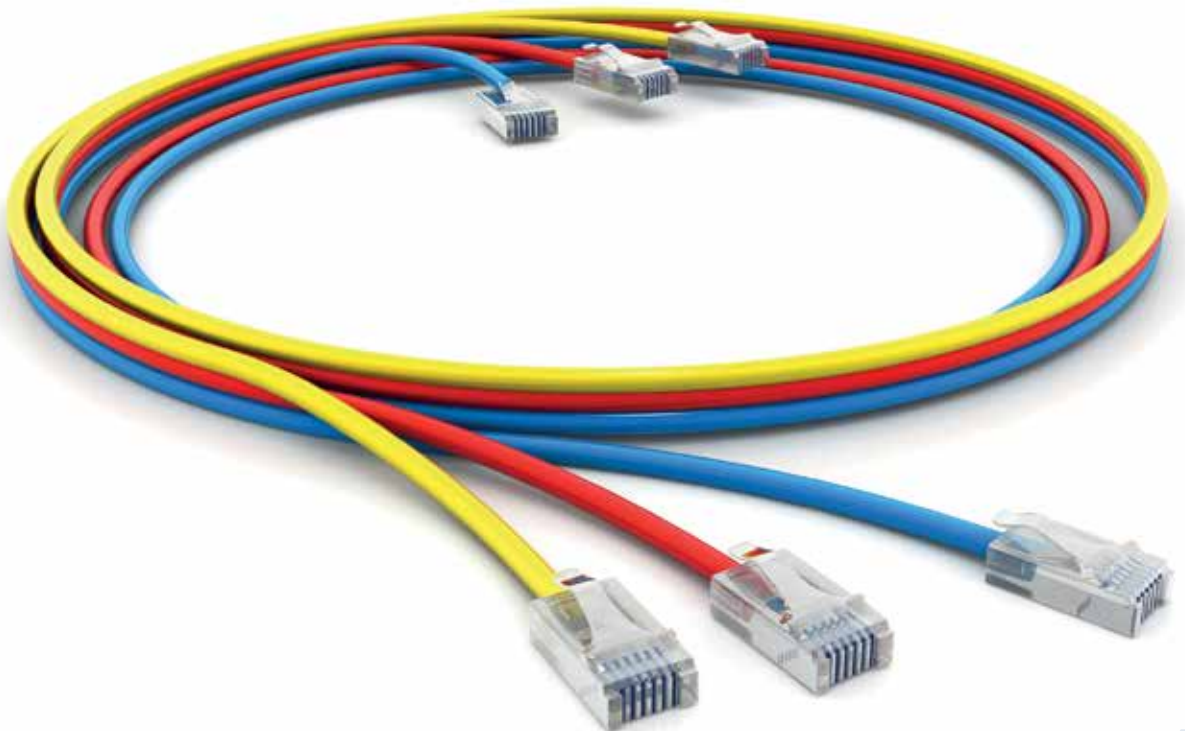
Vorwort



Wenn du dich mit Robotern beschäftigst, dann wirst du Spezialist für das Thema „Roboter“. Man nennt dieses Gebiet auch Robotik. Dabei geht es um alle Arten von Robotern, z. B. um Industrieroboter, die Autos herstellen, Haushaltsroboter, Forschungsroboter auf dem Mars und vieles

mehr. Das Thema ist spannend, brandaktuell und zukunftsweisend. Der kleine Hacker erforscht das komplexe Zusammenspiel von Mechanik und Elektronik. Mit diesem Buch wirst du zusammen mit dem kleinen Hacker zum Roboterexperten und entwickelst deine eigenen Roboterkreationen.







WAS IST EIN ROBOTER?

Den Traum vom kleinen technischen Helferlein, das uns die unangenehmen Arbeiten abnehmen und uns auch sonst hilfreich zur Seite stehen kann, gibt es schon immer.

Doch woher kommt eigentlich der Begriff Roboter? Beim Nachforschen im Internet wird klar, das Wort Roboter stammt von dem slawischen Wort *robota* und bedeutet so viel wie Arbeit. Als Erster hat der tschechische Schriftsteller Karel Čapek (1890–1938) in seinem Drama „R. U. R.“ (Rossums Universal Robots) den Begriff „Universal Robots“ verwendet. In dem Stück, das 1921 auf die Bühne kam, ging es um künstliche Menschen, die ihren Erfindern dienen sollten. Letztlich haben dann diese „Robots“ ihr eigenes Bewusstsein entwickelt und die gesamte Menschheit vernichtet.

Der Begriff „Roboter“ regt die Fantasie an, jeder von uns denkt sofort an eine Maschine mit einer selbstständigen Steuerung.

In unserer alltäglichen Welt gibt es bereits mehrere Formen von Robotern, die uns Menschen tatkräftig unterstützen. Allen voran die Industrieroboter, die für bestimmte Aufgaben konstruiert wurden und diese durch eine entsprechende Programmierung selbstständig ausführen. Eigentlich könnte man sagen, so ein Roboter ist ein programmierbares, selbstständig handelndes Mehrzweckwerkzeug.

Anders als ferngesteuerte Maschinen benötigen Roboter keine Steuersignale vom Menschen, sondern sie agieren im Rahmen ihrer Programmiervorgaben eigenständig und ein Stück weit unabhängig.

Es ist noch nicht so lange her, dass Roboter nur Science-Fiction-Figuren waren. Das hat sich in

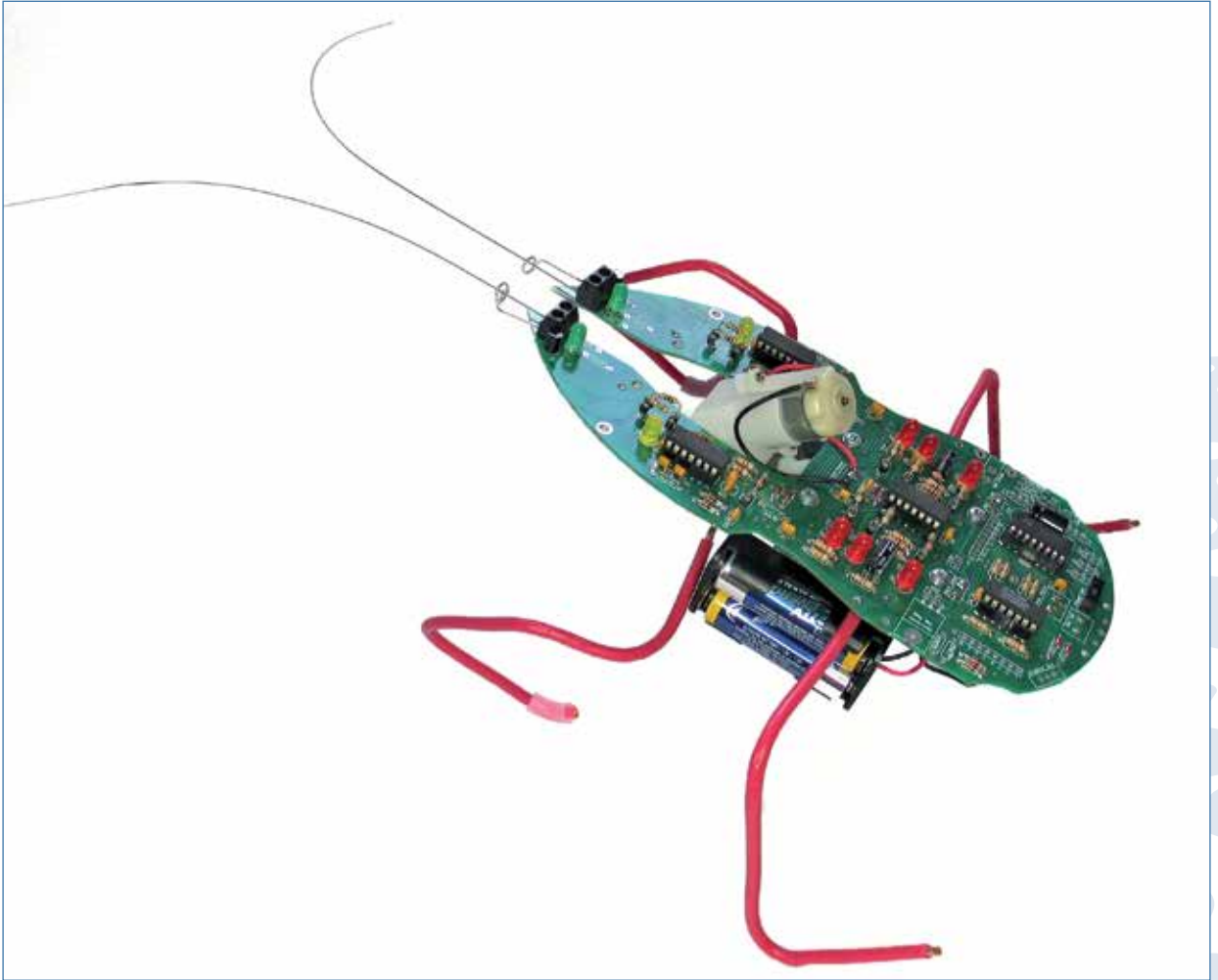
den letzten zehn Jahren grundsätzlich geändert. Jetzt helfen sie in der Industrie, in der Wissenschaft und auch in medizinischen Bereichen. Nehmen wir den Marsroboter als Beispiel. Seit Jahren „läuft“ (fährt) der Marsrover „Curiosity“ selbstständig auf einem weit entfernten Planeten herum, sammelt Proben, und wenn er etwas gefunden hat, sendet er eine Nachricht zur Erde. Wahnsinn, oder? Stell dir vor, welche schwierigen Hindernisse auf dem Mars vorhanden sind. Und bisher war kein Mensch dort, um die dortigen Bedingungen zu erforschen. Da bewegen sich die Putz- und Mähroboter auf der Erde doch auf eher einfachem Gelände.

Auf dem aktuellen technischen Robotermarkt gibt es kleine Roboter, die wie Insekten mit vier oder sechs Beinen aussehen, und riesige Maschinen, die Autos montieren, und fast alle Zwischenformen, die du dir vorstellen kannst.

Die Entwicklungen der Roboteringenieure gehen immer mehr in Richtung intelligente, humanoide Roboter. Der Begriff „humanoid“ meint menschenähnliche Roboter und kommt ursprünglich auch aus dem Science-Fiction-Bereich.

Es wird nicht allzu lange dauern, bis solche humanoiden Maschinen für die Unterstützung, den Kontakt und die Betreuung von Menschen eingesetzt werden. Solche Roboter können die Mimik von Menschen deuten und durch den eigenen Gesichtsausdruck entsprechend darauf reagieren. Und natürlich stehen und laufen sie auch auf zwei Beinen, so wie ihr menschliches Vorbild.

Wie wird man ein Roboterentwickler? Nun ja, zuerst einmal ist es hilfreich, dass du dich mit dem Thema beschäftigst. Wenn du dann noch selbst deine ersten Roboter gebaut hast, wirst du bestimmt einen Weg in die Welt der Roboterentwicklung finden.



Vierbeiniger Roboter



WELCHE WERKZEUGE UND WELCHES ZUBEHÖR BRAUCHST DU?

Richte dir deine eigene Roboterwerkstatt ein. Toll ist es, wenn du einen Platz hast, den du als Werkstatt nutzen kannst, oder wenn du zumindest eine Werkzeugkiste mit den erforderlichen Werkzeugen besitzt.

Als da wären:

Schraubendreher in Schlitz- und Kreuzschlitzausführung und in verschiedenen Größen.

Supergut ist ein kleiner oder mittlerer Schraubstock, und du brauchst auch Zangen in unterschiedlichen Ausführungen, z. B. eine Flachzange. Um Drähte und Stäbe abzuschneiden, ist ein kleiner Saitenschneider gut geeignet.

Auch kleine und größere Messer kannst du für viele Zwecke gut verwenden.

Zum Messen brauchst du ein Lineal, einen Meterstab, für feinmechanische Teile ist auch eine Schieblehre wichtig.

Damit du Löcher bohren kannst, ist ein Akkubohrer mit Bohrern von 1 mm bis 10 mm super. Was die Bohrer angeht, so sind Universal- bzw. Metallbohrer geeignet.

Und zum schnellen Montieren und Verkleben eignet sich eine Heißklebepistole sehr gut.

Zum Messen von Spannungen und Strömen ist ein Digital-Multimeter sinnvoll. Es kann auch erst einmal ein einfaches und preiswertes Gerät sein, so wie du es in Abb. 5c siehst.



Schraubendreher



Flachzange und Saitenschneider



Heißklebepistole



Multimeter



Multimeter

1 Grundlagen



Ein einfaches und preiswertes Gerät

Und wenn du deine Roboterelektronik löten möchtest, brauchst du natürlich einen Lötkolben und Lötzinn.



Lötkolben und Lötzinn

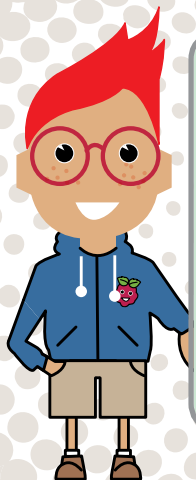
Super ist auch eine Sortimentsbox, wo du die elektronischen Komponenten verstauen kannst.



Sortimentsbox mit Komponenten

ACHTUNG

Die beim Löten entstehenden Dämpfe sind gesundheitsschädlich. Nicht direkt einatmen, Sorge bitte für gute Belüftung ...





WAS BRAUCHST DU, UM EIN ROBOTERPROJEKT ZU STARTEN?

Der erste Schritt eines jeden Erfinders ist, sich anregen zu lassen, zu träumen und vollständig in die Fantasiewelt einzutauchen. Denke erst einmal

nicht an die Möglichkeiten der technischen und praktischen Umsetzung. In deinen Träumen und in deiner Fantasie gibt es keine Grenzen.

Danach kommt die Umsetzungsphase, dann brauchst du Lösungsideen. Anregungen dazu findest du vielleicht durch dieses Buch, in der Natur oder im Alltag. Dabei kannst du technische Lösun-

TIPPS ZUR UMSETZUNG DEINER PROJEKTE

Zu Beginn ist es gut, ein eher einfacheres Projekt auszuwählen, wie z. B. den Zahnbürstenroboter. Mit wachsender Erfahrung nehmen dein Wissen und die Fertigkeiten für umfangreichere Projekte zu.

Wo bekommst du die Teile her?

Oft besteht die Möglichkeit, einzelne Teile aus der Bastelkiste oder vom Elektroschrott zu nutzen. Du kannst die Komponenten aber auch im Elektronikladen bestellen und einkaufen. Im Anhang findest du Adressen von einigen Firmen, bei denen du die Teile, die im Buch verwendet werden, bekommen kannst.

Wie sind deine Möglichkeiten, Fähigkeiten und Kenntnisse, was brauchst du, und wer kann dir technisch helfen und dich unterstützen?

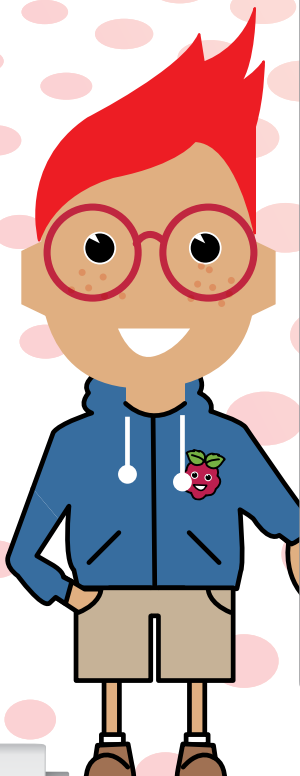
Brauchst du Hilfe und Unterstützung, kann dir ein Freund oder ein Erwachsener helfen? Gibt es für deine Fragen Informationen in diesem Buch oder im Internet?

Hallo Robotererfinder, deine vorhandenen Fähigkeiten sind willkommen. Die Fähigkeiten, die du noch nicht hast, kommen durch die Erfahrung mit Leichtigkeit dazu, sozusagen Learning by Doing.

Ganz grob gesagt, gibt es vier Hauptdisziplinen beim Roboterbau:

- Elektronische Konstruktionen: Schaltpläne und Sensoren
- Mechanische Konstruktionen: Getriebe, Motoren, Roboterkörper
- Computerwissen, Programmieren, künstliche Intelligenz
- Künstlerische Gestaltung: Design, Spaß

Du brauchst nicht auf allen Gebieten jetzt schon ein Experte zu sein. Denn mit dem Konstruieren und Bauen der beschriebenen Projekte kommt das Wissen mit Leichtigkeit ganz von selbst!





Roboter am Seil

gen beobachten, die du im weiteren Schritt in deinem eigenen Projekt umsetzen kannst.

Weitere spannende Frage sind, welche Fähigkeiten dein Roboter haben und wie er aussehen soll.

DIE ANATOMIE SELBST GEBAUTER ROBOTER

Von der menschlichen Anatomie hast du bestimmt schon gehört, da geht es um das Skelett, die Organe, das Blut, die Muskeln und darum, wie alles zusammen funktioniert. So ähnlich ist es auch beim Roboter. Auch hier gibt es unterschiedliche Bereiche des Systems.

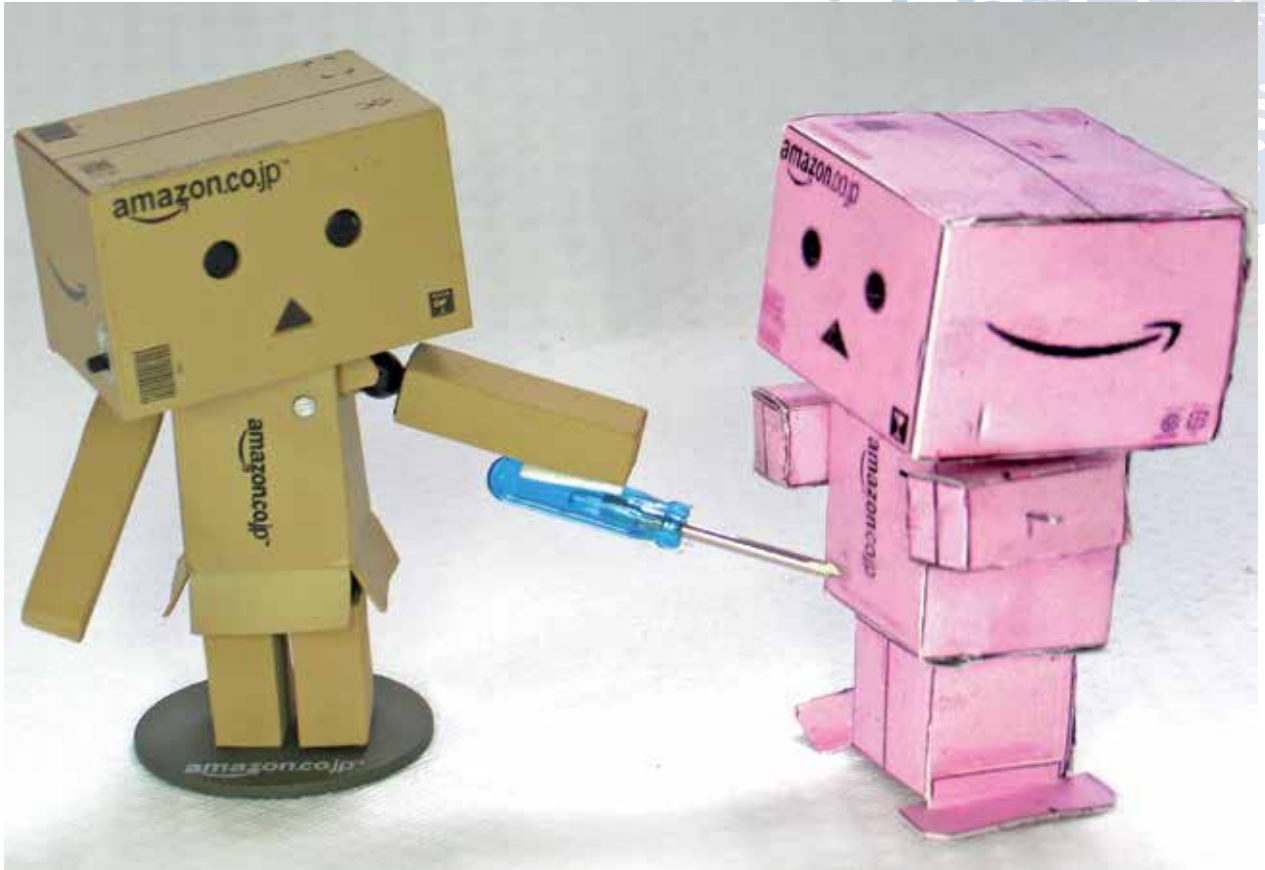
Es gibt rein mechanische Roboter und solche mit einem einfacheren oder mit einem komplexeren elektronischen Gehirn. Und es gibt sehr komplexe Konstruktionen, bei denen eine aufwendige Elektronik und eine umfangreiche mechanische Konstruktion zusammenkommen.

Eine gute und einfache Einteilung für die Roboteranatomie ist:

- Robotergerirne
- Stromversorgung, Energie
- Sensoren
- Bewegungsmöglichkeiten
- Interaktion mit dem Menschen
- Roboterkörper, Gestaltung

Robotergerirne

Es gibt digitale und analoge Robotergerirne. Digitale können nur 0 und 1 denken, also z. B. rechts und links. Analoge sind weitaus vielfältiger und



Robotermodell Danbo mit kleinem Schraubendreher

komplexer. Da gibt es nicht nur rechts und links, sondern auch alles, was dazwischen liegt. Es kann also bildlich gesprochen stufenlos von 0 bis 90 Grad links denken, dann geradeaus und von 0 bis 90 Grad rechts. Je feiner die Abstufungen, desto aufwendiger wird natürlich das Gehirn deines Roboters und desto mehr hat das Gehirn zu tun.

Es gibt einfache Roboterhirne mit einem kleinen Chip, und es gibt solche mit leistungsfähigen Mikroprozessoren bis hin zu komplexen Computerhirnen, die aus einer Vielzahl von Computern bestehen.



Arduino-Mikrocontroller

Stromversorgung, Energie

Ohne Energie geht beim Roboter gar nichts. Entweder die Energie kommt aus einem Akku oder von Batterien. Und am besten ist es natürlich, wenn der Roboter die Energie selbst einsammeln kann, während er unterwegs ist. So macht es der Marsroboter. Er sammelt das Sonnenlicht ein, wandelt es in Elektrizität um und lädt damit seine Akkus auf.



Kleiner Solarroboter



Sensoren

Die Sensoren eines Roboters entsprechen unseren Sinnesorganen. Neben den fünf Sinnen wie dem Sehen, Hören, Riechen, Schmecken und Tasten kann es beim Roboter einige Sinne mehr geben. Als Beispiel seien hier einige weitere sensorische Wahrnehmungsmöglichkeiten aufgeführt:

Etwa die Wahrnehmung von Metallen, Magnetfeldern, allen Arten von Strahlen, Radioaktivität, Temperatur, Luftfeuchtigkeit usw. Damit wird der Roboter zum nützlichen Begleiter, auch wenn es darum geht, zusammen mit dem Menschen gefährliche Situationen zu erforschen.

Bewegungsmöglichkeiten

Die Bewegung des Roboters ist eine Herausforderung an die mechanische Konstruktion. Dabei stellt sich die Frage, wo und wie der Roboter sich bewegen soll und kann: auf dem Land, im Wasser, in der Luft, im Weltraum usw. Davon hängt ab, welche mechanischen Lösungen möglich und sinnvoll sind.

Und natürlich gibt es weitere spezielle Bewegungsmodelle, vor allem dann, wenn du an einen menschenähnlichen, humanoiden Roboter denkst, der die Mundwinkel und die Augenlider je nach seiner emotionalen Reaktion verändern kann.



Ultraschallsensor



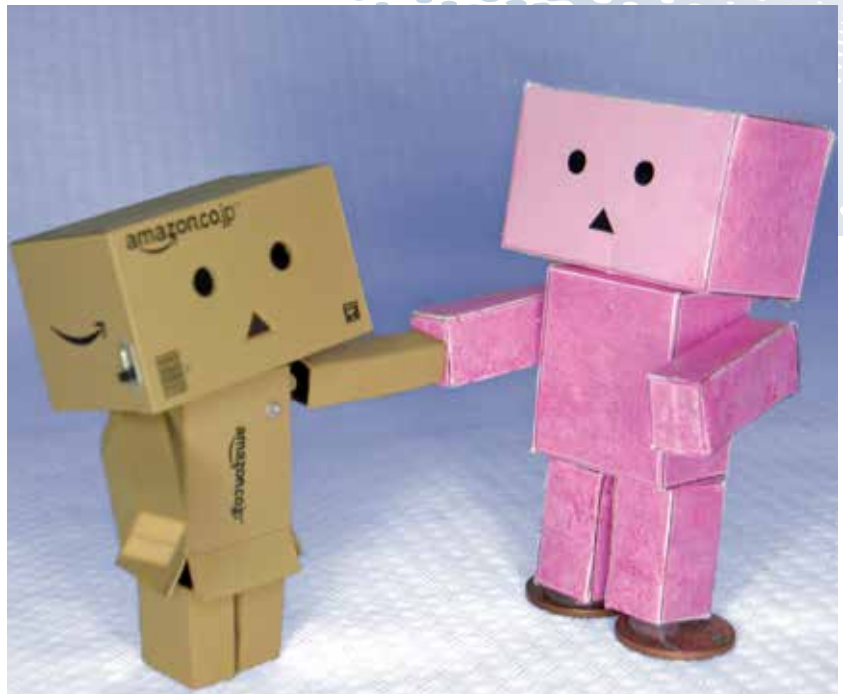
Roboter,
Insekt

Interaktion mit dem Menschen

Für die Interaktion mit dem Menschen sind eine extrem gute Wahrnehmung des Roboters und besonders feine Bewegungen erforderlich. Der Roboter kann dann zum Beispiel erkennen, dass der Mensch lacht, und er lacht zurück. Ist der Mensch traurig, zeigt der Roboter Mitgefühl. Dann aber werden die technischen Systeme sehr komplex.

Roboterkörper, Gestaltung

Auch beim Körper des Roboters tut sich ein weites und umfangreiches Gestaltungsfeld auf. Denken wir an einen zweckmäßigen Putz- oder Werkzeugroboter. Bei ihm kommt es darauf an, dass seine Funktionen stimmig sind. Der Putzroboter sollte den Schmutz effizient finden und beseitigen und dazu unter alle



Danbo und seine Freundin



Schränke und in alle Ecken gelangen. Ganz anders der Werkzeugroboter, der an einem Montageplatz fest montiert ist und sich nicht von der Stelle rührt. Auch hier ordnet sich die Gestaltung der Funktion unter. Sein Roboterarm muss alle Teile seiner Montageaufgaben erledigen können. Wieder ganz anders ist es bei einem Roboter, der als Pflegehilfe für hilfsbedürftige Menschen in einem Heim arbeitet. Dabei geht es um ein vertrauenswürdiges Aussehen, um eine möglichst menschenähnliche, sympathische Gestaltung. Der Pflegeroboter sollte eher menschlich aussehen, die Technik wird bei ihm versteckt.



Putzroboter



Der kleine Hacker Roboter

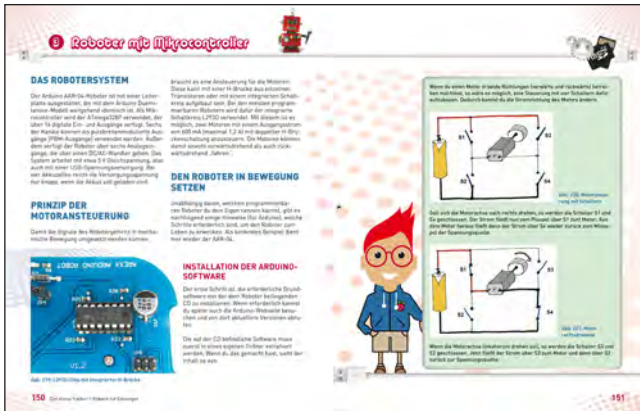
konstruieren und programmieren

Lass die Roboter für dich tanzen!

Roboter übernehmen immer öfter Aufgaben in unserem Alltag und in der Industrie – und auch du hast bestimmt einen Roboter zu Hause, ob es der Staubsauger ist oder ein Spielzeug. Spannend wird es, wenn du deine Roboter selber baust! Ob es ein kleiner Zahnbürstenroboter ist oder sogar ein autonomer Roboter, der auf Eindrücke von außen reagiert: Richtig Spaß macht es, wenn man weiß, wie der Roboter funktioniert!

Sei Ingenieur!

Lerne alles über Motoren, Getriebe und die Mechanik, die verschiedene Roboter brauchen, um sich zu bewegen. Der kleine Hacker gibt dir immer wieder Tipps, wo du geeignete Bauteile günstig herbekommst.



Diese Roboter baust du:

- Zahnbürstenroboter
- Laufroboter
- Sensible Roboter mit einfacher Elektronik
- Kugelroboter, der Hindernissen ausweicht
- Arduino-Roboter

...und das sind die Grundlagen, die du dabei lernst:

- Welche Bauteile brauchst du?
- Wo bekommst du sie her?
- Wie lötet man richtig?
- Wie programmiert man?



Sei Informatiker!

Einen Roboter zu bauen, der sich bewegt, ist ein erster Schritt. Noch anspruchsvoller wird es, wenn der Roboter auch selber „denken“ soll, also auf Eindrücke aus seiner Umwelt reagieren. Das klappt mit Sensoren und einem Mikrocontroller. Der kleine Hacker zeigt, wo du die Mikrocontroller herbekommst und wie du sie programmiert. Nach kurzer Zeit wirst du zum absoluten Profi!

