

FLORIAN SCHÄFFER

ROBOTER BAUEN & PROGRAMMIEREN FÜR KIDS

EINFACHER EINSTIEG IN ELEKTRONIK,
ROBOTIK UND MECHANIK





Hinweis des Verlages zum Urheberrecht und Digitalen Rechtemanagement (DRM)

Der Verlag räumt Ihnen mit dem Kauf des ebooks das Recht ein, die Inhalte im Rahmen des geltenden Urheberrechts zu nutzen. Dieses Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Der Verlag schützt seine ebooks vor Missbrauch des Urheberrechts durch ein digitales Rechtemanagement. Bei Kauf im Webshop des Verlages werden die ebooks mit einem nicht sichtbaren digitalen Wasserzeichen individuell pro Nutzer signiert.

Bei Kauf in anderen ebook-Webshops erfolgt die Signatur durch die Shopbetreiber. Angaben zu diesem DRM finden Sie auf den Seiten der jeweiligen Anbieter.

Neuerscheinungen, Praxistipps, Gratiskapitel,
Einblicke in den Verlagsalltag –
gibt es alles bei uns auf Instagram und Facebook



[instagram.com/mitp_verlag](https://www.instagram.com/mitp_verlag)



[facebook.com/mitp.verlag](https://www.facebook.com/mitp.verlag)

Florian Schäffer

ROBOTER BAUEN UND PROGRAMMIEREN FÜR KIDS

***EINFACHER EINSTIEG IN
ELEKTRONIK, ROBOTIK UND MECHANIK***



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.d-nb.de>> abrufbar.

ISBN 978-3-7475-0130-6

1. Auflage 2020

www.mitp.de

E-Mail: mitp-verlag@sigloch.de

Telefon: +49 7953 / 7189 - 079

Telefax: +49 7953 / 7189 - 082

© 2020 mitp-Verlags GmbH & Co. KG, Frechen

Dieses Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Wir danken allen Mitwirkenden bei Wikipedia (<https://de.wikipedia.org>) und Wikimedia Commons (<https://commons.wikimedia.org>). So weit erforderlich wird bei Abbildungen die Angabe zur Creative-Commons-Lizenz in Kurzform angegeben (»CC ...«). Der jeweilige Lizenztext kann unter <https://creativecommons.org/licenses/> nachgelesen werden.

Die Steckboardansichten wurden mit der Software Fritzing (<https://fritzing.org>) erstellt.

Lektorat: Katja Vöpel

Sprachkorrektorat: Petra Heubach-Erdmann

Covergestaltung: Sandrina Dralle, Christian Kalkert

Coverhintergrund: Adobe Stock/the8monkey

Satz: III-satz, Husby, www.drei-satz.de

INHALT

EINLEITUNG	9
So arbeitest du mit diesem Buch	10
Was du für dieses Buch schon können solltest	11
Dateien zum Download	11
Fragen und Aufgaben am Ende der Kapitel	12
Was dich in diesem Buch erwartet	12
SCHRUBBI, DER BÜRSTEN-KÄFER	15
Was ist überhaupt ein Roboter?	17
Noch mehr Input	25
Ein paar Fragen	26
... und ein paar Aufgaben	26
HALLO ARDUINO	27
Wir lassen eine LED leuchten	28
Erste Schritte mit Arduino und NEPO	32
Arduino? Was ist das überhaupt?	54
micro:Bit, Raspberry Pi, Calliope und mehr	61
Was ist wo beim Arduino Uno?	64
Mit Software wird Hardware intelligent	67
Ein paar Fragen	72
... und ein paar Aufgaben	72
PROGRAMMIEREN MIT GRAFIK-BLÖCKEN	73
Die Oberfläche von Open Roberta Lab erkunden	74
Aktionen	82
Sensoren	86
Kontrolle	87
Logik	90

1

2

3

Mathematik	91
Text	93
Variablen	93
Funktionen	95
Ein paar Fragen	98
... und ein paar Aufgaben	98
4 DAS ROBOTER-FAHRGESTELL ENTSTEHT	99
Ein Blick in den Motor und das Getriebe	100
Mit Vollgas gegen die Wand	106
Der Arduino gibt Gas und bremst	116
Geschwindigkeitskontrolle	132
Kurven fahren	135
Gefahrenre Strecke messen	138
Ein paar Fragen	145
... und ein paar Aufgaben	145
5 DER ROBOTER WIRD EIGENSTÄNDIG	147
Achtung, ich komme! Hupe und Beleuchtung	148
Gegen die Wand und dann immer weiter	152
Schildkröti: Linienfolger mit Intelligenz	157
Pfiffi folgt dir überall hin	163
Eine bessere Hinderniserkennung	166
Mit Ultraschall Entfernung genauer messen	169
Ein paar Fragen	177
... und ein paar Aufgaben	178
6 SERVO-MOTOREN FÜR PRÄZISE POSITIONIERUNG	179
Katapult mit Zielerkennung	179
Industrieroboter-Arm	189
Auf zwei Beinen laufen	199
Sechsfüßiger Krabbelkäfer: Hexapoden-Bot	209
Aus einem Irrgarten entkommen	214
Ein paar Fragen	233
... und ein paar Aufgaben	234

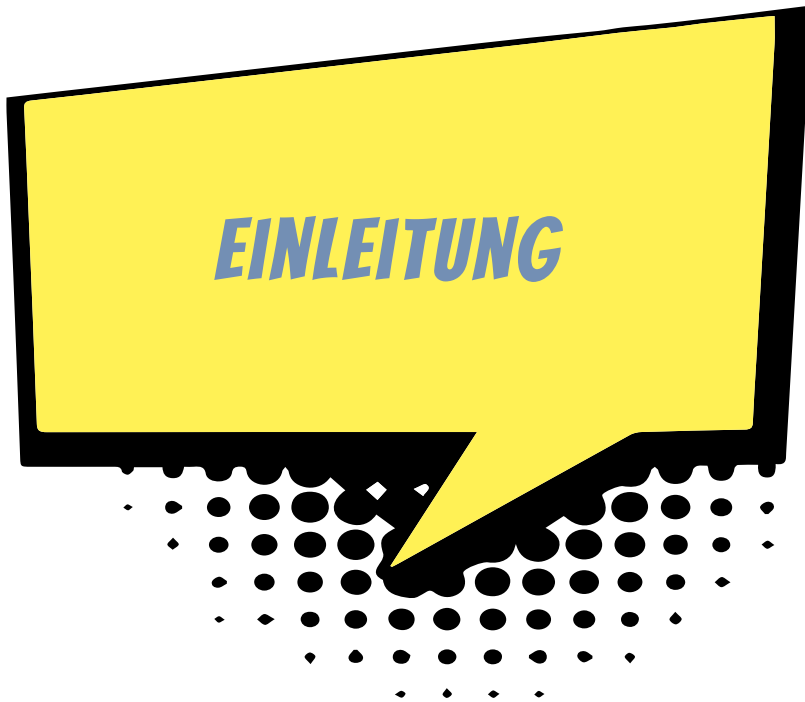
EIN ABSTECHER IN ANDERE WELTEN	235
Spiel mit Scratch programmieren	236
LEGO Mindstorms EV3 simulieren	244
Schaltungen und Programm online ausprobieren	249
Ein paar Fragen	261
... und ein paar Aufgaben	262
 MATERIAL- UND EINKAUFLISTE	263
 ARBEITSTECHNIKEN	273
 LÖSUNGEN ZU DEN FRAGEN UND AUFGABEN	285
 STICHWORTVERZEICHNIS	297

7

A

B

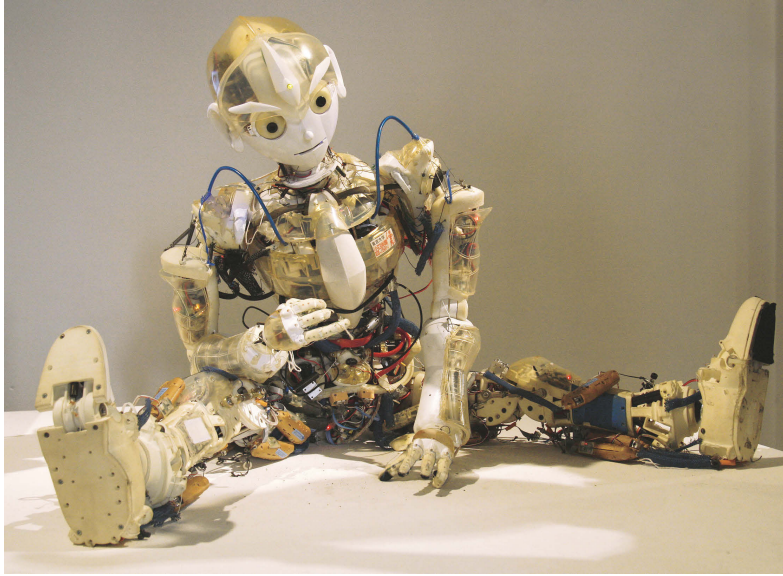
C



Willkommen bei deinem neuen Abenteuer als Roboterentwickler! Du bist schon immer von Robotern fasziniert gewesen und willst selber welche bauen? Dann bist du hier genau richtig: Erlebe, wie einfach es ist, eigene Roboter zu schaffen und zu kontrollieren.

Dies ist ein Buch mit viel Praxis: Es gibt viel auszuprobieren und zu basteln. Dich aufs Sofa zu legen und alles durchzulesen, reicht nicht aus und macht viel weniger Spaß. Wann immer Handanlegen gefragt ist, wird dir schrittweise gezeigt, was zu machen ist. Es lohnt sich, auch einfache Aufgaben (die du vielleicht sogar schon kennst) auszuprobieren, um dadurch Erfahrung und Routine zu sammeln.

Beim Selbermachen kann immer irgendetwas schief laufen und nicht klappen. Vielleicht ist uns auch mal ein Fehler bei der Beschreibung unterlaufen oder die Anleitung war nicht verständlich genug. Das ist schade, manchmal ärgerlich, aber eigentlich sogar gut. Wenn etwas nicht auf Anhieb so funktioniert wie gewollt, dann kannst du alles hinwerfen und aufgeben oder du suchst den Fehler. Das ist manchmal gar nicht einfach und du wirst Hilfe (zum Beispiel von deinen Eltern oder einem Lehrer) benötigen – frage sie! Hast du den Fehler gefunden, wirst du feststellen, dass du stolz auf dich sein wirst, und vor allem hast du viel neue Erfahrung gesammelt. Der Fehler wird dir hoffentlich nie wieder unterlaufen oder du wirst ihn schnell beheben.



Kotarō ist ein in Japan entwickelter humanoider (menschlich aussehender) Roboter. Er ist 1,33 m hoch und wiegt 20 kg.

Bild: Manfred Werner, Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0

SO ARBEITEST DU MIT DIESEM BUCH

Im Buch benutzen wir verschiedene Kästen, um dich auf Besonderheiten hinzuweisen:



Hinweise sehen so aus. Dabei handelt es sich um zusätzliche Informationen, die dir einen tieferen Einblick in ein Thema geben. Manchmal könnte es auch »Besserwisser-Wissen« sein: Mit dem, was im Kasten steht, weißt du dann mehr als andere.



Tipps sind dazu da, dich auf etwas Kniffliges hinzuweisen, oder ich habe einen echten Profitrick für dich. Es kann auch sein, dass ich aus meiner Erfahrung heraus weiß, dass etwas oft falsch gemacht wird und ich dich davor bewahren will.



So sieht es aus, wenn etwas ganz besonders wichtig ist und unbedingt beachtet werden muss. Andernfalls wird etwa beschädigt oder es wird gefährlich (dazu lassen wir es aber nicht kommen).

WAS DU FÜR DIESES BUCH SCHON KÖNNEN SOLLTEST

Damit wir uns im Buch auf das Thema Roboter, Arduino und Programmierung konzentrieren können, sind ein paar Grundlagen wichtig, die wir voraussetzen:

- ◇ Du hast einen Computer mit Microsoft Windows 10.
- ◇ Du kennst dich mit Windows und dem Dateisystem aus. Ordner anlegen und im (Datei-)Explorer Dateien verschieben sowie der Umgang mit Komprimierungsprogrammen wie Zip oder Rar beherrscht du.
- ◇ Du kennst dich im Internet (im Besonderen im WWW, dem World Wide Web) aus und kannst einen Webbrowser wie Firefox, Chrome oder Edge bedienen.
- ◇ Wenn du ein paar Elektronik-Grundkenntnisse besitzt, ist das hilfreich, aber nicht zwingend erforderlich.

Internetadressen (URLs) sind oft lang, bestehen aus merkwürdigen Zeichen und sind schwer fehlerfrei im Browser einzugeben. Aus diesem Grund steht nach der Angabe der tatsächlichen Adresse in Klammern immer noch eine Kurz-URL. Beispielsweise: <https://de.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Hauptseite> (*t1p.de/qwje*). Es reicht, wenn du die Kurz-URL im Browser eingibst – du wirst dann zu der gewünschten Webseite mit der langen Adresse geleitet.


Uns (und deinen Robotern) ist es egal, ob du ein Mädchen/eine Frau oder ein Junge/ein Mann bist oder dich als etwas ganz anderes siehst. Wichtig ist nur, dass dir dieses Buch und das Thema Spaß machen. Seit einigen Jahren gibt es eine Diskussion darüber, ob man in Texten geschlechtsneutral schreiben muss. Also beispielsweise nicht mehr »du bist ein Programmierer«, sondern »du bist ein Programmierer oder eine ProgrammiererIn«, manchmal wird auch »du bist ein/e Programmierer*In« oder Ähnliches benutzt. Wir wollen diese Diskussion gar nicht aufgreifen oder bewerten, finden aber, dass es einen Text schwerer zu lesen macht, weil es sperrig und gekünstelt wirkt. Aus diesem Grund verzichten wir auf diesen Schreibstil, der »gendern« (Geschlechtsidentität des Menschen) genannt wird.



DATEIEN ZUM DOWNLOAD

Zu diesem Buch gibt es ein Download, in dem ergänzende Dateien zu finden sind und vor allem die Beispielprogramme. Die Programme wurden mit NEPO erstellt

und aus dem Open Roberta Lab heraus als XML-Datei gespeichert, sodass sie dort auch wieder importiert werden können. Bei den jeweiligen Aufgaben wird der Dateiname mit einem Symbol gekennzeichnet:

 beispiel-datei.xml

FRAGEN UND AUFGABEN AM ENDE DER KAPITEL

Am Ende eines Kapitels findest du ein paar Fragen und ein paar Aufgaben. Die Fragen helfen dir, zu prüfen, ob du wichtige Inhalte verstanden hast. Im Anhang C am Ende des Buchs stehen die Antworten – manchmal etwas ausführlicher, um dir zu helfen. Die Aufgaben bauen auf dem auf, was du im jeweiligen Kapitel ausprobiert hast, und geben dir Anregungen, weiter zu experimentieren und dein Wissen für neue Ideen einzusetzen. Auch hierzu findest du im Anhang Hinweise, wie die Aufgabe zu lösen sein kann. Du kannst aber auch einen anderen Weg gegangen sein – Hauptsache, du hattest Erfolg.

WAS DICH IN DIESEM BUCH ERWARTET

Zuerst einmal soll dich hier vor allem Spaß erwarten und deine Entdeckerfreude gestillt werden. Der Bau von Robotern teilt sich in zwei Aufgabengebiete:

- ◇ Aufbau der Elektronik und Mechanik
- ◇ Programmierung des Mikrocontrollers

Jeder Roboter besteht aus verschiedenen elektronischen und mechanischen Bauteilen, die seine Fähigkeiten ausmachen, aber auch seine Beschränkungen.

WAS DU FÜR DEINE ROBOTER BENÖTIGST

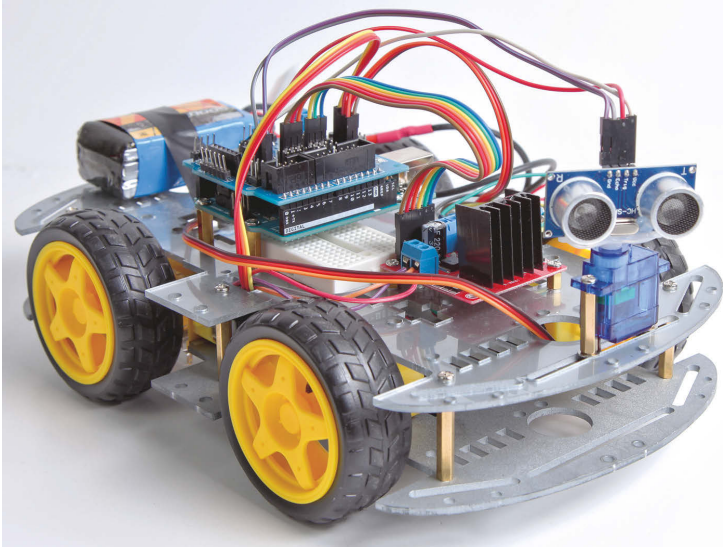
Im Anhang A findest du eine umfangreiche Bauteil- und Materialliste mit den in diesem Buch benötigten Teilen. Du kannst dir gleich auf einmal alle Bauteile kaufen und dann in Ruhe jedes Modell nachbauen. Oder du schaust dir erst einmal die Bauvorschläge an und besorgst dir dann nur das notwendige Material für einzelne Projekte.



Das Herz aller Roboter wird ein Arduino Uno sein, der diese mit verschiedenen Programmen so steuert, wie du es willst. Ab Seite 54 erfährst du, was ein Arduino ist, falls du noch gar keine Vorstellung hast

DAS WIRST DU ALLES SELBER BAUEN

Der aufwendigste Roboter wird ein Fahrzeug sein, das mit vier Rädern angetrieben wird und verschiedene Aufgaben bewerkstelligen kann, wie sie auch die großen Brüder aus der Industrie lösen. Dazu gehören verschiedene Fahrmanöver, das Erkennen von Hindernissen, Verfolgen von Linien und auch die selbstständige Wegfindung.



Ein möglicher Ausbau deines Roboterfahrzeugs

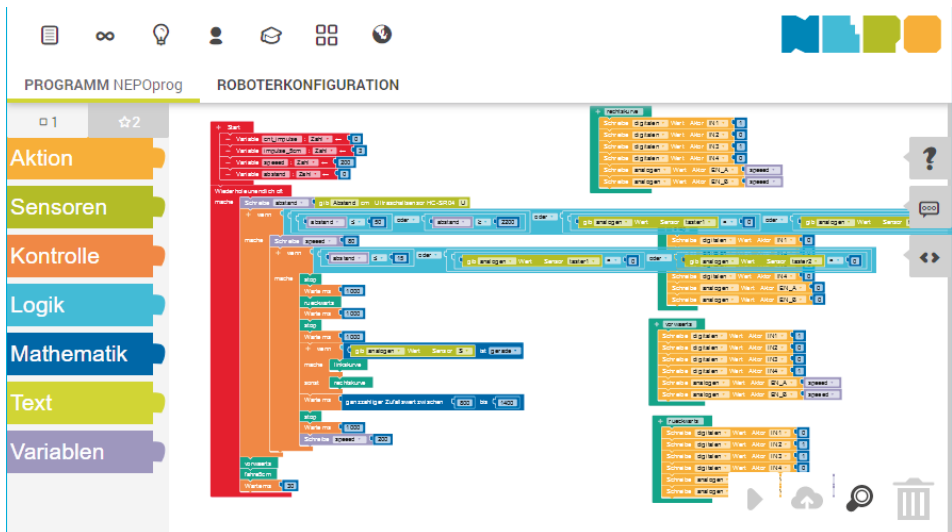
Oft wirst du Angebote finden, bei denen ähnliche Roboterfahrzeuge aufgebaut werden, die dann mit einem Empfänger ausgestattet werden, damit du ihn mit einem Smartphone oder einer kleinen Fernbedienung steuern kannst. Das sind dann allerdings keine Roboter, sondern einfach nur ferngesteuerte Modellautos.



Wir bauen aber auch kleinere Roboter, die selbstständig und unabhängig vom Fahrzeug sind. Los geht es gleich im nächsten Kapitel mit einem witzigen kleinen Bürsten-Roboter. Für dich mag es leicht sein, auf zwei Beinen zu laufen, aber für Roboter ist es extrem schwer – also testen wir zwei verschiedene Lösungen und probieren aus, ob zwei oder sechs Beine besser geeignet sind. Ein echter Industrieroboter-Arm darf natürlich nicht fehlen, damit du Objekte greifen und bewegen kannst – vielleicht eine gute Ergänzung für deine Bauten aus Legosteinen oder Ähnlichem.

Neben der greifbaren Technik ist das zweite Standbein die Programmierung eines Mikrocontrollers, der die Elektronik kontrolliert: Sensoren erfassen die Umgebung und melden dies an eine Art kleinen Computer, der daraufhin Entscheidungen trifft und die Aktoren (beispielsweise Motoren) ansteuert.

Wir bedienen uns der Roboter, um zu verstehen, wie die Elektronik funktioniert und wozu sie genutzt werden kann. Der Mikrocontroller auf einem Arduino Uno wird von dir selbst programmiert. Das Open Roberta Lab bietet dazu eine kostenlose Entwicklungsumgebung für die grafische Programmiersprache NEPO, in der du Befehle in Form farbiger Blöcke zusammenstellst.



Im Open Roberta Lab nutzt du NEPO, um den Arduino zu programmieren.

Schrittweise wirst du erleben, wie du die einfach zu verstehenden Befehlsblöcke so kombinierst, dass deine Roboter genau das machen, was du willst. Am Ende wirst du dann nicht nur verschiedene Roboter gebaut haben, sondern nebenbei auch viel über Programmierung gelernt haben, ohne dass es langweilig wurde. So bist du gut gerüstet, um eigene Ideen umzusetzen oder Projekte anderer zu verstehen, nachzubauen oder weiterzuentwickeln.

Im letzten Kapitel zeige ich dir, was es darüber hinaus noch zu entdecken gibt: Mit Scratch kannst du ähnlich wie mit NEPO programmieren und deine eigenen Spiele entwickeln – und das, ohne viel Neues lernen zu müssen. Eine andere Webseite bietet dir die Möglichkeit, elektronische Schaltungen in einer virtuellen Umgebung aufzubauen und zu simulieren. Willst du noch einen Schritt weitergehen, dann kannst du dort sogar einen Arduino in C/C++ programmieren und ausprobieren – ganz ohne selber einen besitzen zu müssen. Auch andere Roboter lassen sich auf den entsprechenden Webseiten in einer simulierten Welt ausprobieren und programmieren. Solange du beispielsweise auf die bestellten Teile für deine eigenen Roboter wartest, kannst du dir da prima die Zeit vertreiben.

Ein Blick in den Anhang B lohnt sich ebenfalls, denn dort zeige ich dir verschiedene Arbeitstechniken, wie du Verbindungen mit Kabeln herstellen kannst und wie mit einer Crimpzange Kontakte für die im Buch verwendeten Jumper-Kabel gefertigt werden können.

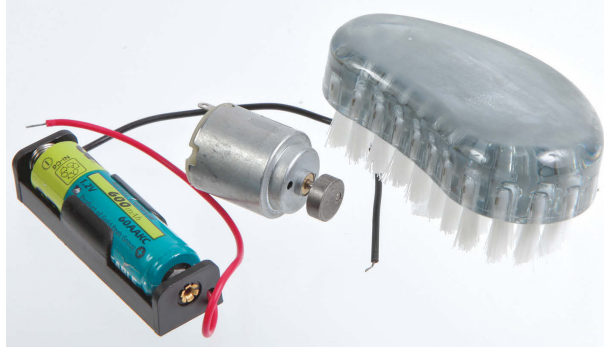


1 *SCHRUBBI, DER BÜRSTEN-KÄFER*

In diesem Abschnitt lernst du:

- ⊙ einen einfachen Roboter zu bauen
- ⊙ was ein Roboter überhaupt ist und welche Vorbilder es in der Pop-Kultur gibt

Kleine wuselige Käfer aus Zahn-, Hand- oder Spülbürsten lassen sich mit wenigen Handgriffen bauen und sorgen immer wieder für Begeisterung. Du benötigst nur einen kleinen Vibrationsmotor, einen Batteriehalter und eine (ausgediente) Bürste. Eine große Auswahl an Vibrationsmotoren gibt es in Internetauktionenhäusern – es spielt keine Rolle, was für einen du nimmst. Du musst nur einen ungefähr zur Betriebsspannung passenden Batteriehalter und Batterien dazu wählen.

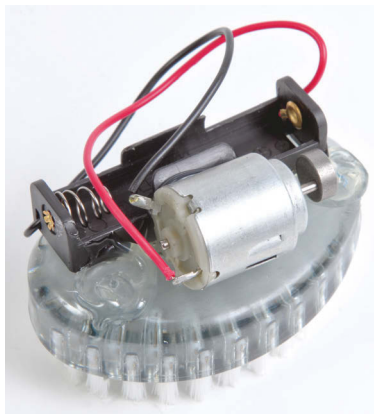


Batterie mit -halter, Vibrationsmotor und Handbürste – mehr braucht es nicht.



Ein Vibrationsmotor wird in jedem Smartphone für den Vibrationsalarm benutzt. Es ist ein ganz gewöhnlicher Motor, auf den eine Unwucht montiert ist. Das ist ein kleines Gewicht, das nicht mittig auf der Achse sitzt und dafür sorgt, dass der Motor wackelt, sobald er sich dreht. Du kannst auch selber aus einem Motor einen Vibrationsmotor basteln, indem du einfach einen Flaschenkorken auf die Achse steckst.

1. Verbinde die Anschlüsse des Batteriehalters mit dem Motor. Die Polung (Plus und Minus) ist nicht wichtig. Mehr zu Möglichkeiten, eine Verbindung herzustellen, findet du im Anhang ab Seite 273.
2. Lege probeweise die Batterie ein und teste, ob sich der Motor dreht.
3. Klebe mit Heiß- oder Kraftkleber die Batterie und den Motor auf deine Bürste. Der Bürsten-Käfer ist nun eigentlich fertig. Aber erst der nächste Schritt macht aus ihm etwas Besonderes.



- Schmücke den Käfer mit lustigem Dekokram wie Klebeaugen, Pfeifenreinigern, Glitzerstaub, Aufkleber und was du sonst noch so vorrätig hast.

Falls du etwas Inspiration beim Dekorieren brauchst, schau dir doch einfach die Ergebnisse einer Bildersuche im Web nach dem Stichwort »bristlebot« (englisch: Bürsten-Roboter) an.



Schrubbi ist mein ganz persönlicher Käfer.

Setzt du deinen Bürsten-Bot auf den Boden, wird er sich durch die Vibration bewegen und umherwandern – Haustiere werden ihn ebenso lieben.

WAS IST ÜBERHAUPT EIN ROBOTER?

Du hast jetzt schon einen Roboter bauen können und es wird Zeit, sich zu fragen, was überhaupt ein Roboter ist. Wenn wir es nämlich genau nehmen, dann war das bisher gar kein Roboter – Spaß macht er aber dennoch.

Ein Roboter ist eine technische Apparatur, die üblicherweise dazu dient, dem Menschen häufig wiederkehrende mechanische Arbeit abzunehmen.



Vor sich hinzuwackeln oder immer im Kreis einer Linie zu folgen, ist eigentlich keine Arbeit, die ein Mensch verrichtet und die ihm eine Apparatur abnehmen muss. **Spielzeugroboter** besitzen einen gewissen automatisierten Bewegungsablauf: Sie wiederholen eine Handlung ständig oder können sogar auf bestimmte Ereignisse reagieren, aber ohne dass ihr Funktionsumfang einen arbeits- oder forschungstechnischen Nutzen hat.



Fußballspielende Spielzeugroboter beim RoboCup

Bild: Peter Schulz, Wikimedia Commons, CC BY-SA 4.0



Als *Bionik* bezeichnet man die Übertragung von Phänomenen der Natur auf die Technik. Dabei schaut man, wie die Natur ein Problem gelöst hat, und baut das Prinzip für vom Menschen hergestellte Produkte nach. Woher Klettverschlüsse stammen, wirst du dir sicher denken können, wenn du schon mal durch eine Wiese gekrabbelt bist. Durch den Lotuseffekt perlt Schmutz an einer Oberfläche ab: Toilettenschüssel und Hauswände bleiben sauber dank der speziellen Oberfläche, die man sich von der Lotuspflanze abgeschaut hat. Die Gelenke in Roboterarmen sind nichts anderes als Kopien der Gelenke an deinem Arm. Robotik und Bionik haben viele Berührungspunkte.

Wir sehen das hier nicht so eng und bezeichnen einfach alles als Roboter, was sich bewegt und ein Bewegungsmuster wiederholt ausführen kann. Bestimmt hast du schon viele verschiedene Roboter gesehen, die dich fasziniert haben – hier ein kleiner Überblick:

Industrieroboter fallen oft auf, weil sie groß sind und meistens nur aus einem Arm bestehen, der immer wieder die gleiche Aufgabe wiederholt, wie beispielsweise ein Werkstück bewegen, schweißen, lackieren oder fräsen. Sie sind an einem Ort fest aufgebaut und können sich nicht fortbewegen. Ihr Vorteil ist, dass sie die immer gleichen Abläufe fehlerfrei und schnell wiederholen können, ohne eine Pause

machen zu müssen. Sie haben viele Jobs, die früher von Menschen ausgeführt wurden, übernommen.

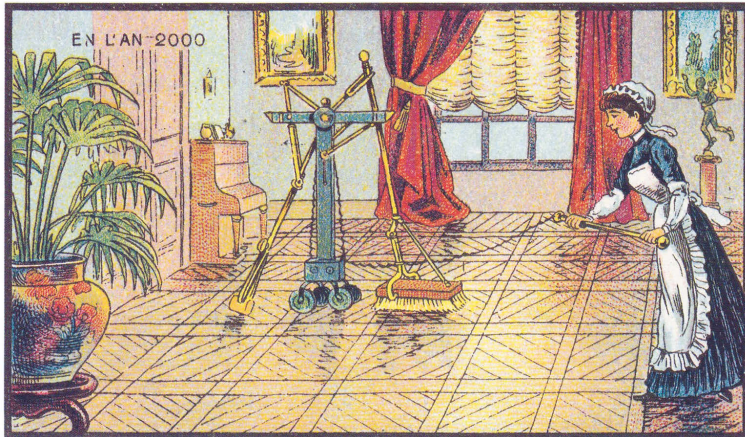


Industrieroboter schweißen eine Autokarosserie zusammen.

Bild: Zen wave, Wikimedia Commons, CC BY-SA 4.0

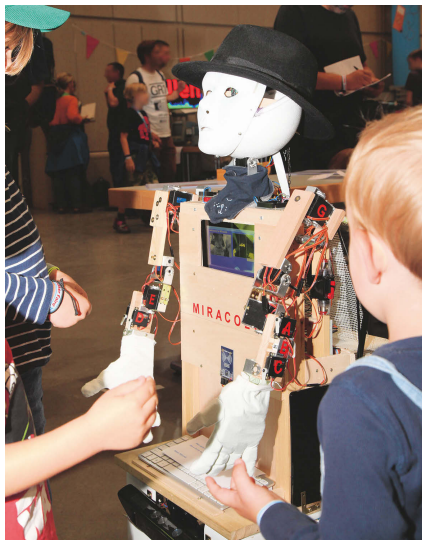
Damit der Industrieroboter weiß, wie er sich bewegen muss, kann ein Programmierer die Abläufe mit Befehlen vorgeben oder sie dem Roboter zeigen: Beim Playback-Verfahren entspannt der Roboter gewissermaßen seine Muskeln (Motoren) und kann von Hand bewegt werden. Ein erfahrener Arbeiter bewegt den Roboter dann genau so, wie er sich später automatisch bewegen soll. Diese Bewegungen speichert der Roboter ab und kann sie später wiederholen.

Das Teach-In-Verfahren ist ähnlich: Hier wird der Roboter mit einer Steuerkonsole (oder auch einem Datenhandschuh) an eine Position gefahren und der Punkt wird gespeichert. Anschließend wird dem Roboter der nächste Punkt gezeigt und so weiter. Später berechnet der Roboter dann selber, wie er sich von einem Punkt zum nächsten bewegen kann.



1899 hat man sich vorgestellt, dass so im Jahr 2000 der Hausputz mit einem Roboter aussieht.

Die gut 100 Jahre alte Idee, wie in der Zukunft Roboter den Boden putzen, mag etwas komisch aussehen – völlig falsch ist sie nicht. Serviceroboter übernehmen immer mehr Aufgaben: Anfangs dachten viele Entwickler, der Gipfel des nützlichen Roboterdaseins sei, Cocktails auf Partys zu servieren und den Geschirrspüler (übrigens im Grunde auch schon ein Roboter) auszuräumen. Inzwischen hat man eingesehen, dass das nicht sinnvoll ist, und beschränkt sich auf einfache Aufgaben wie Staubsaugen oder Rasenmähen. Die kleinen Roboter wimmeln inzwischen durch viele Wohnungen und Gärten und suchen sich selbstständig ihren Weg – wie das genau funktioniert, erfährst du später, wenn wir selber einen solchen Roboter bauen.



Einen humanoiden Roboter kannst auch du aus Holz und den Teilen bauen, die du kennenlernen wirst.

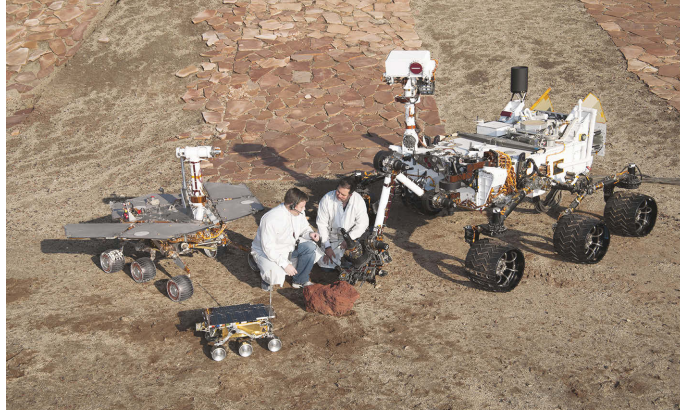
Ein besonderer Reiz geht von **humanoiden Robotern** aus, die der menschlichen Gestalt nachempfunden sind und einen Kopf und Hände, vielleicht sogar Beine haben. Durch die menschliche Form soll der Blechkamerad freundlicher wirken und Ängste vor ihm abgebaut werden. Automaten, die wie Menschen aussehen, sind schon vor vielen Hundert Jahren gebaut worden, als es noch gar keine Elektronik gab. Oft steuerte aber ein Mensch die Apparatur – entweder direkt durch seine Hände oder über eine kabelgebundene Fernbedienung. Eine besondere Herausforderung für Entwickler ist es, einen Roboter auf zwei Beinen laufen zu lassen. Bis heute kann das kein Roboter so gut wie ein Mensch.



Ein Feuerwehrmann steuert einen Löschroboter zur Brandbekämpfung.

Bild: Superbass, Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0

Ein recht neues Betätigungsfeld für Roboter sind **Aufklärungs- und Rettungsmissionen** (SAR: Search and Rescue, englisch: suchen und retten). Bei Katastrophen oder in bedrohlichen Situationen kann es für Menschen zu gefährlich sein – dann ist es gut, wenn ein Roboter die Aufgabe übernehmen kann, dessen Beschädigung oder Verlust vielleicht teuer ist, aber so wird kein Menschenleben riskiert. Das Militär hat an diesen Robotern ebenfalls ein riesiges Interesse, da man so bequem »von zu Hause aus« weit entfernte Kriege führen kann. Drohnen (selbstfliegende Fluggeräte) dienen beispielsweise der Aufklärung: Sie starten automatisch, fliegen ohne Steuerung eines Menschen über einem Gebiet und landen dann wieder. Viele Rettungsroboter sind allerdings im Grunde nur aufgemotzte ferngesteuerte Fahrzeuge und arbeiten nicht selbstständig. Sobald ein Erkundungsroboter auf einem anderen Himmelskörper unterwegs ist, spricht man von einem *Rover*.



Die drei Rover (baugleiche Kopien), die im Rahmen des Pathfinder-Projekts den Mars erkunden, auf einem irdischen Testgelände. Vorne: Sojourner (seit 1997 auf dem Mars), links: Spirit/Opportunity (2004) und rechts: Curiosity (2012).

Bild: NASA/JPL-Caltech

Bei Robotern denken wir fast immer sofort an größere Maschinen – es gibt aber auch Forscher, die sich um die extreme Verkleinerung von Robotern bemühen und Roboter in molekularer Größe (so klein wie eine Blutzelle, die du nur mit einem sehr guten Mikroskop sehen kannst) erschaffen. Diese winzig kleinen **Nanobots** sollen dann im Körper Krankheiten bekämpfen. Bisher gibt es noch keine so kleinen Roboter, die wirklich Aufgaben übernehmen können. Aber das wird sicher nicht mehr lange dauern und auf der Webseite <https://drive.google.com/file/d/1TLFyleGzs66nl-R9tfSM5iMn1MfWS3WHP/t1p.de/k1c1> kannst du ein Video von einem einfachen krabbelnden Roboter sehen, der nicht größer ist, als ein Haar dick ist, und durch Sonnenlicht über eine winzige Solarzelle angetrieben wird.

ROBOTERGESETZE



Isaac Asimov 1965

Isaac Asimov war einer der bekanntesten russisch-amerikanischen Science-Fiction-Schriftsteller im 20. Jahrhundert und auch wenn dir der Name vielleicht nichts sagt, hast du bestimmt schon einen Film gesehen, der Ideen aus einem seiner Bücher aufgreift. In vielen Filmen werden vor allem immer wieder die drei Asimov'schen Robotergesetze genannt:

1. Ein Roboter darf kein menschliches Wesen verletzen oder durch Untätigkeit zulassen, dass einem menschlichen Wesen Schaden zugefügt wird.
2. Ein Roboter muss den ihm von einem Menschen gegebenen Befehlen gehorchen – es sei denn, ein solcher Befehl würde mit Regel eins kollidieren.

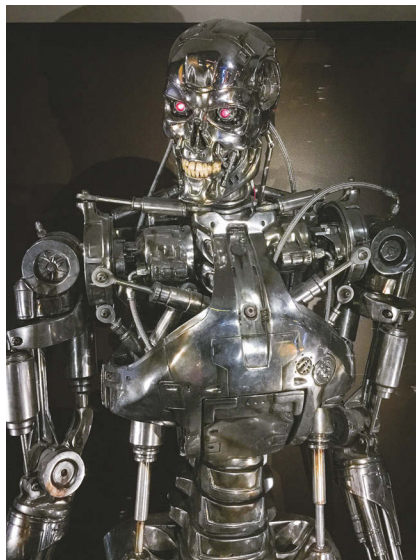
3. Ein Roboter muss seine Existenz beschützen, solange dieser Schutz nicht mit Regel eins oder zwei kollidiert.

Diese Gesetze gelten nicht wirklich für Roboter (Kampfroter sind beispielsweise nur dazu gebaut worden, um Menschen zu schaden), sie enthalten sogar Schlupflöcher und wurden im Rahmen der Pop-Kultur bereits erweitert, zeigen aber, wie sich ein Roboter verhalten sollte. Letztendlich ist immer der Programmierer und Erbauer (also auch du) dafür verantwortlich, wie ein Roboter handelt.

ROBOTER IM FILM

Am häufigsten werden dir wohl bisher Roboter in Filmen begegnet sein. Mal sehen, was wir von diesen lernen können und inwieweit sie uns für eigene Entwürfe inspirieren oder unser Bild von Robotern geprägt haben.

Die erste Ernüchterung ist, dass es sich dabei meistens um Tricktechnik handelt: Die Roboter können sich oft gar nicht wirklich bewegen, nichts selbstständig erledigen oder gar denken und reden.



Der T-800 ist ein **Androide**: eine Maschine umhüllt von lebendem menschlichen Gewebe (gespielt von Arnold Schwarzenegger).

Bild: Dale Cruse, Wikimedia Commons, CC BY 2.0

Oft werden die Asimov'schen Robotergesetze thematisiert, weil sich Roboter gegen Menschen wenden, obwohl sie es gar nicht dürften, oder sie Hilfeleistungen unterlassen und so gegen ihre inneren Protokolle verstoßen. Deine Eltern erinnern sich sicher noch an den ersten »Terminator«-Film, in dem der T-800 aus der Zukunft zurückgeschickt wird und sehr brutal gegenüber Menschen vorgeht.



Die meisten Roboter im Film oder in Science-Fiction-Romanen besitzen eine künstliche Intelligenz (KI, englisch: artificial intelligence, AI). Die Programmierer versuchen dabei, Entscheidungsstrukturen des Menschen nachzubilden, sodass sich der Roboter menschlich verhält. Dafür sind enorm viel Rechenleistung und eine große Datenbank mit Beispielen notwendig, aus der das Computerprogramm lernen kann. Du nutzt vermutlich bereits Computersysteme, die eine sehr schwache künstliche Intelligenz besitzen und dir vorgaukeln, du redest mit einem Menschen: Siri, Amazon Echo oder Google Now sind Sprachassistenten, die sich bemühen, deine Sprache zu verstehen und eine Antwort zu kennen. Um zu testen, ob eine Maschine eine dem Menschen gleichwertige Intelligenz simuliert, gibt es den Turing-Test, den bisher keine Maschine bestanden hat. Du bist also intelligenter als jeder Computer dieser Welt!



Fernsteuerbare Nachbauten aus Holz und Kunststoff der Roboter R2-D2 (vorne) und BB-8

trüglich neben die Schauspieler in den Film eingefügt wird, auch wenn das Bewegungsprinzip mit der sich endlos drehenden Kugel als Körper und dem sich stets oben befindenden Kopf technisch umsetzbar ist. In reinen Trickfilmen ist es natürlich noch viel leichter, fantasievolle Roboter zu zeigen, wie beispielsweise WALL-E und Eve oder Bender (»Futurama«).

Bis auf wenige Ausnahmen sehen Roboter in Filmen immer faszinierend aus (oder wie Topmodels) und beherrschen die tollsten Techniken. Wie die »Transformers« können sich die Roboter verändern, werden größer oder kleiner und bewegen sich

Ein einfacher Trick, um Roboter zum »Leben« zu erwecken, ist es, einen Menschen in ein Roboter-Kostüm zu stecken. R2-D2 und C-3PO aus »Star Wars« kennst du bestimmt – sie sind bekannte Beispiele für Roboter, in denen Schauspieler als sogenannte Puppenspieler steckten. Und auch im 2019er Horror-Film »I Am Mother« steckt ein Mensch im Roboter-Anzug.

Wenn kein Platz im Roboter für einen (kleinen) Menschen ist, dann wird oft zu ferngesteuerten Modellen gegriffen, die mit Seilzügen oder wie ein funkgesteuertes Modellauto bewegt werden. Sehr oft gibt es auch nur einen bestimmten Körperteil, der wirklich bewegt werden kann – beispielsweise der Kopf oder eine Hand, der dann in Nahaufnahme gezeigt wird, sodass man im Film gar nicht sehen kann, dass der restliche Körper fehlt.

Heute nutzt man computeranimierte Figuren: Der quirilige Roboter BB-8 (ebenfalls aus »Star Wars«) ist in fast allen Szenen eine Animation, die nach-

flüssig durch ihre Umwelt. Sie erkennen alles um sich herum, reagieren auf Sprache und reparieren sich notfalls sogar selbst.

In der Realität ist nichts davon möglich. Die meisten Roboter sehen klobig aus, sind strohdumm und können nur das wenige, das ihnen von jemandem vorher mühsam eingetrichtert wurde. Behalte das im Hinterkopf, wenn du deinen eigenen Roboter baust: Auch wenn er nicht elegant ist oder die Welt beherrschen kann, so ist es ein ganz besonderer Roboter – deiner! Und je mehr Zeit du in seine Weiterentwicklung steckst, desto besser wird er. Oder du baust einen weiteren, bei dem du das zuvor Ausprobierte nutzt und verbesserst.



Nachbauten der Roboter Eve und WALL-E (rechts) in einem Freizeitpark

Bild: Helfmann, Wikipedia (DE), CC-BY-SA 3.0/de

NOCH MEHR INPUT

Während du deine Roboter baust oder auch wenn du am Ende des Buchs angelangt bist, juckt es dich vielleicht in den Fingern und du willst mehr wissen oder dich mit anderen Gleichgesinnten treffen. Im Internet findest du sehr viele Anlaufstellen. Wenn du eine Frage hast oder ein Praxisbeispiel brauchst, sind Suchmaschinen natürlich die erste Wahl. Gib deine Frage ein und du wirst sicher viele Antworten finden. Vor allem Videos sind eine gute Ergänzung. Es gibt aber auch ein paar Webseiten mit Diskussionsforen, in denen du Fragen stellen kannst und die Leute sich freuen, wenn sie dir helfen können. Dazu gehören diese Seiten:

- ◇ <https://www.mikrocontroller.net> ([t1p.de/820g](https://www.mikrocontroller.net/t1p.de/820g))
Ein Forum für jede Form von Mikrocontroller, aber auch allgemein rund um Elektronik.
- ◇ <https://forum.arduino.cc> ([t1p.de/tbfl](https://forum.arduino.cc/t1p.de/tbfl))
Das Forum der Arduino-Entwickler. Viele Themengebiete, in denen Englisch benutzt wird, aber auch ein deutschsprachiger Teil.
- ◇ <https://www.elektronik-kompodium.de> ([t1p.de/xqw5](https://www.elektronik-kompodium.de/t1p.de/xqw5))
Einführung, Fachartikel und ein Forum zum Thema Elektronik.

Eine wirklich beeindruckende Möglichkeit, gleichgesinnte Bastler und Entwickler zu treffen, sind die weltweit stattfindenden Treffen. Zu den bekanntesten gehören die Maker-Faires (<https://maker-faire.de>, [t1p.de/npur](https://maker-faire.de/t1p.de/npur)) oder die Veranstaltungen, die »make« gefolgt von einem Stadtnamen (meistens in Englisch) heißen – beispielsweise »make munich« in München. Auch du kannst dort deine Projekte dem interessierten Publikum vorführen, um Gleichgesinnte zu treffen oder neue Ideen zu erhalten – meistens bekommst du sogar kostenlos einen Ausstellerplatz.

In vielen Städten gibt es mittlerweile sogenannte Makerspaces, FabLabs, Hackerspaces oder offene Werkstätten, in denen sich Menschen jeden Alters mit den unterschiedlichsten Interessen treffen und austauschen. Dort findest du nicht nur Hilfe bei deinem Projekt, sondern du kannst bei anderen mithelfen oder die dort vorhandenen Geräte wie 3D-Drucker oder Lasercutter nutzen.

EIN PAAR FRAGEN ...

1. Gibt es die Robotergesetze wirklich und für wen gelten sie?
2. Wenn du Drähte und Bauteile miteinander verbinden sollst: Wo findest du dazu Anleitungen?
3. Was ist ein Rover?
4. Handelt es sich bei dem Bürsten-Roboter um einen echten Roboter?

... UND EIN PAAR AUFGABEN

1. Besorge dir die Teile aus den Einkaufslisten, die du am Ende des Buchs findest.
2. Frage deine Eltern, ob sie an ihrem Arbeitsplatz mit Robotern zu tun haben und wie sich dadurch ihre Arbeit verändert hat.



2 HALLO ARDUINO

Jetzt geht es richtig mit dem Arduino los: Du nimmst den Arduino in Betrieb und wirst deine ersten Programme erstellen. Dabei kannst du natürlich erfahren, was es eigentlich überhaupt mit diesem Arduino-Ding auf sich hat und wie du mit einem Programm immer neue Funktionen für den Mikrocontroller erzeugst. Was ein Mikrocontroller ist? Auch das klären wir natürlich und schauen, welche anderen Geräte es gibt, von denen du vielleicht auch schon mal etwas gehört hast.

Freu dich darauf, viel zu erfahren und auszuprobieren:

- ⊙ Eine Leuchtdiode (LED) ein- und ausschalten
- ⊙ Was ist ein Mikrocontroller?
- ⊙ Warum ein Arduino kein Mikrocontroller ist
- ⊙ Alternativen zum Arduino
- ⊙ Den Arduino kennenlernen
- ⊙ Mit Open Roberta eigene Programme erstellen

WIR LASSEN EINE LED LEUCHTEN

In der Einkaufsliste (Anhang A) gibt es verschiedenfarbige LEDs, die wir nun brauchen, um mit ihnen die ersten Schritte zusammen mit dir und dem Arduino zu gehen. *LED* ist die Abkürzung für *Leuchtdiode* und sie sind so etwas Ähnliches wie ein kleines Lämpchen. Wird die LED an eine Stromquelle angeschlossen, leuchtet sie in einer Farbe auf, die bei der Herstellung festgelegt wird. Die ersten LEDs gab es in den Farben Rot, Grün und Gelb/Orange. Inzwischen sind auch andere Farben wie Weiß und Blau hinzugekommen. Es gibt sogar LEDs, die in fast allen denkbaren Farben leuchten können.



Bei den mehrfarbigen LEDs handelt es sich um einen Trick. Im Inneren befinden sich im Grunde drei winzige LEDs: eine rote, eine grüne und eine blaue, weshalb diese LEDs auch RGB-LEDs genannt werden. Je nachdem, welche der Farben wie hell leuchtet, entsteht eine Mischfarbe.

Als Erstes wollen wir die LEDs ausprobieren und einfach nur leuchten lassen. Die LEDs aus der Einkaufsliste besitzen ein klares Gehäuse (es gibt auch eingefärbte Gehäuse), sodass du nicht erkennen kannst, in welcher Farbe sie leuchten werden. Vielleicht sind die Tütchen, in denen die LEDs geliefert wurden, beschriftet und du kannst so die Farben zuordnen. Sind die Angaben in englischer Sprache, steht dort vielleicht *red* (rot), *green* (grün), *blue* (blau), *white* (weiß) oder *yellow* (gelb) beziehungsweise der jeweilige Anfangsbuchstabe. Wenn du kein Glück hast, musst du die Farben ausprobieren, und genau dabei hilft dir unser erster Aufbau.



LEDs dürfen niemals direkt an eine Spannungsquelle wie beispielsweise eine Batterie oder den Arduino angeschlossen werden. Sie würden dabei sehr schnell oder sogar sofort kaputtgehen und nicht mehr leuchten. Um das zu vermeiden, wird ein sogenannter Vorwiderstand benötigt, der je nach Spannung unterschiedlich sein muss. Für die Versuche benutzen wir spezielle Leuchtdioden, die direkt an eine bestimmte Spannung angeschlossen werden können – in dem Fall an 5 V. Dazu sind sie mit einem Widerstand an einem der Anschlussbeinchen versehen, der vermutlich mit etwas Schrumpfschlauch überzogen ist. Ob der Widerstand an dem schwarzen oder roten Kabel angeschlossen ist, ist egal.

Probieren wir aus, wie wir LEDs leuchten lassen können:

- ◇ Die in der Einkaufsliste empfohlenen LEDs besitzen bereits Anschlusskabel. Damit diese gut in die Buchsenleisten auf dem Arduino passen, ist es ratsam, die Enden mit Jumperstiften zu versehen. In Anhang B findest du eine Anleitung, wie du das machen kannst.