

micro:bit-Set

fortgeschritten



Erfinden kann gelernt werden

10+ Jahre
Years
Ans

WICHTIG – VOR GEBRAUCH SORGFÄLTIG LESEN. FÜR SPÄTERE VERWENDUNG AUFBEWAHREN.

Warnhinweise für sicheren und korrekten Gebrauch

- ▶ Achtung. Nicht für Kinder unter 3 Jahren geeignet. Kleine Teile. Erstickungsgefahr.
- ▶ Verwenden Sie ausschließlich Batterien eines Typs miteinander.
- ▶ Verwenden Sie alte und neue Batterien nicht zusammen.
- ▶ Wenn normale Batterien leer sind, versuchen Sie keinesfalls diese aufzuladen, sondern tauschen Sie sie gegen neue aus.
- ▶ Lassen Sie alte Batterien nicht über eine längere Zeit in dem Batteriehalter eingelegt.
- ▶ Achten Sie beim Einsetzen der Batterien auf die Abbildung, wie Plus- und Minuspol der Batterie liegen müssen.
- ▶ Setzen Sie die Batterien weder Feuer noch hohen Temperaturen aus.

Es werden 6 Batterien Typ AA (Mignon LR6) benötigt, diese sind nicht im Lieferumfang enthalten.

Hinweise zur Entsorgung

Bitte entsorgen Sie die Verpackungsmaterialien nach dem Auspacken sofort umweltgerecht. Folien stellen eine Erstickungsgefahr für Babys und Kleinkinder dar. Entsorgen Sie das ausgesdiente Spiel bitte über den Hausmüll.

Hinweise zur Entsorgung von Batterien

Altbatterien dürfen nicht in den Hausmüll. Verbraucher sind gesetzlich verpflichtet, Batterien zu einer geeigneten Sammelstelle zu bringen. Sie können sie aber auch überall dort abgeben, wo Batterien verkauft werden. Altbatterien enthalten wertvolle Rohstoffe, die wiederverwertet werden. Die Mülltonne bedeutet: Batterien und Akkus dürfen nicht in den Hausmüll.



Die Zeichen unter der Mülltonne stehen für:

Pb: Batterie enthält Blei

Cd: Batterie enthält Cadmium

Hg: Batterie enthält Quecksilber

Garantie

Sie erhalten über die gesetzliche Gewährleistungsfrist hinaus (und ohne dass diese eingeschränkt wird) 2 Jahre volle Garantie. Das heißt, Sie müssen nicht nachweisen, dass defekte Ware schon beim Kauf schadhaft war. Wenden Sie sich im Garantiefall an den Händler, bei dem Sie das Produkt erworben haben.

Inhaltsverzeichnis

micro:bit-Set (Anleitung zu Nr./Art. 763156).....	2
Einführung micro:bit	3-5
Willkommen in der Welt der Blöcke.....	6-15
Stückliste.....	16-17
Metalldetektor (wissenschaftlich: Elektromagnetische Induktion).....	18-20
Verkehrssampel (wissenschaftlich: Farben und Positionen).....	21-23
Kuckucksuhr (wissenschaftlich: Radiofrequenz)	24-28
Trommel-Synthesizer (wissenschaftlich: Hin- und Herbewegung).....	29-33
Wiederholung 1.....	34
Messrad (wissenschaftlich: Infrarot-Sensor).....	35-41
Bahnschranke (wissenschaftlich: Trägheit).....	42-46
Elektrisches Spurfahrzeug (wissenschaftlich: Sensoren)	47-51
Elliptische Führung (wissenschaftlich: Pendel- und Kreisbewegung).....	52-56
Wiederholung 2.....	57
Verrückter Wecker (wissenschaftlich: Zufallsvariable)	58-62
Trike-Motorrad (wissenschaftlich: Gleiten und Lenken).....	63-67
Bohrmaschine (wissenschaftlich: Hinterradlenkung).....	68-74
Vierbeiniger Käfer (wissenschaftlich: Getriebe/Verbindungen).....	75-79
Wiederholung 3.....	80
Telegraf (wissenschaftlich: Morsezeichen)	81-87
Roboterarm (wissenschaftlich: Automation).....	88-94
Fernbedienung mit Sensor (wissenschaftlich: Drahtlose Fernsteuerung)	95-99
Max Bot (wissenschaftlich: Künstliche Intelligenz)	100-104
Wiederholung 4.....	105
Anhang	106-107

Einführung micro:bit

micro:bit ist eine Microcontroller-Platine, die von der britischen Fernsehanstalt BBC (British Broadcasting Corporation) speziell für jugendliche Programmierer entwickelt wurde. Die micro:bit-Hauptplatine ist kleiner als eine Kreditkarte. Sie ist flexibel, programmierbar und eingebettet, sodass du sie überallhin mitnehmen und Programme entwickeln kannst. So kannst du deinen Alltag mit kreativen Ideen für technische Apps aufpeppen.

Der micro:bit ist 4 × 5 cm groß und hat einen 32-Bit-ARM-Prozessor, Sensoren, Bluetooth und Sendefunktionen. Zur Eingabe dienen zwei Buttons, zur Ausgabe ein 5×5-LED-Matrixdisplay. Über Bluetooth oder Micro-USB wird er mit dem Computer oder Tablet verbunden. Im Internet steht visuelle Programmiersoftware frei zur Verfügung.

Zusätzlich zur visuellen Programmiersoftware für micro:bit gibt es folgende Tools:

JavaScript-Block-Editor

Die grafische Programmierplattform JavaScript Blocks Editor for micro:bit von Microsoft kannst du online nutzen, ohne sie herunterzuladen. Es gibt einen 14-wöchigen Einführungskurs. Der Block-Editor funktioniert unter Windows, MacOS, IOS und Android. Die fertigen Programme werden über die Bluetooth-Verbindung auf das Gerät geladen.

Online programmieren mit dem Block-Editor:



<https://makecode.microbit.org/>



Einführungskurs (teilweise in Englisch)
<https://microbit.org/hk/teach/>

MicroPython

Python ist eine sehr beliebte höhere Programmiersprache, eine sogenannte interpretierte Sprache. Sie ist bekannt dafür, dass ihr Code einfach und gut lesbar ist. Im Vergleich zu anderen höheren Programmiersprachen wie C/C++ ist Python besser verständlich und lesbar, da sie normale englische Wörter verwendet. Sie ist sehr benutzerfreundlich und mit ein wenig Geduld kannst du sie auf jeden Fall lernen.

Die Python-Version für den BBC micro:bit heißt MicroPython. Unter den folgenden Internetadressen findest du heraus, wie MicroPython funktioniert.



Einführung in MicroPython:
<http://microbit.org/hk/guide/python/>



Online-Programmierertools:
<http://python.microbit.org/v/1>

Version für Basic

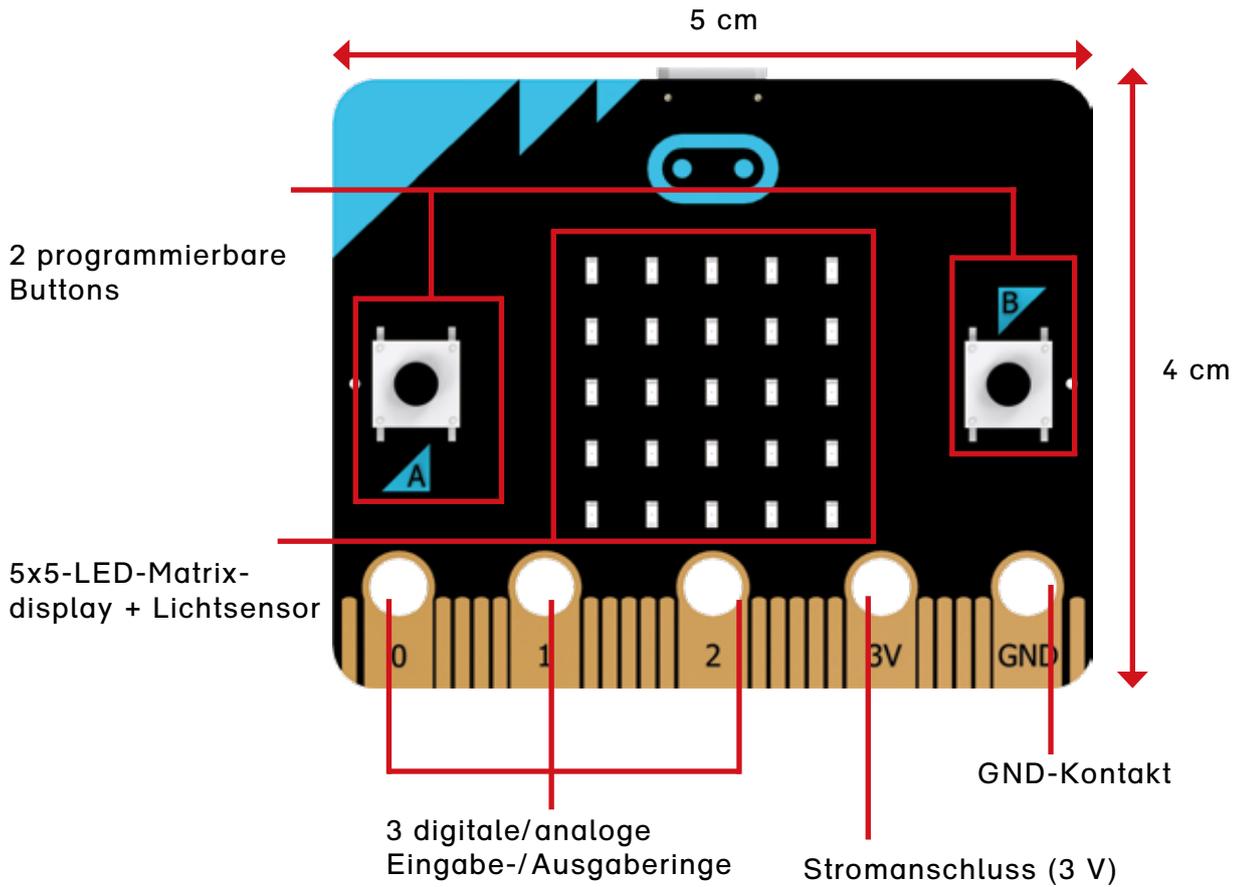
Wenn du dich mit Programmiersoftwares und Blöcken nicht auskennst, kannst du zuerst hier die Basic-Version der Anleitung ansehen:



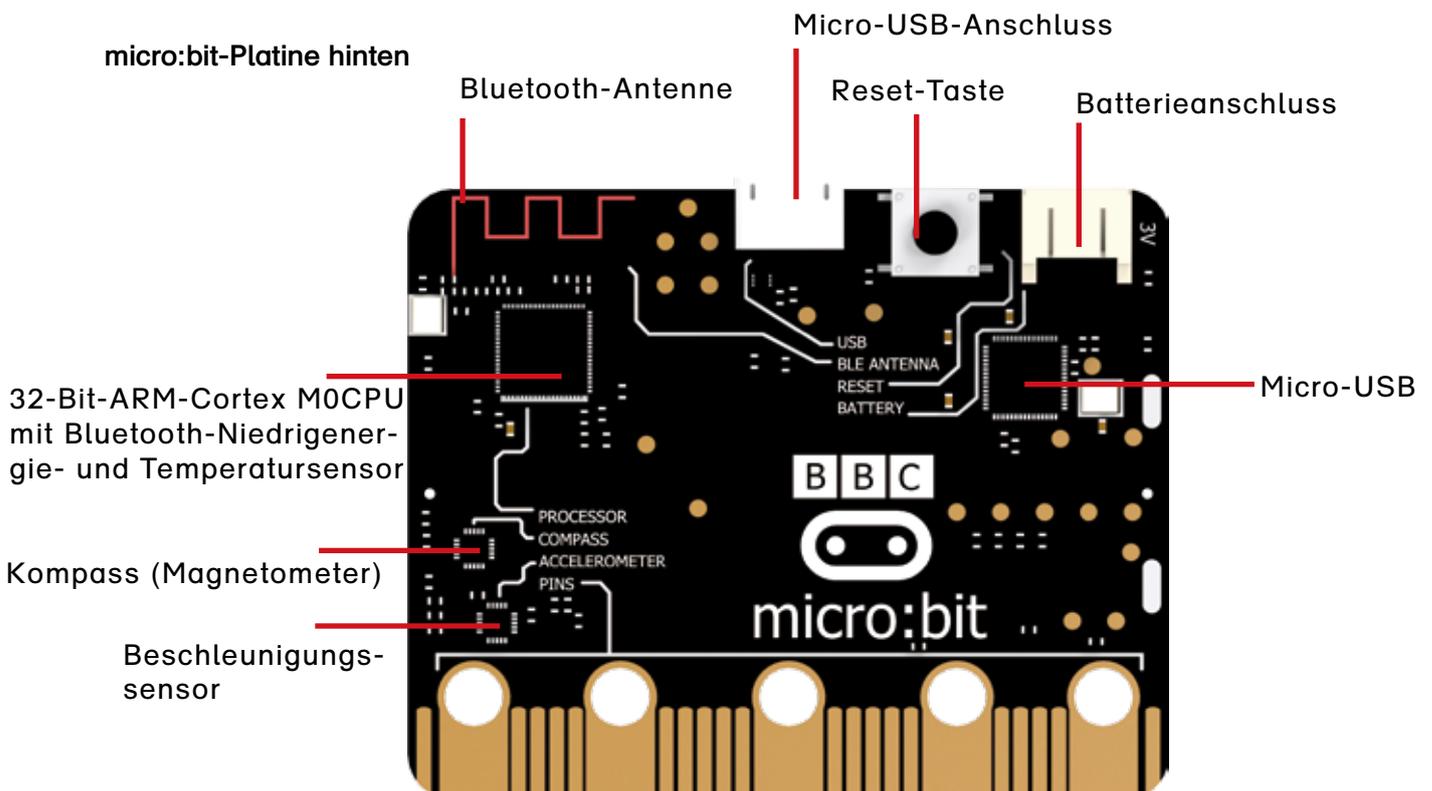
<https://build.t2t.io/ur?qr=r1Y0qIJuS>

micro:bit-Platine V1.5

micro:bit-Platine vorne

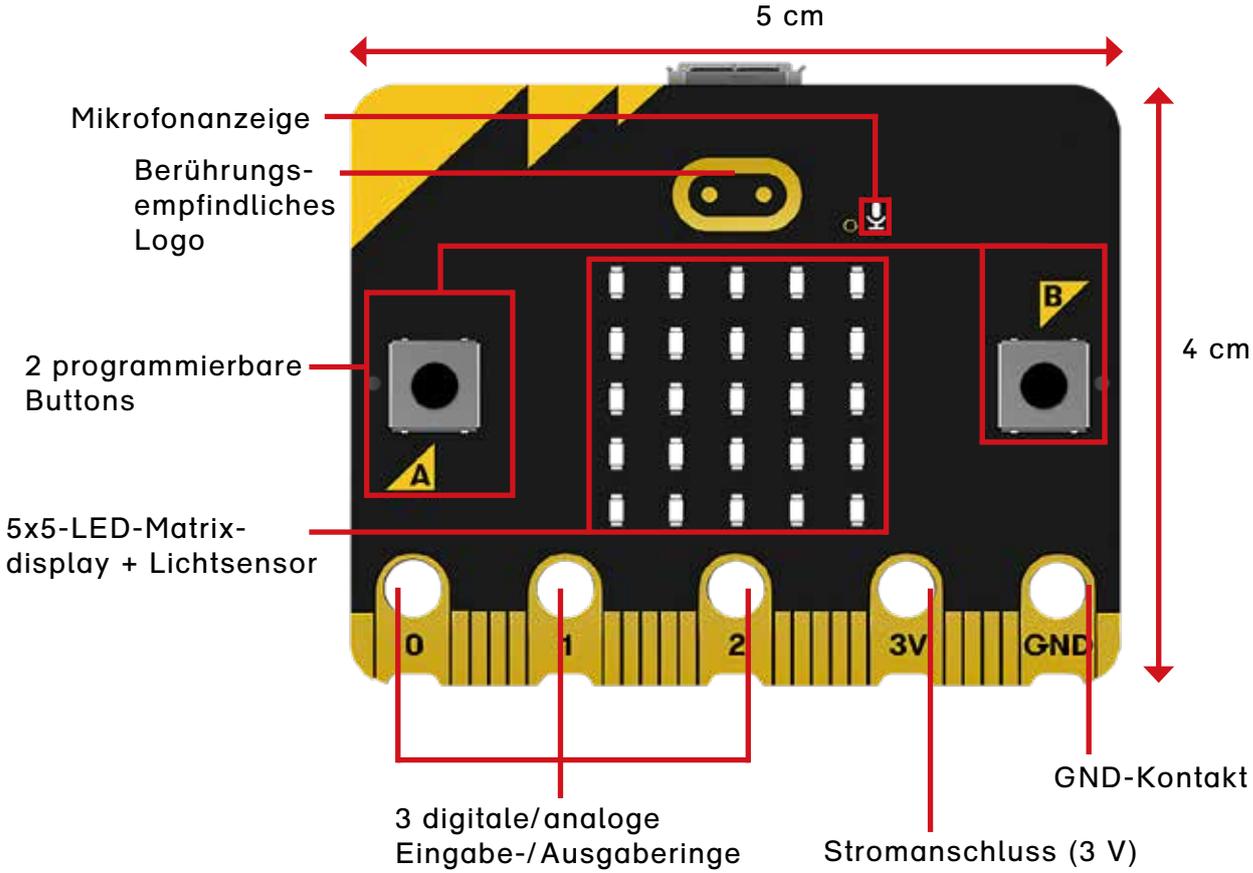


micro:bit-Platine hinten

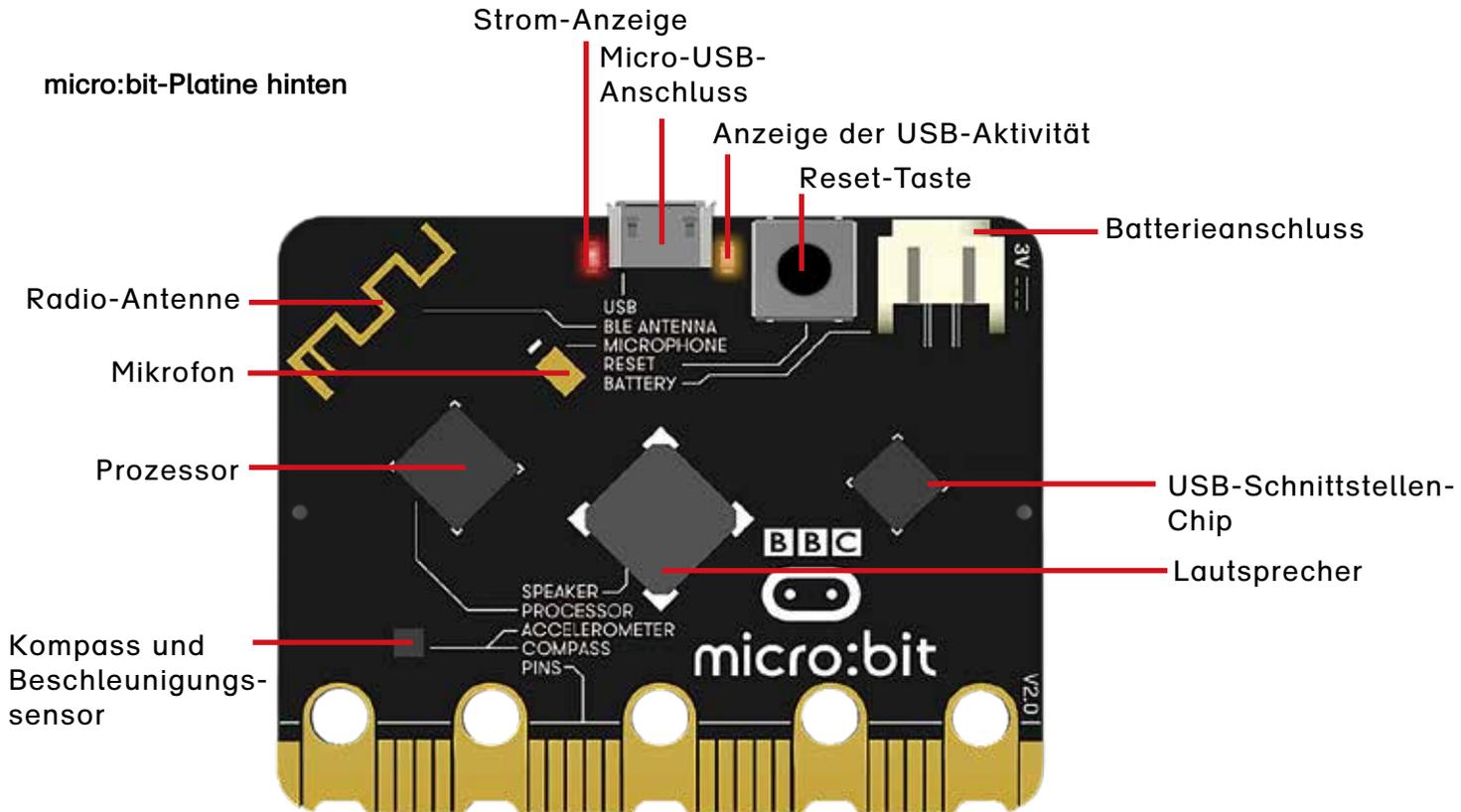


micro:bit-Platine V2.0

micro:bit-Platine vorne



micro:bit-Platine hinten



Willkommen in der Welt der Blöcke

Bevor du den Kurs beginnst, führe bitte zur Vorbereitung die hier gezeigten Schritte durch.

1. Lege die micro:bit-Platine in die micro:bit-Steuerbox ein.
2. Drücke mit den Daumen nach unten und schiebe den Deckel in Pfeilrichtung nach oben, wie in den Bildern 1 und 2 gezeigt.

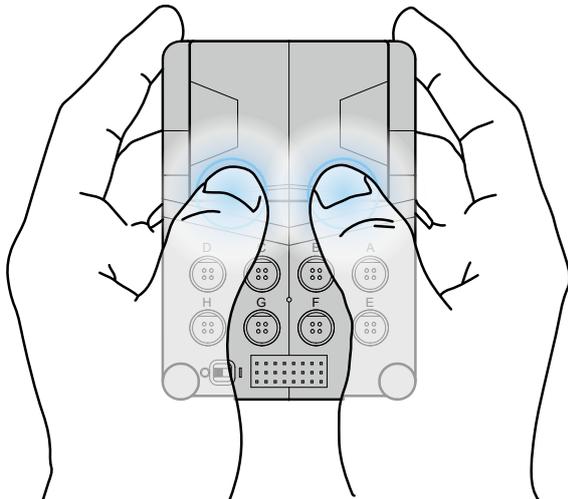


Bild 1

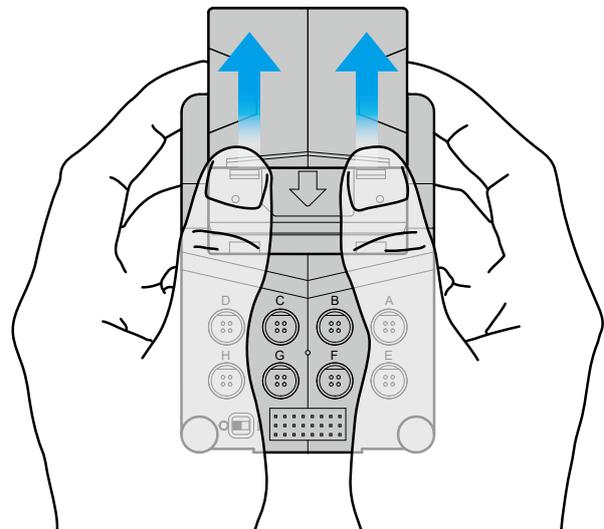


Bild 2

3. Halte die micro:bit-Platine so, dass die LEDs auf der Oberseite liegen (also sichtbar sind) und schiebe die Platine in den vorgesehenen Platz in der Steuerbox.

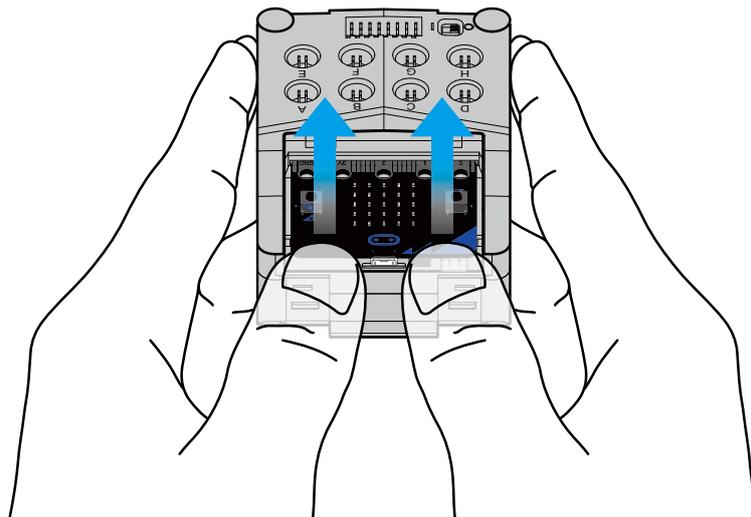
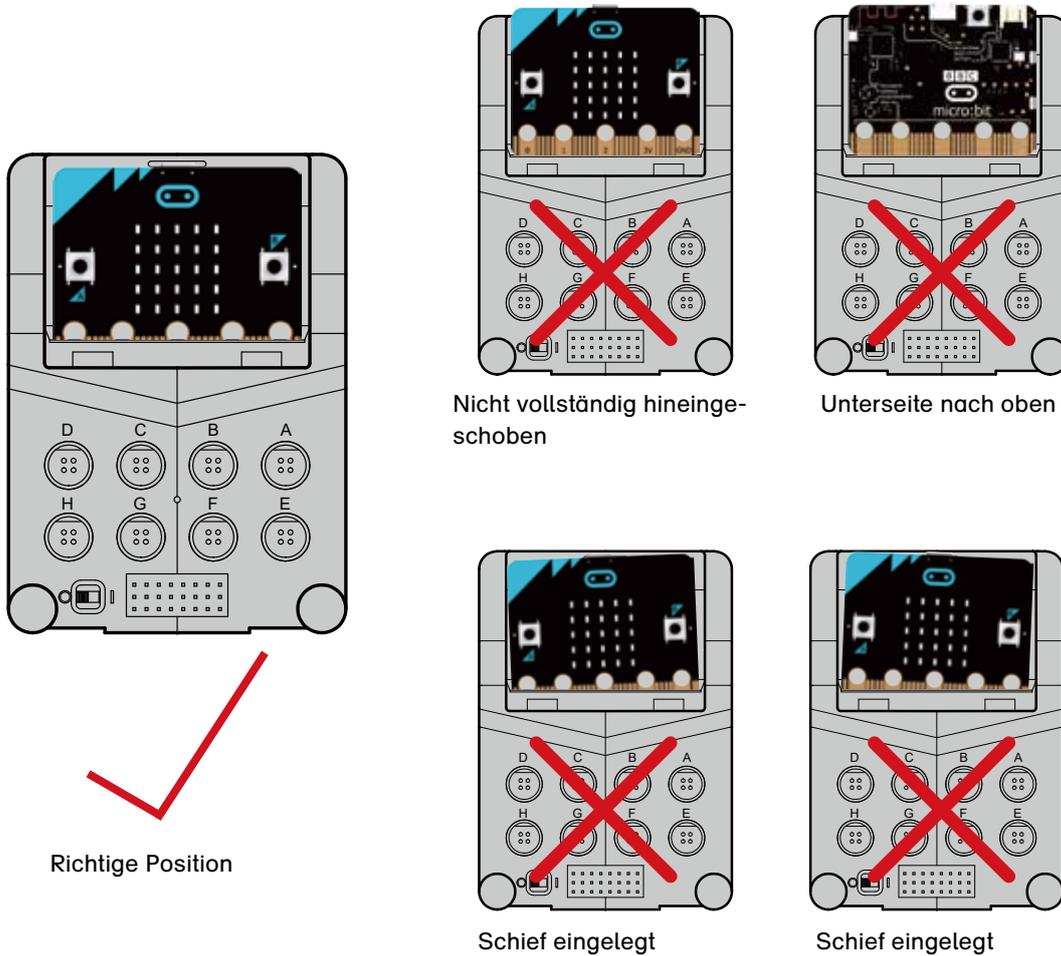


Bild 3

4. Die micro:bit-Platine muss exakt und gerade eingelegt werden, wie im großen linken Bild gezeigt. Wenn sie nicht richtig liegt, nimm sie wieder ganz heraus. Entferne alle Hindernisse und versuche es erneut. Sie darf weder schief liegen noch hervorstehen.



5. Lege den Deckel wieder auf die Box und schiebe ihn an seine Position zurück.

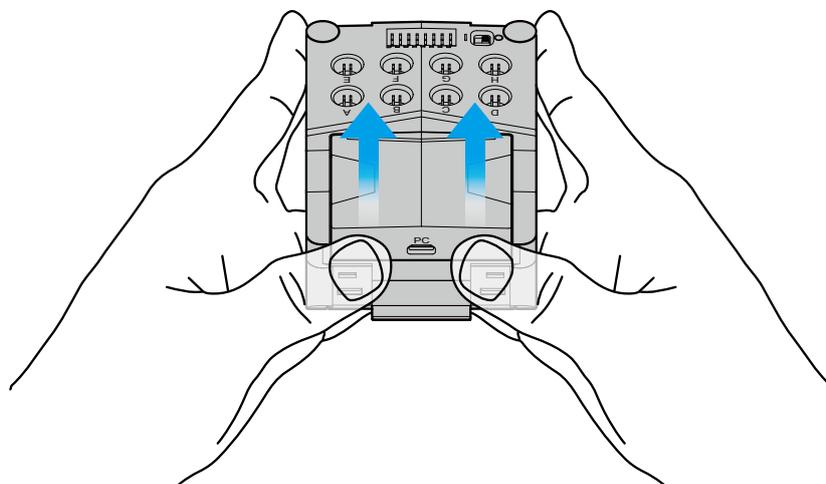
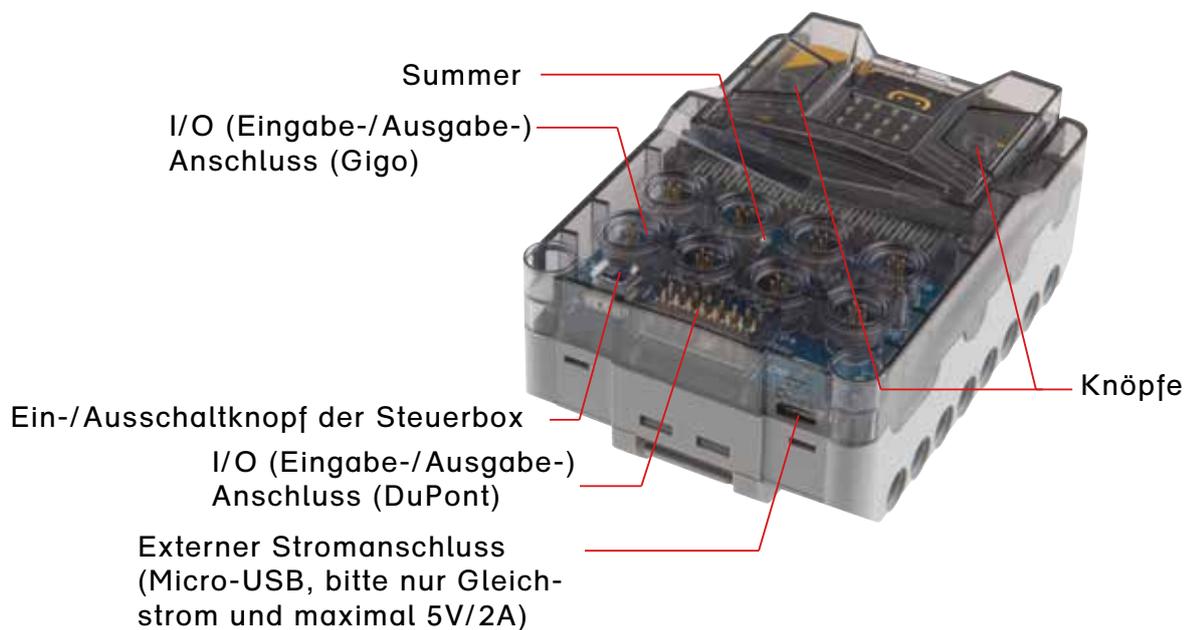


Bild 4

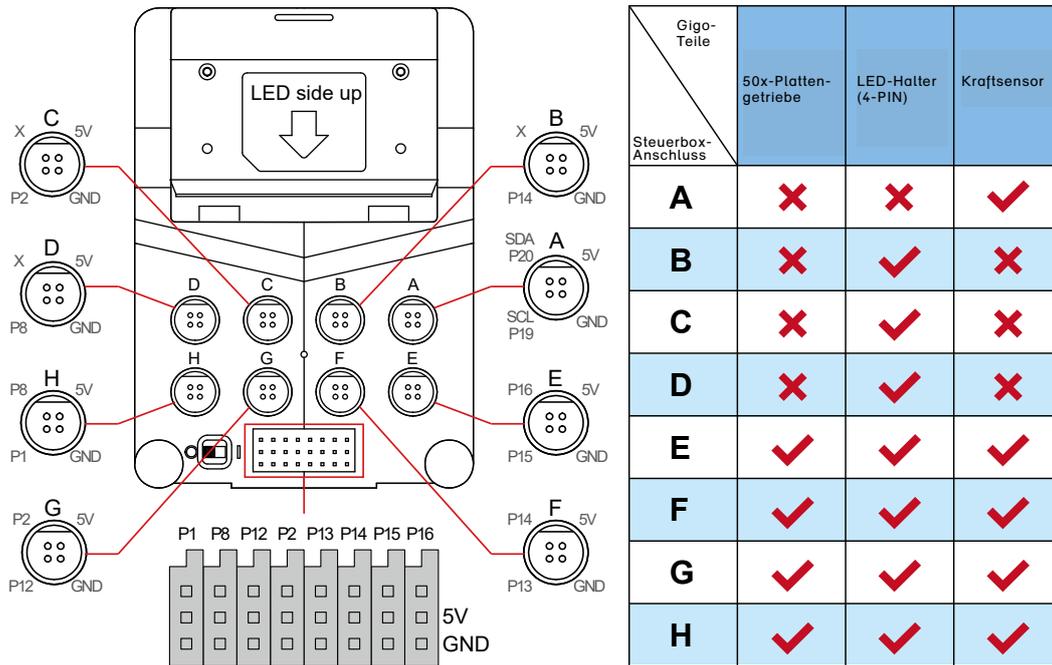
Willkommen in der Welt der Blöcke

Die micro:bit-Steuerbox

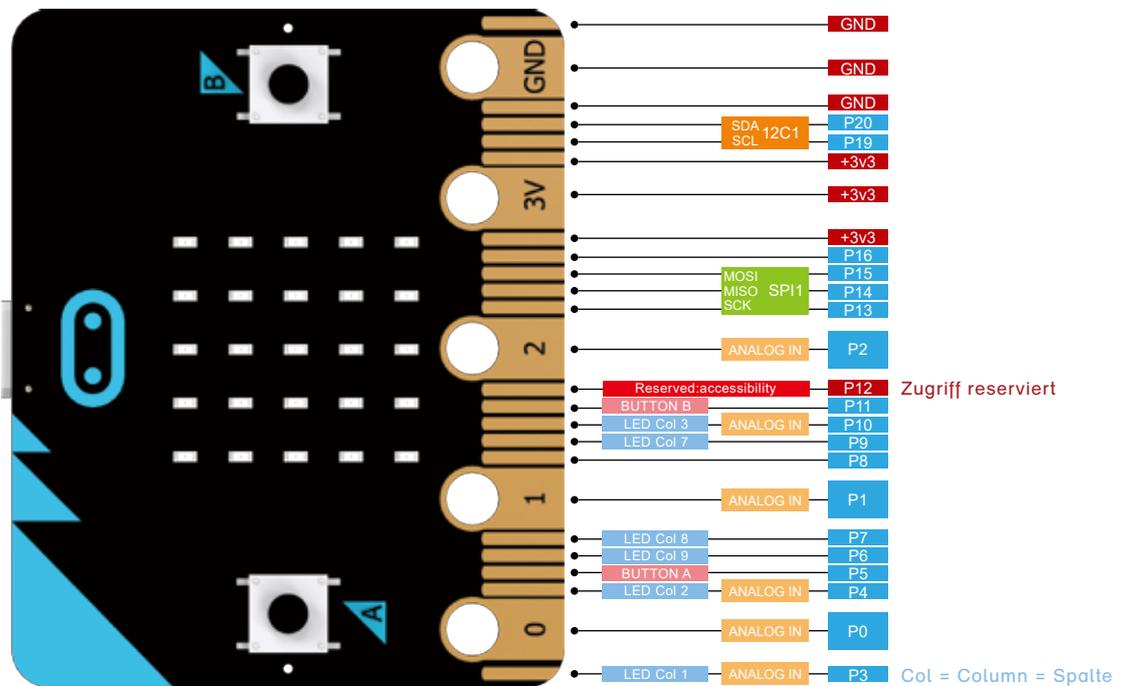
Die micro:bit-Steuerbox braucht sechs Mignonbatterien, hat aber auch einen Anschluss für externe Stromversorgung (Micro-USB-Eingang). Sie braucht Gleichstrom mit 5V/2A (nicht mehr als ein Aufladegerät für Tablets). Im Gerät werden die Batterien nicht aufgeladen. Solange es an die Stromversorgung angeschlossen ist, bleiben die Batterien ungenutzt. Die Box hat einen Summer, 8 I/O-Sets für Gigo-Stecker und 8 I/O-Sets für DuPont-Stecker (siehe auch das Pin-Konfigurationsdiagramm). Über diese Anschlüsse kannst du den micro:bit mit dem 50X-PLA-NETENGETRIEBE (DDM), dem 180°-SERVOMOTOR (METALLGETRIEBE), LINIENSENSOR und dem KRAFTSENSOR verbinden. Weitere kompatible Sensoren und Servomotoren gibt es im Handel.



micro:bit Master-Pinkonfiguration



I/O Pin-Konfigurationsdiagramm (für DuPont-Steckverbindungen)



micro:bit Pin-Ausgabe-Diagramm

Willkommen in der Welt der Blöcke

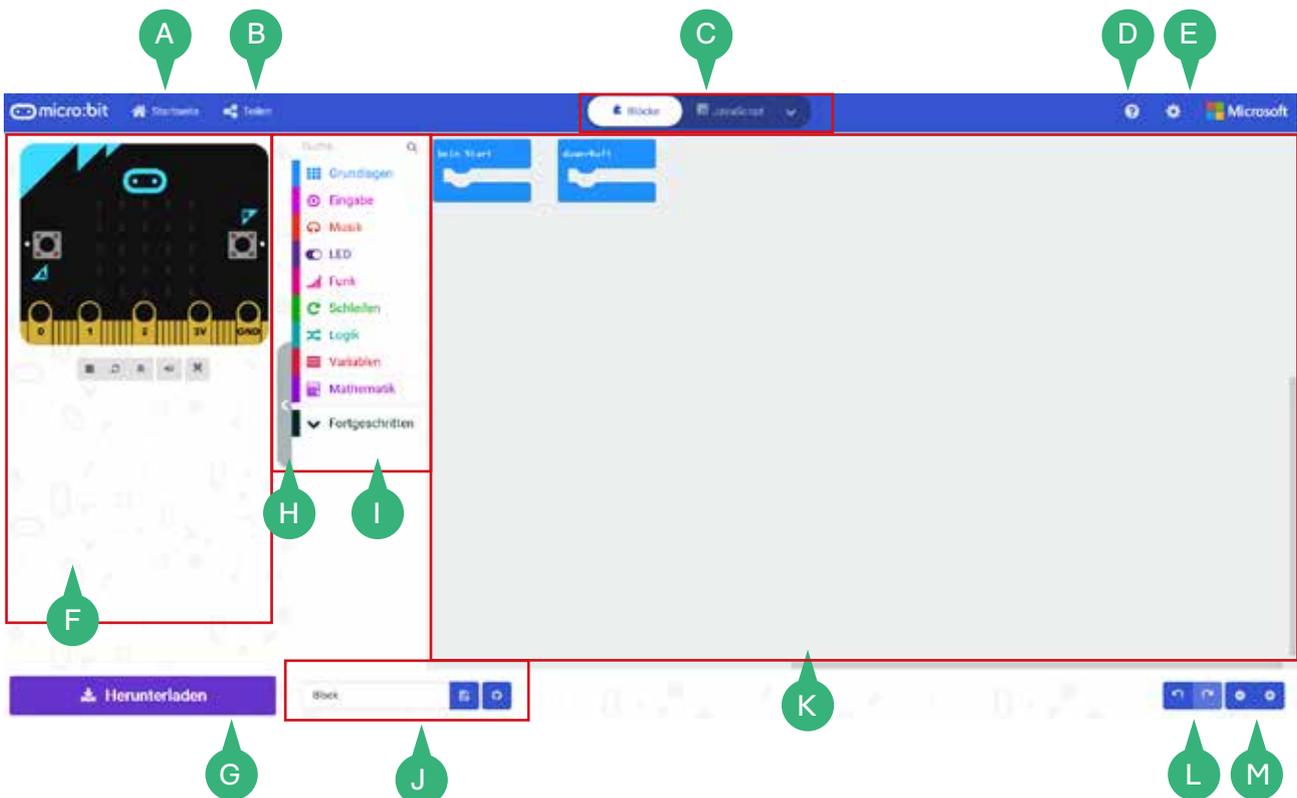
Öffne im Browser die Programmierungswebsite für den micro:bit

Gib in die Adresszeile des Browsers die Adresse des micro:bit-Code-Editors ein:

<<https://makecode.microbit.org/>>

Für den micro:bit brauchst du keine Programmiersoftware herunterzuladen. Du kannst direkt auf der Website programmieren.

Das Editor-Fenster (Programmierfenster) sieht aus, wie in der folgenden Abbildung gezeigt:



Es gibt in dem Fenster folgende Funktionen:

- A. Zurück zur Startseite
- B. Teilen: Über ein Weblink kannst du ein Programm mit der Online-Community teilen.
- C. Blöcke/JavaScript: Hier wählst du aus, mit welchem Editor du programmieren willst.
- D. Hilfe: Hier findest du Informationen wie technische Unterstützung, Einführung usw.
- E. Mehr: Hier findest du weitere Funktionen wie Projekteinstellungen, Erweiterungen, Projekt löschen, Sprache wechseln, Zurücksetzen usw.
- F. Simulator: Er bildet die micro:bit-Platine virtuell nach. Wenn du den Code änderst, kann der Simulator ihn sofort prüfen und das Ergebnis anzeigen.
- G. Herunterladen (Download): Wenn du diese Schaltfläche anklickst, kannst du dein Programm auf einen Computer oder micro:bit herunterladen.
- H. Hier wird der Simulator ein- und ausgeblendet.
- I. Codeblöcke: Diese Blöcke kannst du zu Programmen zusammenstellen.

J. Hier kannst du deinem Projekt einen Namen geben und es speichern.

K. Editor- oder Programmierfenster: Dies ist der Programmierbereich, in den du die Blöcke ziehst und sie dann in der richtigen Reihenfolge zusammenstellst.

L. Rückgängig/Wiederholen.

M. Hier kannst du die Anzeige im Programmierfenster vergrößern oder verkleinern.

Tip

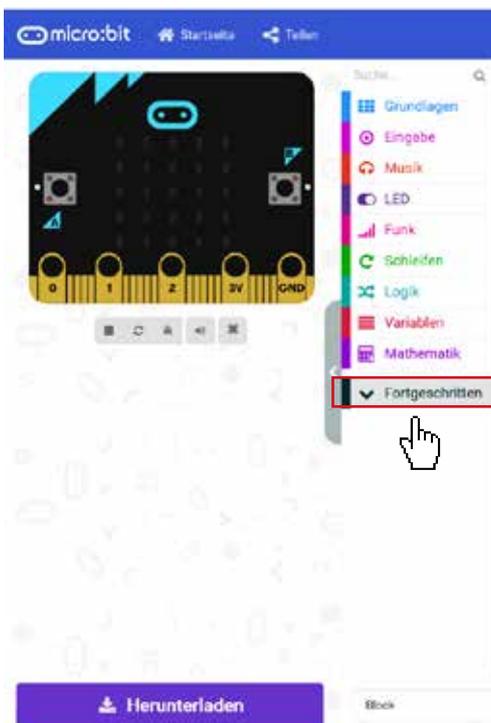
Klickst du mit der rechten Maustaste ins Fenster (K), kannst du Kommentare hinzufügen, alle Blöcke löschen, Codes formatieren, Blöcke verbergen oder einen Schnappschuss vom Programm erstellen und ihn herunterladen.

Neue Blöcke für das 50X-Planetenge triebe (DDM) hinzufügen

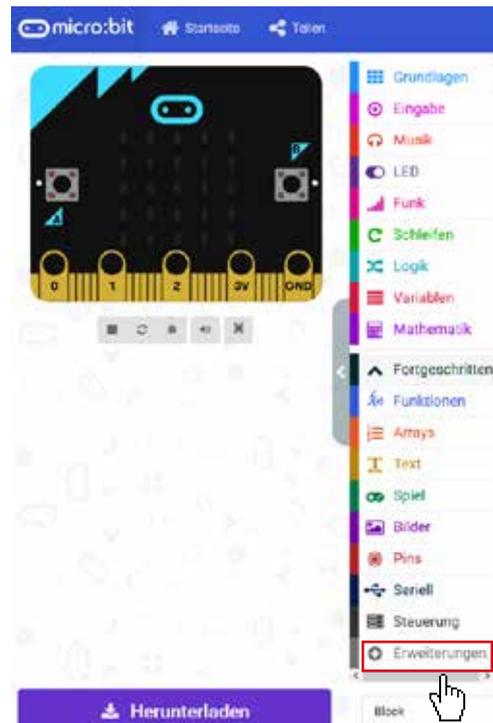
1. Öffne zuerst im Browser die Website des micro:bit Code-Editors:
<<https://makecode.microbit.org/>>

Installiere die Blöcke mit den folgenden Schritten:

2. Klicke auf Fortgeschritten



3. Klicke auf Erweiterungen. Ein Dialogfeld wird geöffnet.



Willkommen in der Welt der Blöcke

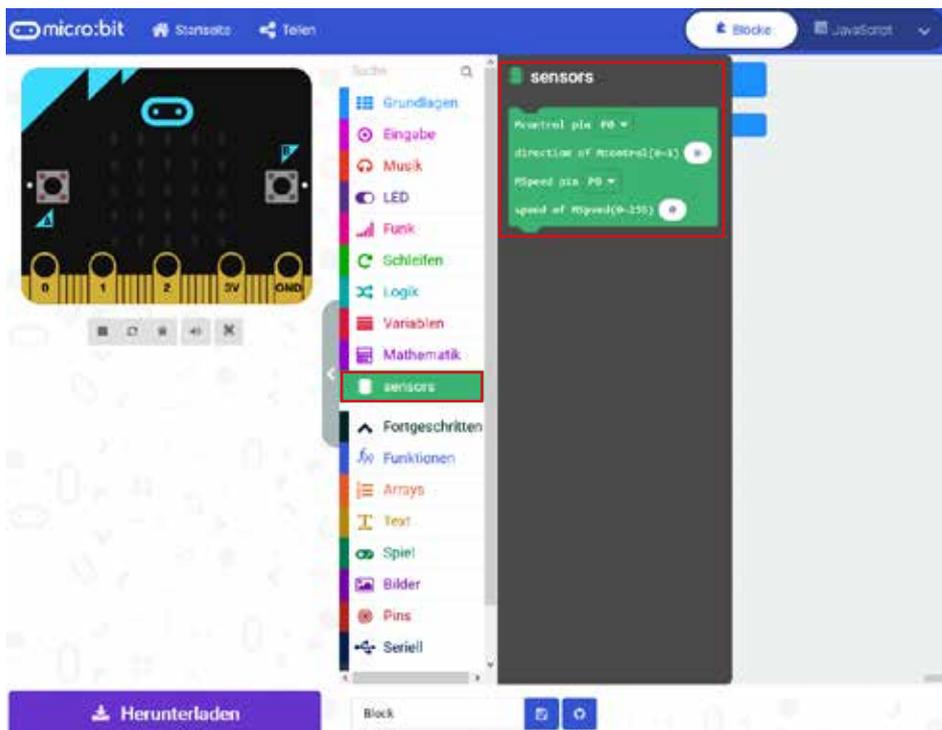
4. Gib in das Suchen-Feld die folgende URL (Web-Adresse) ein:
<<https://github.com/gigotoys/gigo-block>> und klicke auf die Schaltfläche “Search” (Suchen).



5. Klicke auf das Feld “sensors” (Sensoren).



6. Es wird dir ein neuer Menüpunkt “sensors” eingeblendet.



7. Klicke auf “sensors”.
Jetzt siehst du den Block für das C-50X-Planetengetriebe (DDM).

So lädst du eine fertige Programmdatei auf die micro:bit-Steuerbox herunter

1. Verbinde die micro:bit-Steuerbox mit deinem Computer:
Halte dazu ein USB-Kabel bereit (siehe Bild). Die Spezifikation ist „USB-Typ-A“ zu „USB-Micro-B“ (vom Benutzer zu kaufen).
Stecke das eine Ende in den USB-Anschluss des Computers und das andere Ende in den Micro-USB-Anschluss am schmalen Ende der Steuerbox (siehe Bild).



Die Spezifikation ist
USB-Typ-A zu USB-Micro-B

2. Wenn du dann ein Programm erstellt hast, kannst du ihm einen Namen geben und auf “Download” (Herunterladen) oder “Save” (Speichern) klicken.



Willkommen in der Welt der Blöcke

3. Das Programm wird heruntergeladen (Standard-Ordner: >Dieser PC >Downloads)

Download completed...

Move the .hex file to the MICROBIT drive to transfer the code into your micro:bit.

microbit-Untitled.hex



Help



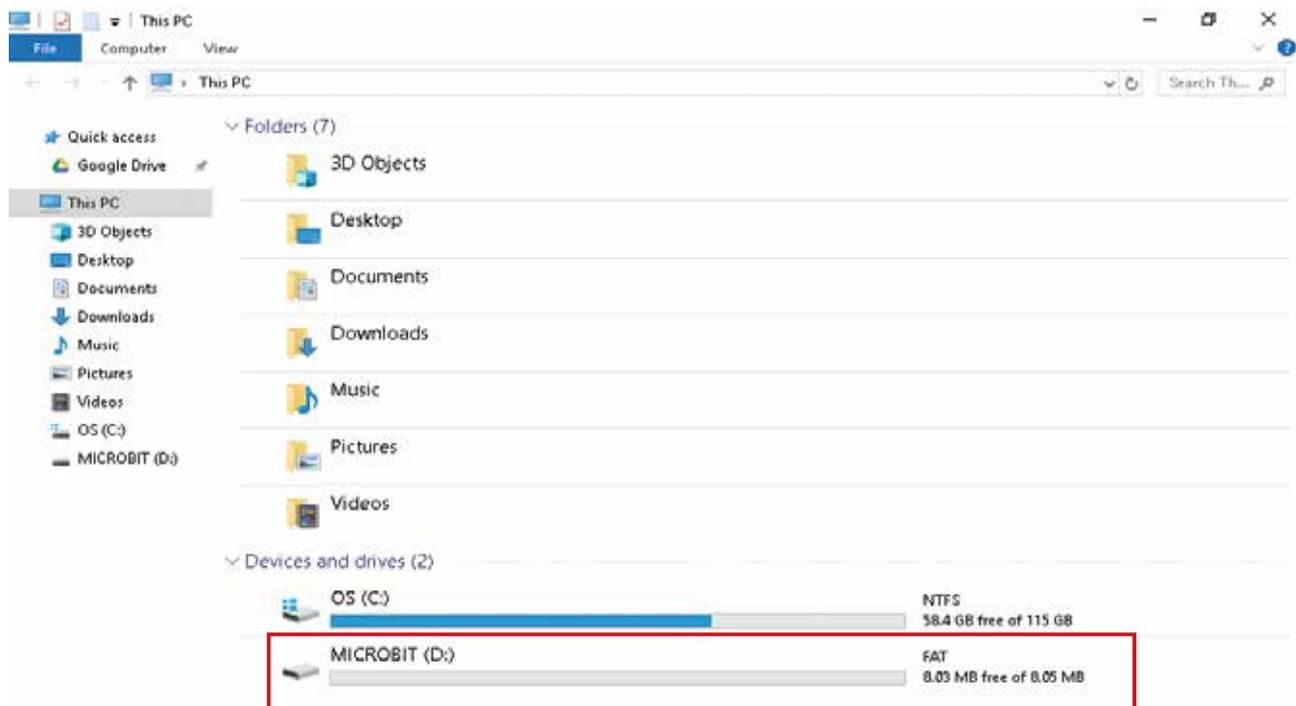
Done!



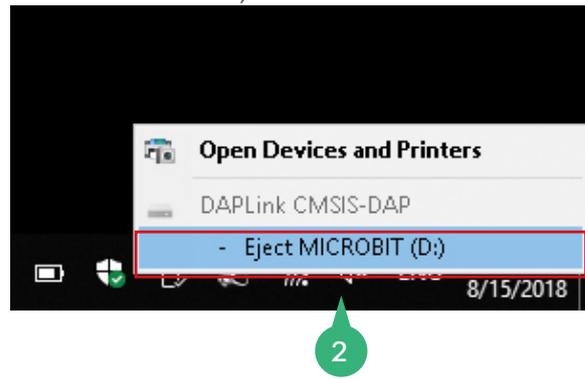
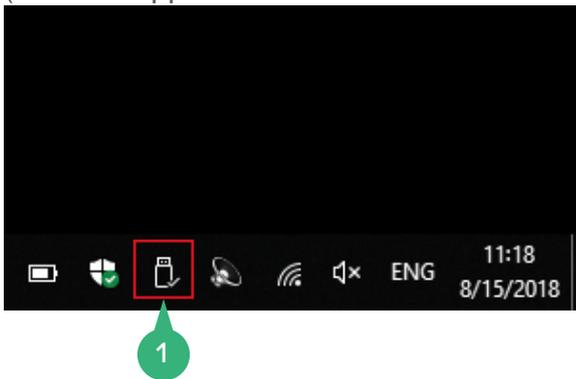
Tip

Du kannst auf der Festplatte einen eigenen Ordner für heruntergeladene micro:bit-Programme anlegen und sie alle darin speichern. Dann findest du die Programmdatei leichter und kannst auch Sicherungskopien machen.

4. Öffne den Dateimanager und kopiere die Datei, die du im vorherigen Schritt gespeichert hast, auf die micro:bit-STEUERBOX.



Mit den folgenden Schritten trennst du die micro:bit-Steuerbox wieder vom Computer.
(Die Schnappschüsse in den Bildern wurden mit Windows 10 erstellt.)



1. Klicke mit der rechten Maustaste aus das USB-Stick-Symbol auf „Hardware sicher entfernen und Medien auswerfen“.
2. Klicke auf „MICROBIT auswerfen“ (Eject MICROBIT).
3. Sobald du das USB-Kabel ausgesteckt hast, kannst du deinen Microbit benutzen.

Tipp 1

Öffne den hier gezeigten Dropbox-Link und lade das Beispielprogramm für das Modell 1269 herunter. Wenn du es in die Code-Editor-Webseite ziehst, kannst du das Beispielprogramm sehen oder, wenn du willst, den Code auch verändern.

<https://www.dropbox.com/sh/ovqmn33oc2v6i7v/AABHe8kmv8eREAW2EnUKw11Ra?dl=0>



Tipp 2

Wenn das Modell nicht wie erwartet funktioniert, kannst du mehrere Dinge prüfen: Ist zum Beispiel die Batterie geladen? Hast du das Modell richtig zusammengebaut? Wie schnell dreht sich der Motor? Ändere die Motordrehzahl und die Pausen im Programm so lange, bis du die beste Lösung gefunden hast.

Achtung: Wenn du in einem Gerät den „180-Grad-Servomotor (Metallgetriebe)“ verwendest und auf der micro:bit-Website Programme dafür schreibst, musst du auf den Wert im Programmblock „servo write“ achten. Du musst dort aufgrund von anderen Voreinstellungen einen Wert im Bereich 20-160 festlegen, damit der Motor aktiviert werden kann.

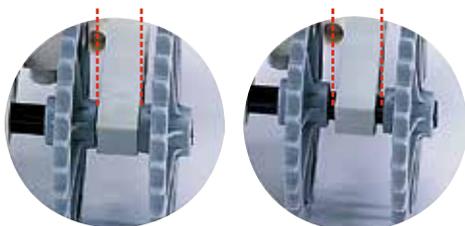
Stückliste

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
x50	x20	x20	x2	x4	x4	x7	x4	x2	x2	x2	x4	x4
14	15	16	17	18	19	20	21	22				
x6	x2	x4	x6	x4	x4	x4	x4	x4				
23	24	25	26	27								
x2	x3	x2	x2	x2								
28	29	30	31	32	33	34						
x2	x2	x2	x2	x2	x2	x1						
35	36	37	38	39	40							
x2	x2	x1	x2	x1	x1							
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50			
x4	x4	x2	x1	x1	x1	x4	x4	x4	x2			
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61		
x2	x2	x2	x2	x4	x4	x4	x2	x2	x1	x1		
62	63	64	65	66	67	68	69					
x1	x1	x2	x1	x1	x1	x1	x2					

Nr.	Beschreibung	Teilenr.	Menge	Nr.	Beschreibung	Teilenr.	Menge
1	B-STIFT, KURZ	7344-W10-C2B	50	36	C-100-mm-ACHSE II	7413-W10-L2D	2
2	C-STIFT, LANG	7061-W10-C1R	20	37	C-150-mm-ACHSE I	7026-W10-P1D	1
3	C-20-mm-VERBINDER	7413-W10-T1R	20	38	C-BEILAGSCHEIBE	R12#3620	2
4	C-ACHSE	7026-W10-H1R	2	39	C-GETRIEBESCHNECKE	7344-W10-A1D	1
5	C-NOCKENVERBINDER	7413-W10-S1P1	4	40	C-VERBINDUNGSSTÜCK	7026-W10-L2D	1
6	C-ZWEI-ZU-EINS-UMWANDLER	7061-W10-G1D	4	41	C-20T-ZAHNRAD	7026-W10-D2R	4
7	C-BEFESTIGUNG	7061-W10-W1D	7	42	C-40T-ZAHNRAD	7346-W10-C1B	4
8	C-OD8x20-mm-ROHR	7400-W10-G2D	4	43	C-60T-ZAHNRAD	7026-W10-W5Y	2
9	C-VERBINDER-GRUNDPLATTE	7026-W10-I1SK	2	44	C-80T-ZAHNRAD	7328-W10-G2O	1
10	C-UMSTECKER, SEITLICH	7061-W10-X1D	2	45	C-145°-KURBELWELLENRAD-A	7411-W10-C1D	1
11	C-UMSTECKER, FRONTAL	7061-W10-Y1D	2	46	C-145°-KURBELWELLENRAD-B	7411-W10-C2D	1
12	C-STANGE, GEBOGEN	7061-W10-V1D	4	47	C-GREIFER	7411-W10-G1D	4
13	C-3-STANGE, OVAL, 3 LÖCHER	7404-W10-C1D	4	48	C-20T-KETTENRIEMEN	7446-W10-C1D	4
14	C-3-STANGE, ALLSEITIG LÖCHER	7413-W10-Y1D	6	49	C-21T-KETTENRIEMEN	7446-W10-C2D	4
15	C-3-STANGE, DREI LÖCHER	7026-W10-Q2D	2	50	C-GERÄTETEIL, GROSS A	7446-W10-A1Y	2
16	C-5-STANGE, FÜNF LÖCHER	7413-W10-K2D	4	51	C-GERÄTETEIL, KLEIN, LINKS	7446-W10-A2Y	2
17	C-5-STANGE, ALLSEITIG LÖCHER, BODEN	7413-W10-W1D	6	52	C-GERÄTETEIL, KLEIN, RECHTS	7446-W10-A3Y	2
18	C-5-STANGE, ALLSEITIG LÖCHER	7413-W10-X1D	4	53	C-GERÄTETEIL, GROSS B	7443-W10-A1R	2
19	C-7-STANGE, GERUNDET, 7 LÖCHER	7404-W10-C2D	4	54	C-HAUPTTEIL (GERÄT)	7445-W10-C1G	2
20	C-7-FLACHSTANGE, 7 LÖCHER	7404-W10-C3D	4	55	C-40T-RADGESTELL	7446-W10-B1O	4
21	C-9-STANGE, 9 LÖCHER	7407-W10-C1D	4	56	C-60T-RADGESTELL	7444-W10-A1D	4
22	C-11-STANGE, 11 LÖCHER	7413-W10-P1D	4	57	C-ZWEI-ZU-EINS-HALTERUNG	7445-W10-D1S	4
23	C-15-STANGE, ALLSEITIG LÖCHER	7413-W10-Z1D	2	58	C-GREIFKLAUE A	7445-W10-B1G	2
24	C-5X5-RAHMEN	7413-W10-Q1D	3	59	C-GREIFKLAUE B	7445-W10-B2G	2
25	C-5X10-RAHMEN	7413-W10-I1D	2	60	B-STIFTHEBEL	7061-W10-B1Y	1
26	C-5X15-RAHMEN	7413-W10-J1D	2	61	C-KRAFTSENSOR	1246-W85-C	1
27	C-3x13-RAHMEN, ALLSEITIG LÖCHER	7406-W10-A1D	2	62	C-micro:bit-STEUERBOX	1269-W85-A	1
28	C-5x13-RAHMEN, ALLSEITIG LÖCHER	7061-W10-U1D	2	63	C-180°-SERVOMOTOR (METALLGETRIEBE)	1247-W85-D3	1
29	C-GRUNDPLATTE	7125-W10-A1SK	2	64	C-50X-PLANETENGETRIEBE (DDM)	7412-W85-A	2
30	C-MOTORACHSE	7026-W10-L1S1	2	65	C-LED-HALTER (4-PIN)	1269-W85-B1R	1
31	C-30-mm-ACHSE II	7413-W10-N1D	2	66	C-LAMPENABDECKUNG	7050-W10-I1R	1
32	C-35-mm-ACHSE II	7413-W10-O1D	2	67	C-LED-HALTER (4-PIN)	1269-W85-B1G	1
33	C-60-mm-ACHSE II	7413-W10-M1D	2	68	C-LED-HALTER (4-PIN)	1269-W85-B1Y	1
34	C-65-mm-ACHSE I	7416-W10-C1D	1	69	C-LINIENSSENSOR	1247-W85-B3	2
35	C-70-mm-ACHSE II	7061-W10-Q1D	2				

Tipps

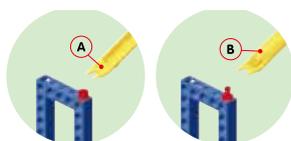
Hier sind Tipps zum Bau und Gebrauch der Modelle. Lies sie genau durch, bevor du anfängst.



So nicht! (kein Freiraum!) OK! (mit Freiraum)

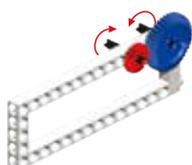
Achte auf das Loch

Beim Befestigen von Zahnrädern an der Antriebsachse musst du zwischen Rad und Rahmen etwa 1 mm Freiraum lassen (Bild 2). Drehe das Zahnrad probeweise und prüfe, ob sich alle Räder in der Kette leicht bewegen. So entsteht kaum Reibung und die Kraft wird möglichst wirkungsvoll übertragen.



Stifthebel

Mit dem Stifthebel kannst du kurze Stifte gut herausholen, wie in Bild 3 gezeigt. Du kannst damit auch Achsen herausziehen, wie in Bild 4 gezeigt.



Zahnräder

Wenn mehrere Zahnräder hintereinander geschaltet sind, bilden sie ein Getriebe. Damit es gut funktioniert, müssen die Räder richtig ineinandergreifen. Tun sie das nicht, wird die Kraft nicht richtig von einem zum anderen übertragen.

Metall-detektor (wissenschaftlich: Elektromagnetische Induktion)

Metall-detektoren funktionieren mit elektromagnetischen Induktionsfeldern. Der Detektor im micro:bit-Paket hat eine Spule, die mit Wechselstrom ein elektromagnetisches Feld erzeugt. Der Wert dieses Feldes ist bekannt. Ändert er sich, erkennt der Detektor, dass er über einen metallischen oder magnetischen Gegenstand geführt wird. Wenn magnetische Gegenstände wie Minen, Münzen oder andere Eisenteile, die groß genug sind, ins Feld eintreten, entsteht ein Wirbel im Strom. Durch seinen eigenen Magnetismus beeinflusst der Wirbel das induzierte Feld so, dass sich die Schwingungsfrequenz ändert. Diese überträgt sich auf die Frequenz des Summers und verändert auch sie.

Der Metall-detektor in dieser Lektion nutzt hauptsächlich das eingebaute Magnetometer des micro:bit. Das Modell spürt Eisen, Kobalt, Nickel oder andere magnetische Stoffe und Dinge auf, wie zum Beispiel Computer, Mobiltelefone und natürlich vor allem Magnete.

Da jeder micro:bit unterschiedlich empfindlich auf magnetische Kräfte reagieren kann, sind die Messwerte des Sensors je nach Gerät verschieden. Wenn du möchtest, kannst du die Empfindlichkeit, die Summergeräusche auslöst, auch anders einstellen.

Im Alltag

Metall-detektoren haben zwei wichtige Funktionen: Sie sollen Metalle aufspüren und uns Sicherheit geben. Sie werden zum Beispiel bei archäologischen Ausgrabungen, bei der Suche nach Mineralen, bei Sicherheitskontrollen an der Grenze und zum Aufspüren von eingeschmuggelten Gegenständen in öffentlichen Gebäuden und bei Veranstaltungen eingesetzt. Die Nahrungsmittel- und Kunststoffindustrie prüft damit, ob aus Versehen Metallteile in ihre Produkte gelangt sind, und in der Bauindustrie wird geprüft, wie die elektrischen Leitungen in den Wänden und Decken verlaufen und wo Stahlträger eingebaut sind.

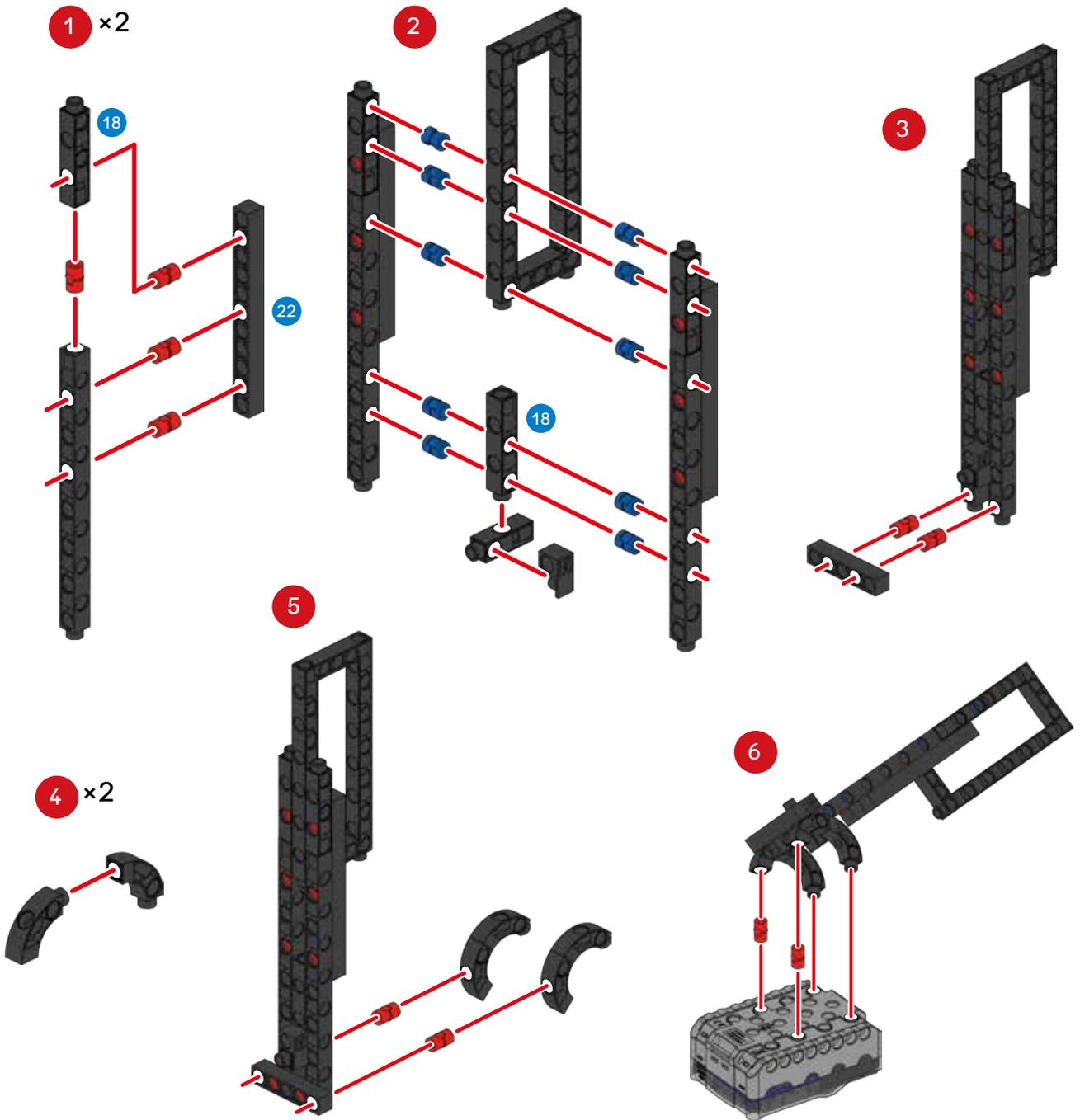
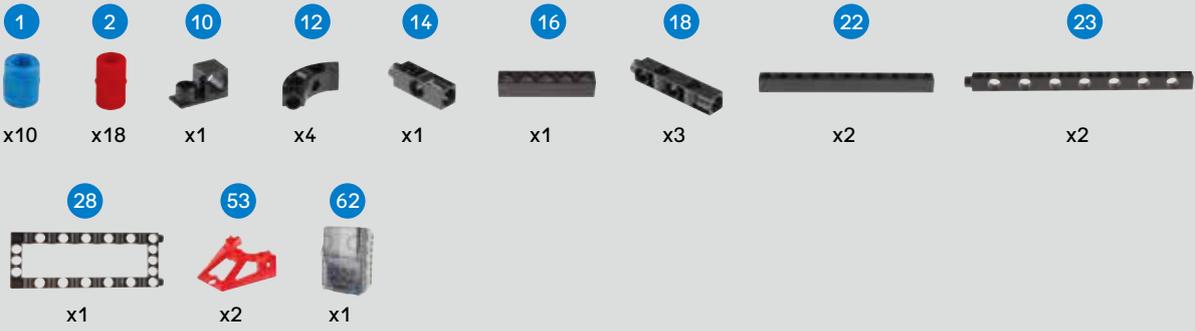


Brainstorming

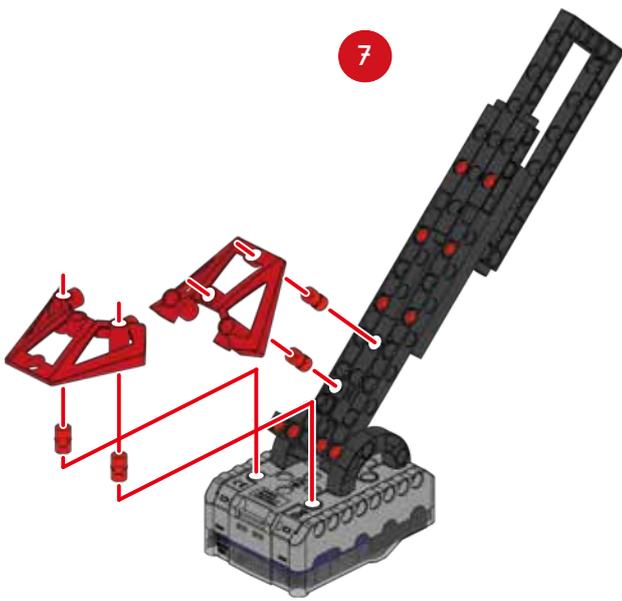
Welche Eigenschaften haben Metalle?

Warum wird bei Ausgrabungen und Sicherheitschecks nach ihnen gesucht?

Du brauchst:



Metall-detektor (wissenschaftlich: Elektromagnetische Induktion)



3-D-Ansicht

Programmbeispiel

```

in start
  set CMM to 1

on button [ ] pressed
  set CMM to 0

on button [ ] pressed
  set CMM to 1

forever
  set magnetic force to absolute of magnetic force (µT) strength
  if on
  then
  else if magnetic force > 1000
  then
    change score by 1
    play tone High F for 1/4 beat
    pause (ms) 100
  else if magnetic force > 500
  then
    change score by 1
    play tone High C for 1/4 beat
    pause (ms) 300
  else if magnetic force > 200
  then
    change score by 1
    play tone Middle G for 1/2 beat
    pause (ms) 500
  else if magnetic force > 100
  then
    change score by 1
    play tone Middle C for 1/2 beat
    pause (ms) 1000
  else
    change score by 1
    pause (ms) 1200
  
```

Das Programm kannst du unter <https://www.dropbox.com/sh/ov-qmn33oc2v6i7v/AABHe8kmv8eREA-W2EnUKw11Ra?dl=0> herunterladen.

Scanne den QR-Code mit deinem Smartphone, um dir ein Video anzuschauen, wie dein Modell funktioniert.

Die Videos sind auf Englisch.



Gibt es in deiner Umgebung einen magnetischen Stoff, der eine stärkere Reaktion des Metall-detektors auslöst?

Schreibe ein Programm, mit dem verschiedene Reaktionen des Detektors ausgelöst werden.

Verkehrsampel (wissenschaftlich: Farben und Positionen)



Hunde sehen Farben nicht in der gleichen Weise wie wir Menschen. Wie können dann Blindenhunde die Verkehrsampeln verstehen? Dafür könnte es zwei Gründe geben: Trotz der anderen Farberkennung nehmen die Hunde die unterschiedliche Helligkeit von Rot und Grün wahr – so, wie beim Schwarzweiß-Fernsehen Unterschiede in der Abstufung der Grautöne erkennbar sind. Oder vielleicht erkennen die Hunde die Position der Signale. So können Hunde das Signal deuten und wissen, wann sie warten müssen und wann sie gehen dürfen.

Uns fällt es meist gar nicht mehr auf, dass Verkehrsampeln immer gleich angeordnet sind. Wenn, wie bei uns, die Ampeln senkrecht sind, ist das rote Licht immer oben und das grüne Licht unten. Für horizontale Ampeln gibt es dagegen zwei Anordnungen: Bei Rechtsverkehr sitzt der Fahrer auf der linken Seite des Autos, das rote Licht ist ebenfalls links und das grüne Licht rechts. In Ländern mit Linksverkehr sitzt der Fahrer auf der rechten Seite, das rote Licht ist rechts und das grüne links.

Im Alltag

Die Idee, an Fußgängerüberwegen ein Ampelmännchen aufzustellen, entstand im Jahr 1961 in Ostberlin. Fußgänger sollten wissen, wann und wo sie die Straße überqueren konnten. Heute signalisiert ein rotes Männchen, dass man warten muss, und ein grünes bedeutet, dass man gehen darf. Bisher bewegt sich das Ampelmännchen aber nicht. In Taiwans Hauptstadt Taipeh gab die Regierung dem grünen Männchen im Jahr 1998 eine Timingfunktion und animierte es. Dies gefiel den Menschen so gut, dass andere Städte die Idee übernahmen. Heute werden die beweglichen Männchen schon in andere Länder wie die USA und Japan exportiert. Wer weiß – vielleicht haben wir sie auch bald!

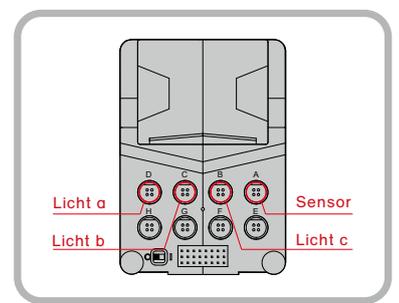
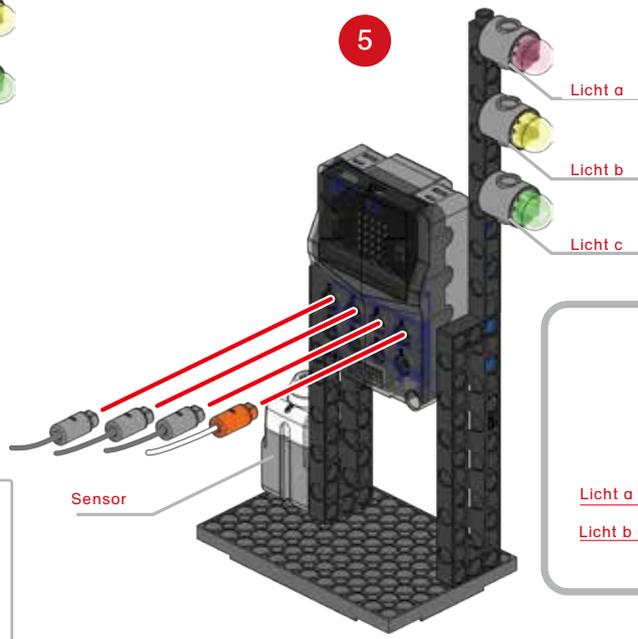
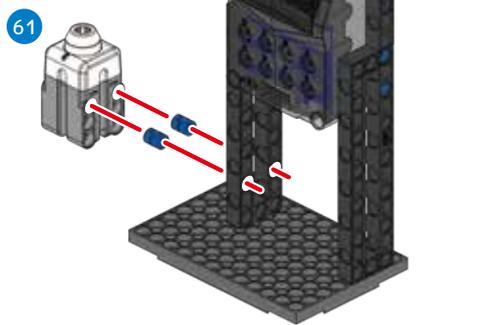
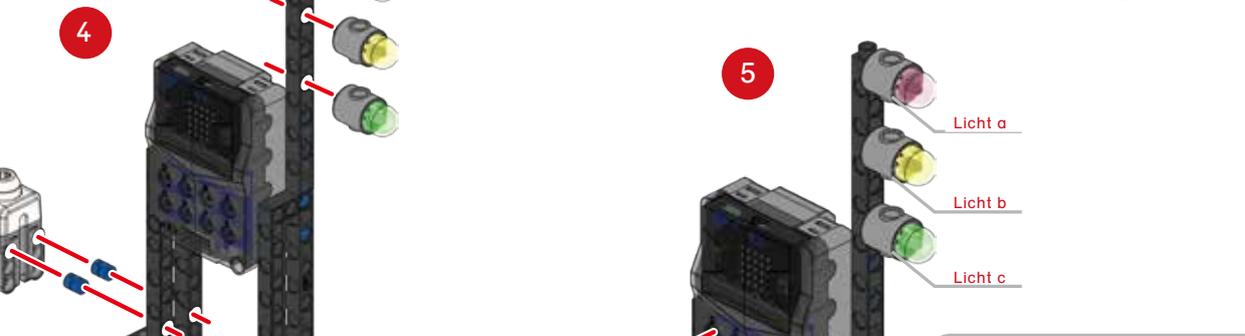
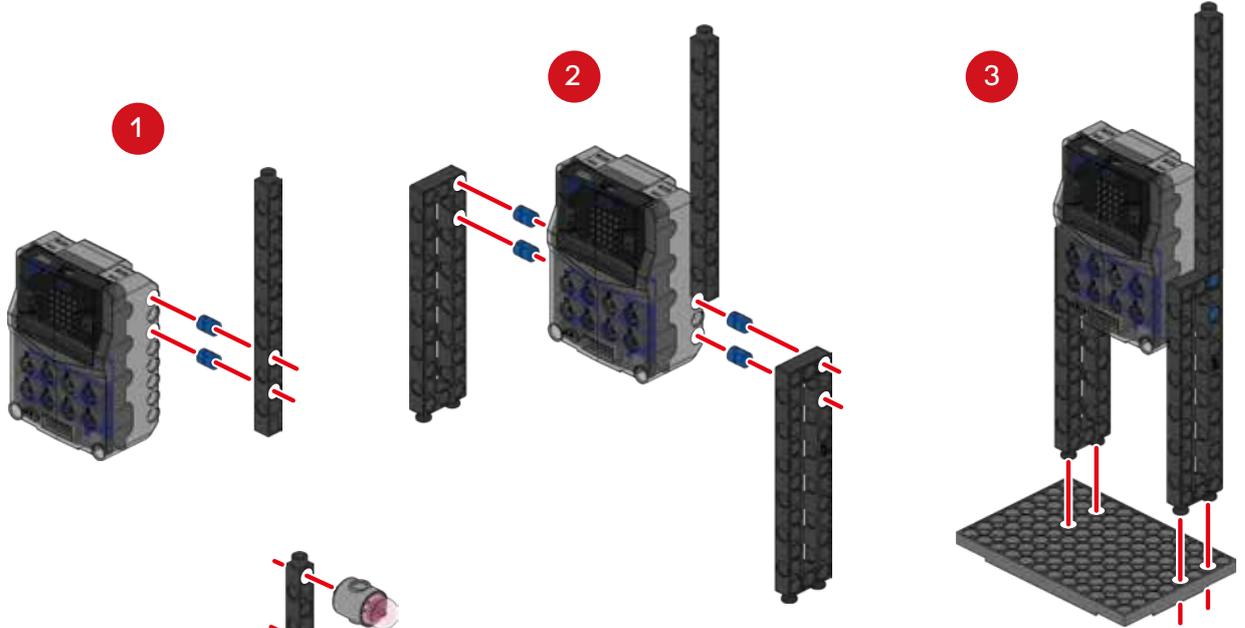
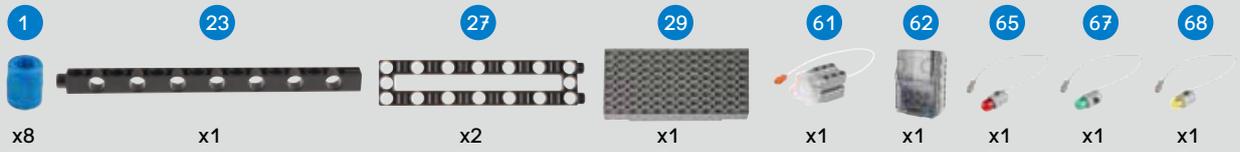


Brainstorming

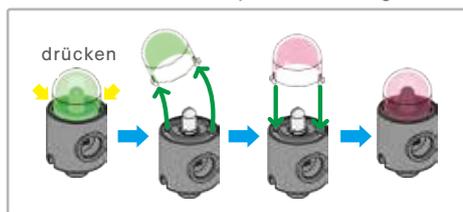
Gibt es neben einem wartenden und einem gehenden Mann noch andere interessante Figuren auf Fußgängerampeln?

Verkehrsampel (wissenschaftlich: Farben und Positionen)

Du brauchst:

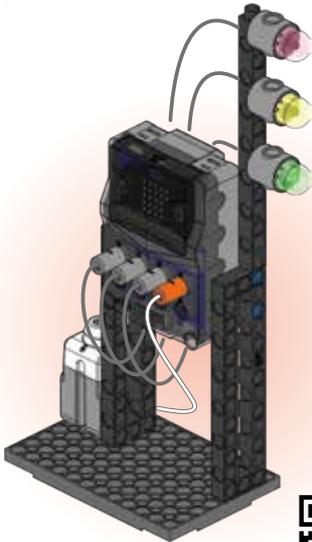


Austauschen der Lampenabdeckung





Done



3-D-Ansicht

Das Programm kannst du unter <https://www.dropbox.com/sh/ovqmn33oc-2v6i7v/AABHe8kmv8eREAW2EnUK-wl1Ra?dl=0> herunterladen.

Scanne den QR-Code mit deinem Smartphone, um dir ein Video anzuschauen, wie dein Modell funktioniert.

Die Videos sind auf Englisch.



Programmbeispiel

```

on start
  digital write pin D2 to 1
  digital write pin D3 to 0
  digital write pin D4 to 0

forever
  if
    digital read pin D2 == 0
  then
    show leds
    for i from 0 to 4
      do
        for j from 0 to 4
          do
            unplot x i y j
            play tone Middle C for 1/2 * read
            pause (ms) 50
          digital write pin D2 to 0
          digital write pin D3 to 1
          set tempo to (tpm) 100
          start melody { prelude - repeating DDCB
        repeat 7 times
          do
            show leds
            pause (ms) 300
            show leds
            pause (ms) 300
          set tempo to (tpm) 140
          start melody { prelude - repeating DDCB
        repeat 15 times
          do
            toggle x 1 y 4
            toggle x 2 y 4
            toggle x 3 y 4
            pause (ms) 200
          pause (ms) 500
          digital write pin D2 to 0
          digital write pin D3 to 1
          pause (ms) 3000
          digital write pin D2 to 0
          digital write pin D3 to 1
        else
          clear screen
          show leds
  
```

Programmiere die Verkehrsampel so, dass sie beim Aufleuchten blinkt.

Gestalte die Verkehrsampel horizontal und verändere die Anordnung der Lichter so, dass sie aussieht wie in einem Land mit Linksverkehr, z. B. Japan.

Kuckucksuhr (wissenschaftlich: Radiofrequenz)



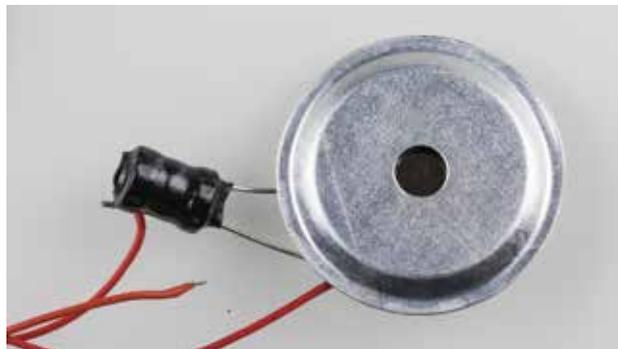
In der heutigen Zeit, in der jeder ein Mobiletelefon hat, gibt es in den Wohnungen fast keine Wanduhren mehr. Hast du schon einmal eine solche Uhr gesehen, bei der ein kleiner Kuckuck aus einer Tür kommt und die Uhrzeit ruft? Immer, wenn der große Zeiger auf 6 oder 12 zeigt, öffnet sich die kleine Holztür und ein hölzerner Kuckuck kommt heraus. Er singt entweder ein Lied oder ruft „Kuckuck“. Aus diesem Grund nennt man die Uhren auch Kuckucksuhren.

Die Kuckucksuhren stammen aus dem Schwarzwald. Sie sind weltberühmt, weil ihr Uhrwerk so fein und genau gearbeitet ist und auch die Holzschnitzereien im Laufe vieler Generationen immer meisterhafter ausgeführt werden.

Mit modernen, dynamischen Mechanikprinzipien können wir nicht nur die Zeit sehr genau messen, sondern auch mit neuen Methoden anzeigen, wie die Stunden vergehen. Jede Kuckucksuhr kann eine Geschichte erzählen!

Im Alltag

Es gibt aktive und passive Summer. Aktiv heißt, dass ein innerer Schwingungserzeuger einen Ton mit festgelegter Frequenz erzeugt. Der Schwingungserzeuger funktioniert dann mit einer externen Spannungsquelle. Passiv heißt dagegen, dass es keinen inneren Schwingungserzeuger gibt. Daher muss man mit einem äußeren Stromkreis ein Auslösersignal einer bestimmten Frequenz erzeugen. Unsere Version benutzt einen passiven Summer, dessen Schwingung mit dem micro:bit-Code erzeugt wird.

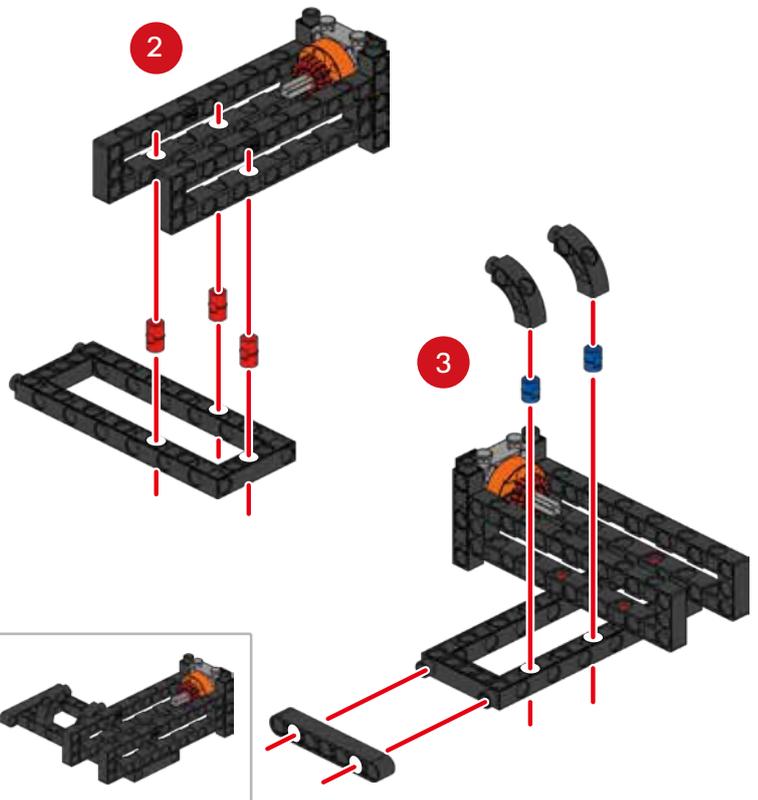
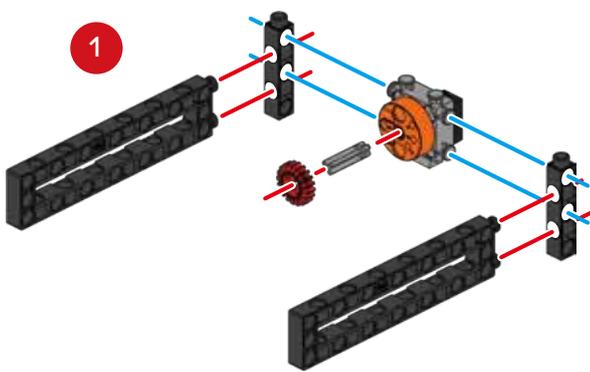


Brainstorming

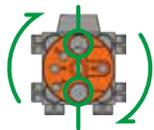
Das micro:bit-Programm hat nur eine Wartefunktion.

Probiere es aus: Wie kannst du den micro:bit so programmieren, dass er wie eine Uhr funktioniert?

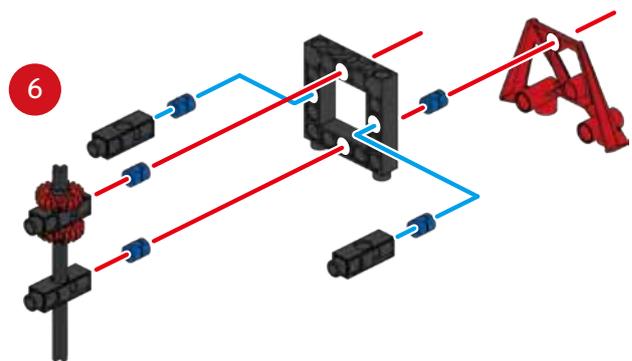
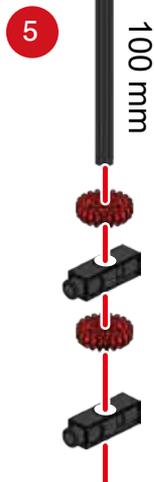
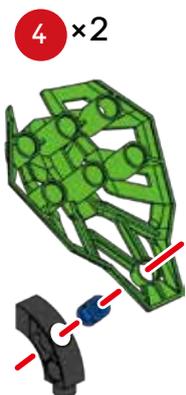
Du brauchst:



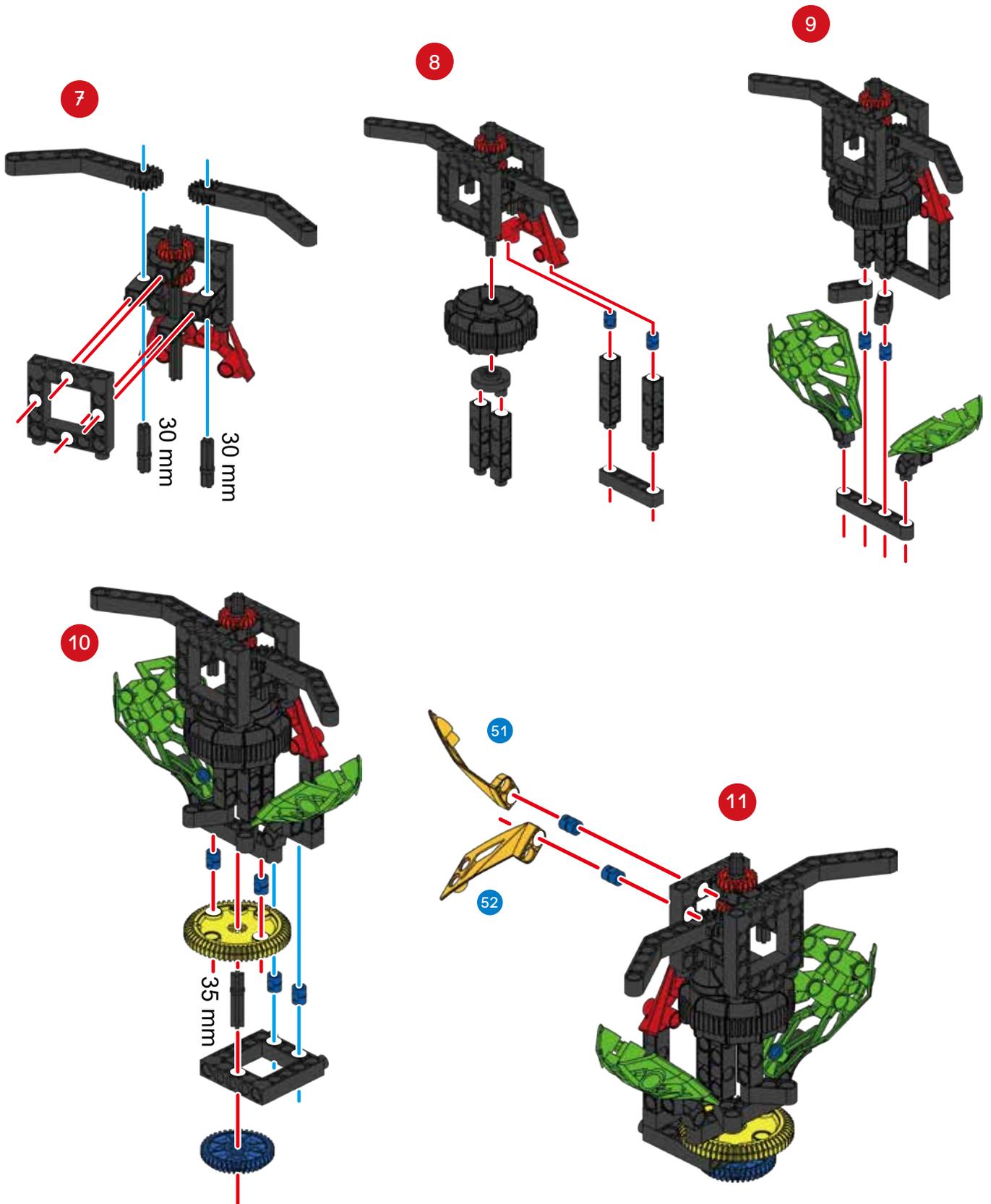
So richtest du einen Motor vertikal aus:

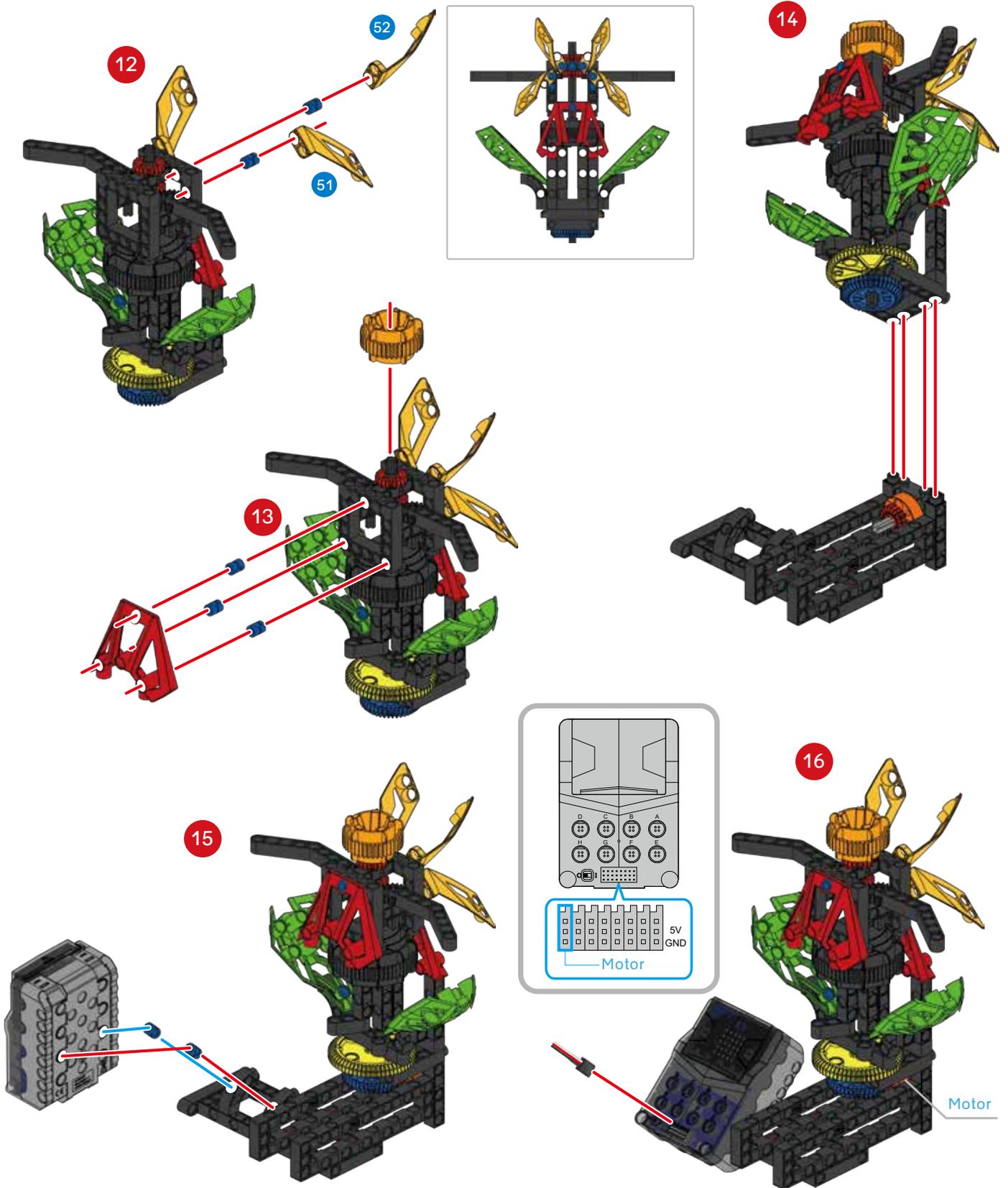


Achte darauf, dass die Löcher genau senkrecht übereinander liegen.



Kuckucksuhr (wissenschaftlich: Radiofrequenz)





Kuckucksuhr (wissenschaftlich: Radiofrequenz)



Scanne den QR-Code mit deinem Smartphone, um dir ein Video anzuschauen, wie dein Modell funktioniert.



Die Videos sind auf Englisch.

Programmbeispiel

Das Bild zeigt zwei Spalten von Scratch-Programmblöcken. Die linke Spalte enthält die Anfangslogik: 'on start' (Servomotor auf 180° setzen, Winkelwert definieren), zwei 'on button pressed'-Ereignisse (Winkelwert um 1° erhöhen/verringern) und ein 'on button pressed' (Bildschirm löschen, 'tick' anzeigen, Restwert berechnen). Die rechte Spalte enthält die Hauptlogik: ein 'forever' Loop, der sich in zwei 'if'-Bedingungen unterteilt. Jede 'if'-Bedingung steuert einen Servomotor (180° oder 0°), pausiert, zeigt den Restwert an und spielt eine Melodie.

Das Programm kannst du unter <https://www.dropbox.com/sh/ov-qmn33oc2v6i7v/AABHe8kmv8eREA-W2EnUKw11Ra?dl=0> herunterladen.

Ändere mit dem Programm den Steuerwinkel des 180°-Servomotors (Metallgetriebe) und erzeuge auf diese Weise andere Bewegungen.

Probiere auch andere Konfigurationsmöglichkeiten. Nimm z. B. statt des 180°-Servomotors (Metallgetriebe) das 50X-Planetengeräte (DDM) und beobachte, was geschieht.

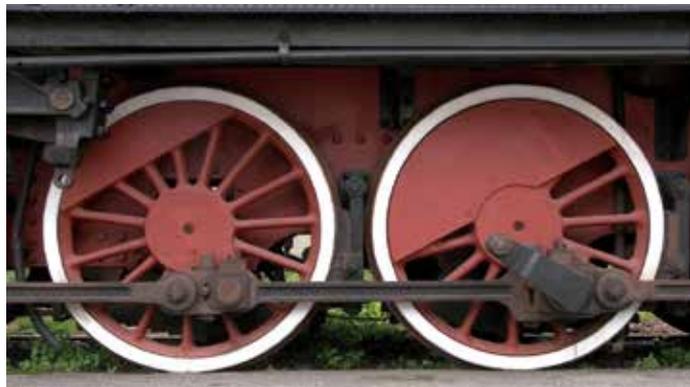
Trommel-Synthesizer (wissenschaftlich: Hin- und Herbewegung)



Die ersten Musikgeräusche wurden durch Schläge mit der Hand erzeugt, zum Beispiel auf Handtrommeln. Trommeln gab es schon vor Christi Zeitrechnung. Trommeln kamen wahrscheinlich über Handelswege entlang des Nils in den Nahen Osten und von dort in die ganze Welt. In einigen Ländern drücken Ureinwohner-Völker ihre Gefühle heute noch in Liedern aus. Bei gemeinsamen Opferfesten, Festessen und Feiern tanzen und singen sie und drücken so ihre Dankbarkeit und Freude aus. Auch Gäste und Beobachter dürfen mitmachen und auf alle möglichen Gegenstände schlagen, sodass alle gemeinsam Musik machen. So spielt die Trommel heute ebenso wie früher eine wichtige Rolle im Leben, in der Religion und der traditionellen Kultur zahlreicher Ureinwohner-Völker.

Im Alltag

Eine Hin- und Herbewegung entsteht durch Verbindungen. Es gibt viele Mechanismen dafür mit zwei, drei oder mehr Verbindungsstangen. In dem hier gezeigten Mechanismus gibt es nur ein Gelenk zwischen den Verbindungsstücken zweier Stangen, sodass eine lineare Bewegung entsteht. Mithilfe von Verbindungen können Ingenieure festlegen, welche Bewegungen sie zulassen und welche nicht. Jede Bauweise (zwei, drei oder mehr Verbindungsstangen) funktioniert anders. Später wirst du noch weitere Bauweisen sehen. Mit verschiedenen Kombinationen kann man vielfältige Bewegungen ermöglichen.

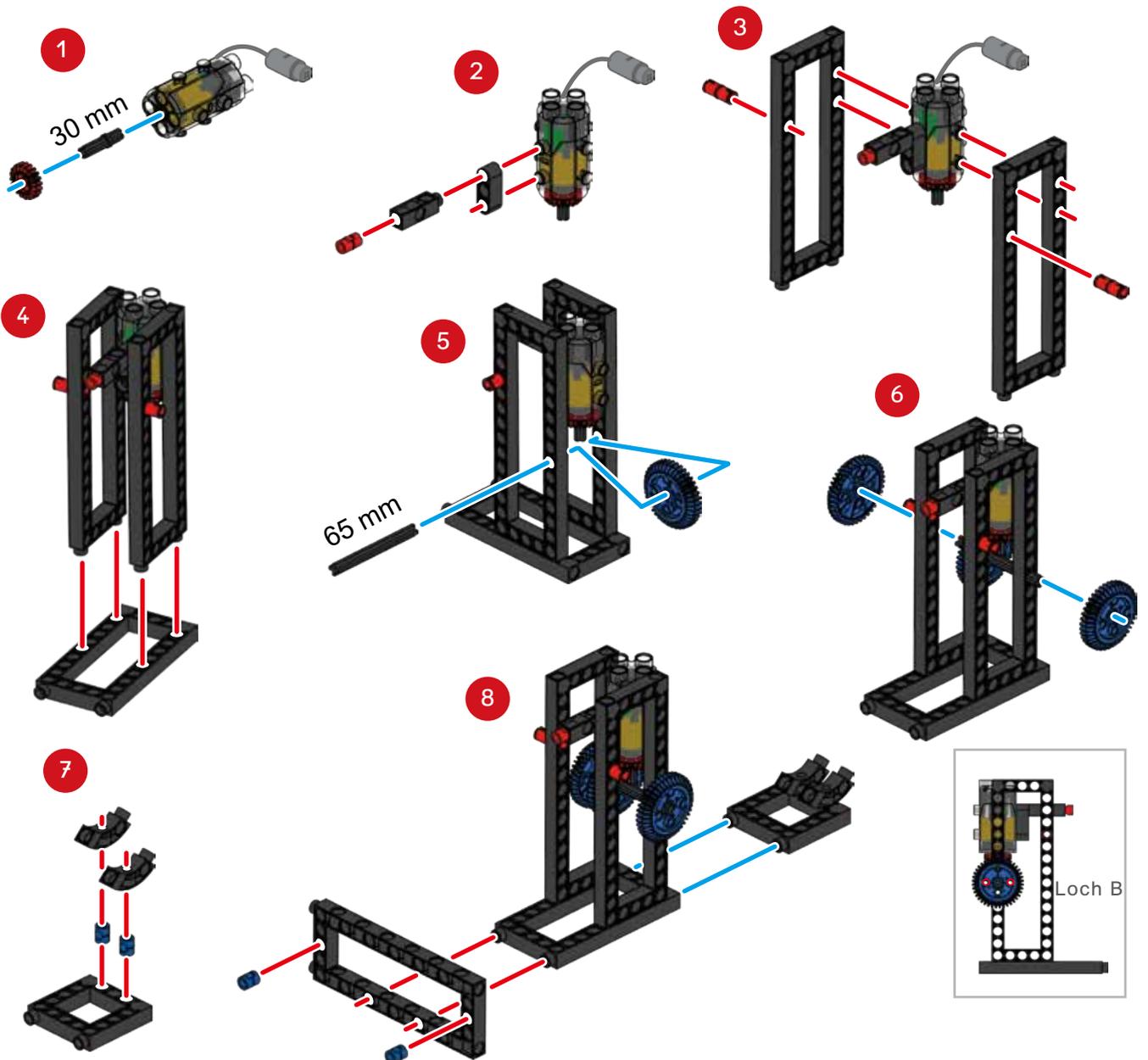
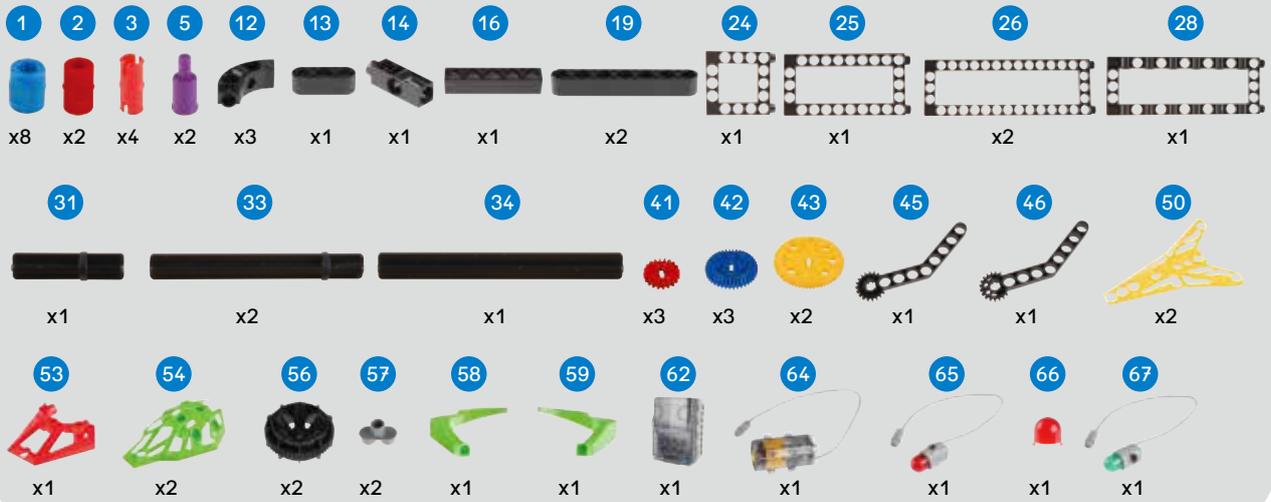


Brainstorming

Wir können doch mit der Hand sehr gut schlagen. Warum schlagen wir dann die meisten Schlagwerke mit dem Stock?

Trommel-Synthesizer (wissenschaftlich: Hin- und Herbewegung)

Du brauchst:

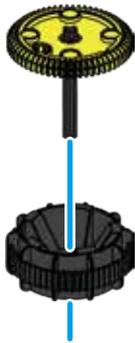


9 x2

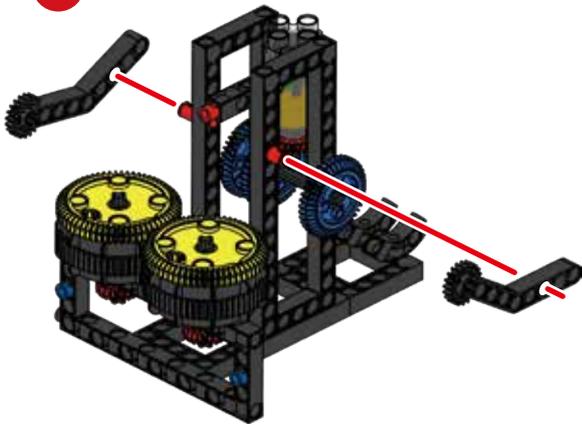


60mm

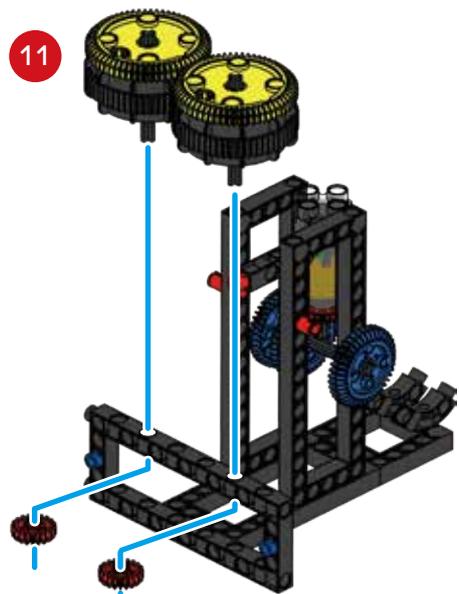
10 x2



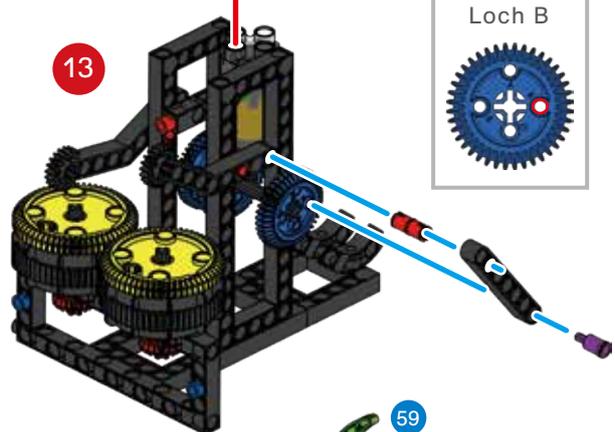
12



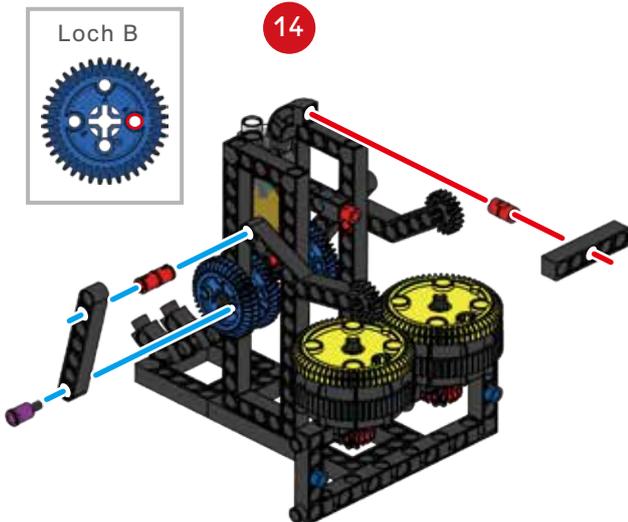
11



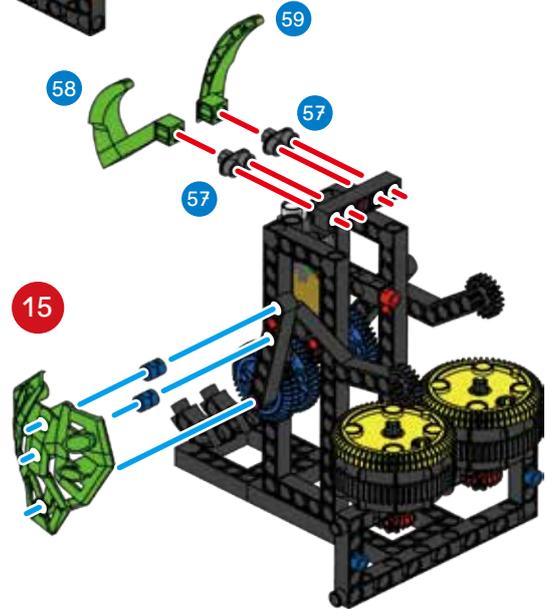
13



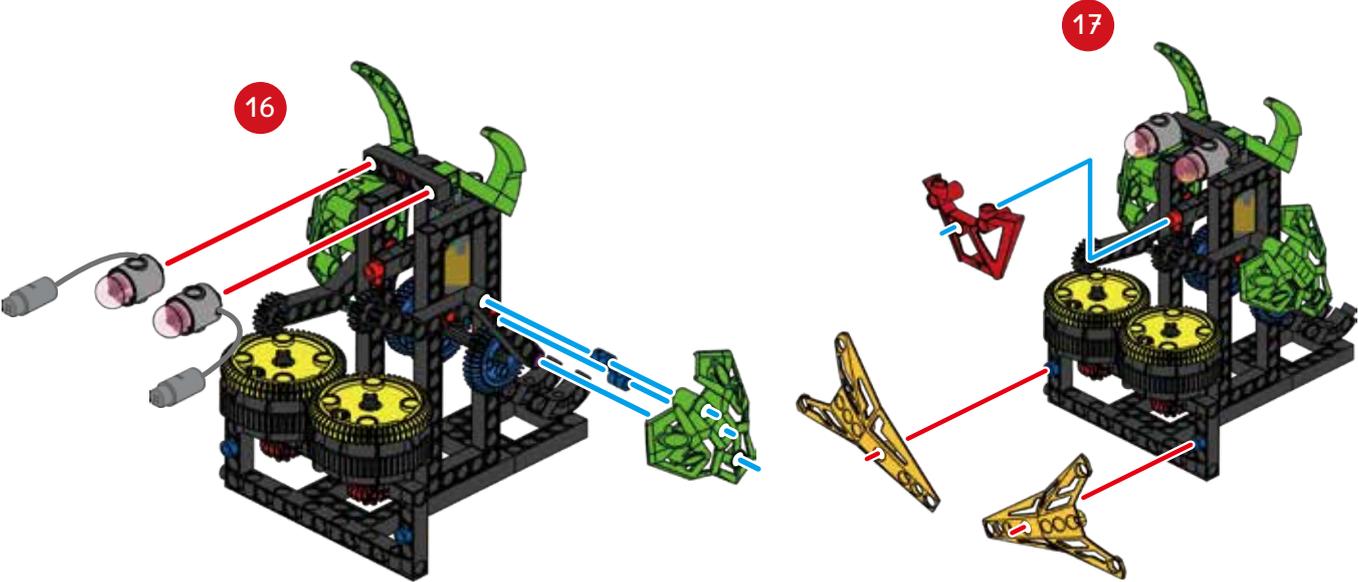
14



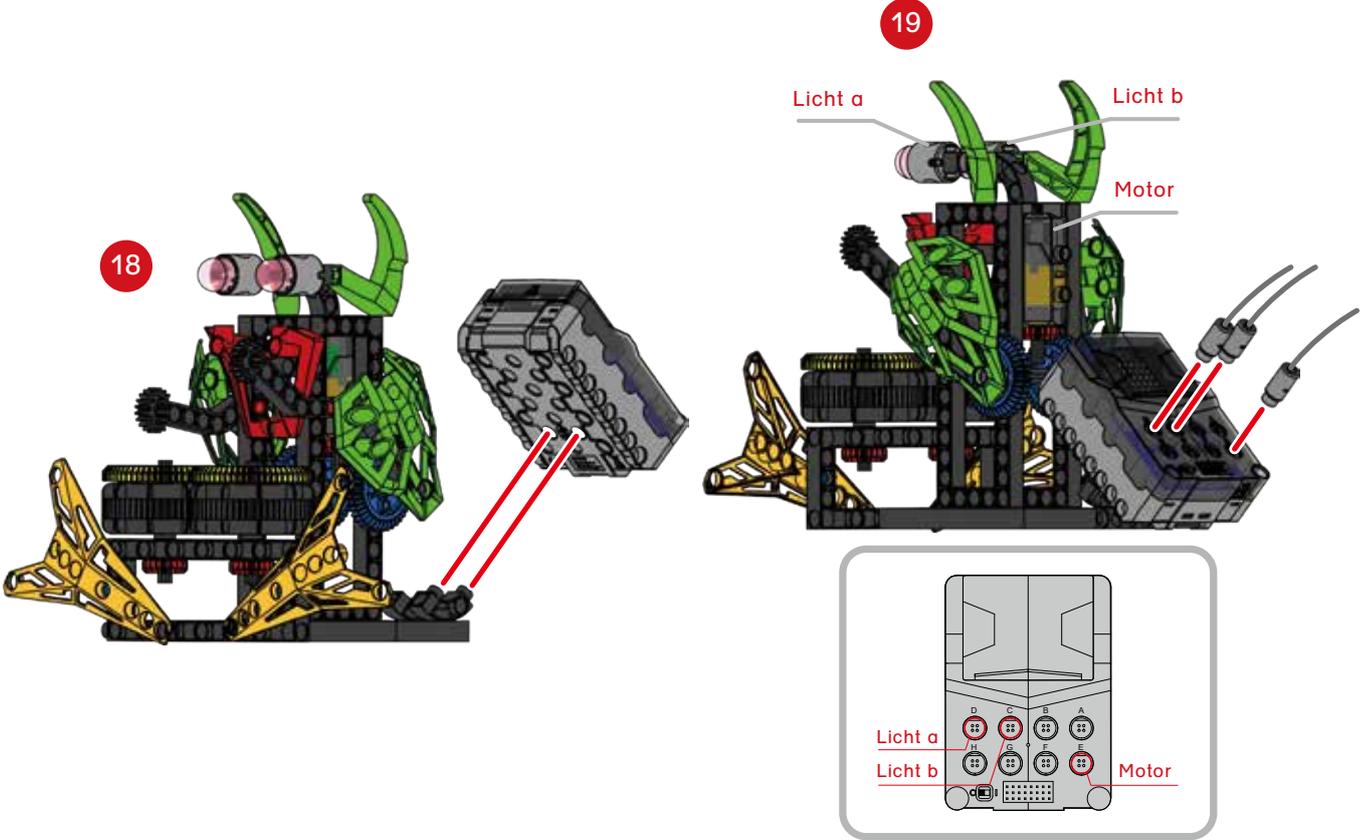
15



Trommel-Synthesizer (wissenschaftlich: Hin- und Herbewegung)



Im Anhang findest du Tipps zum Anbringen der LED-Abdeckungen.



Vielleicht brauchst du eine Taschenlampe, damit es richtig funktioniert.



Scanne den QR-Code mit deinem Smartphone, um dir ein Video anzuschauen, wie dein Modell funktioniert.



Die Videos sind auf Englisch.

Programmbeispiel

```
on start
  Mcontrol pin P15 (write only) -
    direction of Mcontrol(0-1) 0
  MSpeed pin P16 (write only) -
    speed of MSpeed(0-255) 0
  set X to 0

on button A pressed
  if X > 0
  then
    change X by 1
  else
    set X to 0

on button B pressed
  if Light > 120
  then
    start melody nyan repeating once
  else if Light > 60
  then
    start melody prelude repeating once
  else
    start melody ode repeating once

forever
  set Light to light level
  if Light > 60
  then
    Mcontrol pin P15 (write only) -
      direction of Mcontrol(0-1) X
    MSpeed pin P16 (write only) -
      speed of MSpeed(0-255) Light
  else
    Mcontrol pin P15 (write only) -
      direction of Mcontrol(0-1) 0
    MSpeed pin P16 (write only) -
      speed of MSpeed(0-255) 0

forever
  if Light > 250
  then
    digital write pin P8 to 1
    digital write pin P2 to 1
  else if Light > 120
  then
    set time to 300 - Light
    set random to pick random 0 to 1
    digital write pin P8 to random
    digital write pin P2 to random
    pause (ms) time
  else
    set time to 500 - Light
    set random to pick random 0 to 1
    digital write pin P8 to random
    digital write pin P2 to random
    pause (ms) time
```

Das Programm kannst du unter <https://www.dropbox.com/sh/ovqmn33oc2v6i7v/AABHe8kmv8eREAW2EnUKw11Ra?dl=0> herunterladen.

Mit Lichtsensoren und dem Button A kannst du die Schlagfrequenz ändern und eigene Rhythmen erfinden.

Sieh dir die Nummerierung der Noten an und komponiere mit einem Programm ein einfaches Musikstück.

Wiederholung 1

Gestalte nun mithilfe der Modelle und Prinzipien, die du bisher angewendet hast, ein Gerät, das in einem Freizeitpark stehen könnte.



1. Metalldetektor



2. Verkehrsampel



3. Kuckucksuhr



4. Trommel-Synthesizer

Messrad (wissenschaftlich: Infrarot-Sensor)



Ein Messrad braucht man z. B. zur Landvermessung. Der Vermessungsingenieur schiebt es entlang der Strecke, deren Länge er messen will. Es dreht sich gleichmäßig und ein Gerät zählt dabei die Anzahl der Umdrehungen des Kontaktrads, multipliziert sie mit dem Umfang und errechnet so die zurückgelegte Entfernung. Diese wird auf einem Bildschirm angezeigt. Die Methode hat den Vorteil, dass sie sehr einfach ist und man damit auch die Länge gekrümmter Flächen und Kurven messen kann. Der Nachteil ist, dass der Mensch, der es führt, meist keine exakt gerade Linie einhält. Außerdem gibt es oft Messfehler, wenn der Boden uneben oder glatt und rutschig ist. Dann fehlt die Haftreibung und das Rad dreht sich nicht gleichmäßig.

Das Messrad in dieser Lektion wandelt die vertikale Rotation des Rades über ein Zahnradgetriebe in eine horizontale Drehung um. Ein Infrarotsensor tastet währenddessen ein Stück Papier oder Karton mit abwechselnd schwarzen und weißen Streifen ab. Daraus wird die Länge in Zentimetern errechnet und auf dem 5x5-Display des micro:bit angezeigt.

Du kannst auch ein Programm schreiben, das mehrere Messungen hintereinander addiert oder du kannst im Voraus festlegen, welche Strecke zurückgelegt werden soll, sodass der micro:bit rückwärts zählt und bei Null ein Signalton erklingt.

Im Alltag

Infrarotsensoren nehmen reflektierte Infrarotstrahlen wahr. Sie werden oft in automatische Spülungen, Wasserhähne, Händedesinfektoren und Händetrockner eingebaut. Wenn ein Körperteil oder Gegenstand den Bereich der Infrarotstrahlung verdeckt und die Strahlen reflektiert, wird das Infrarot-Magnetventil ausgelöst und führt eine bestimmte Aktion aus. Die verschiedenen Farbspektren unterscheiden sich (hier Schwarz-Weiß auf Papier) und das Infrarotlicht reagiert nur auf Dinge in einem bestimmten Spektralbereich. Da IR-Sensoren z. B. nicht auf Dinge im schwarzen Bereich des Spektrums des sichtbaren Lichts reagieren, lassen sich mit schwarz-weißen Streifen Entfernungswahrnehmungen wahrnehmen und messen.



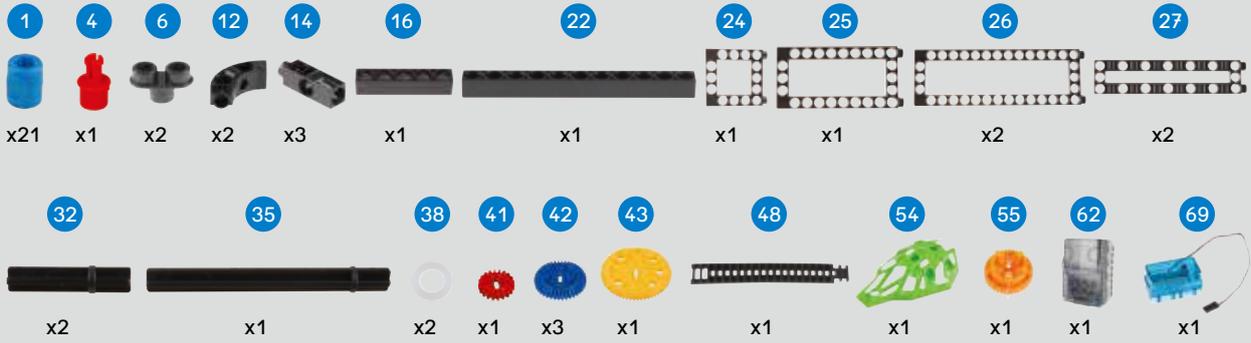
Brainstorming

Welche anderen Entfernungsmessgeräte kennst du noch?

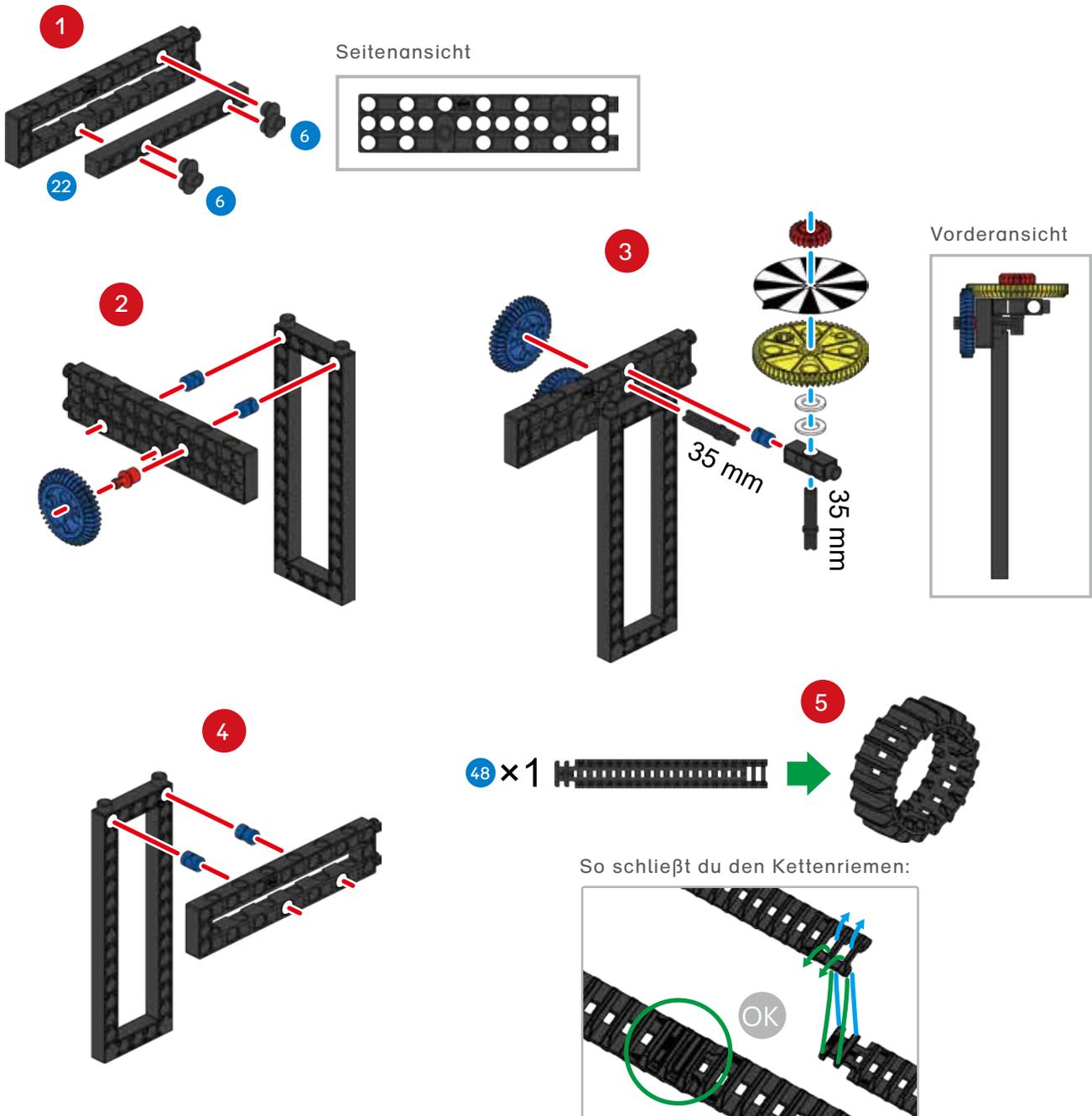
Was sind ihre Vor- und Nachteile?

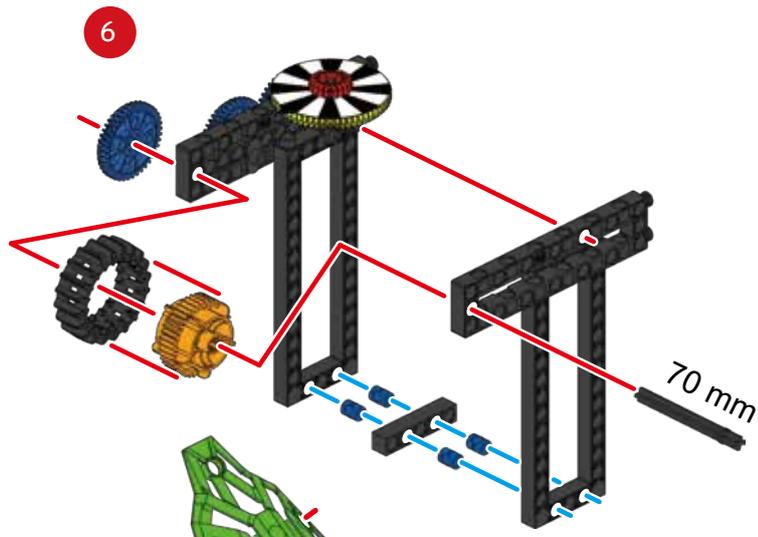
Messrad (wissenschaftlich: Infrarot-Sensor)

Du brauchst:

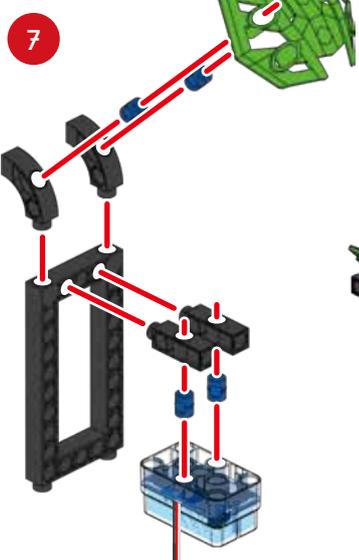
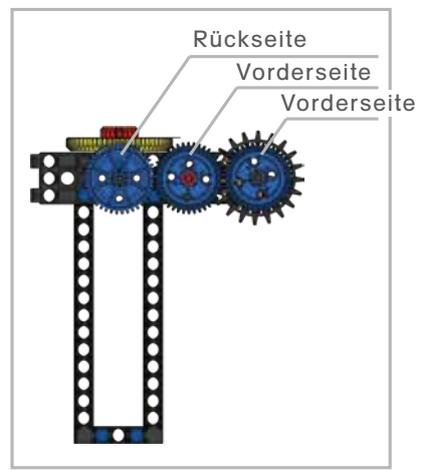


Bitte verwende dazu die Papierkarte für das Messrad im Anhang.

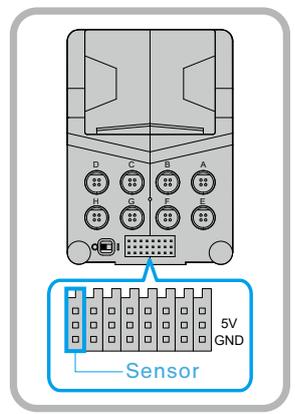
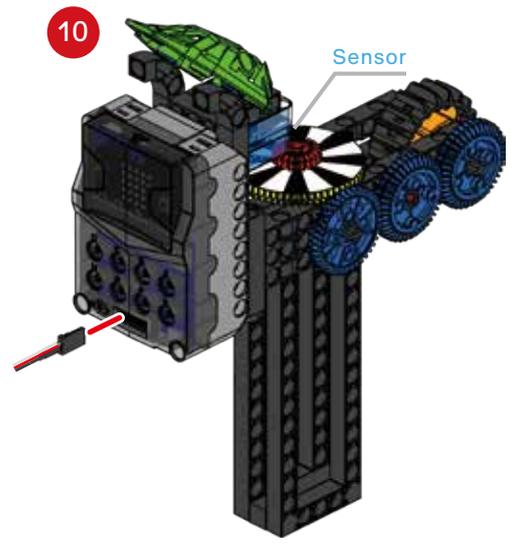
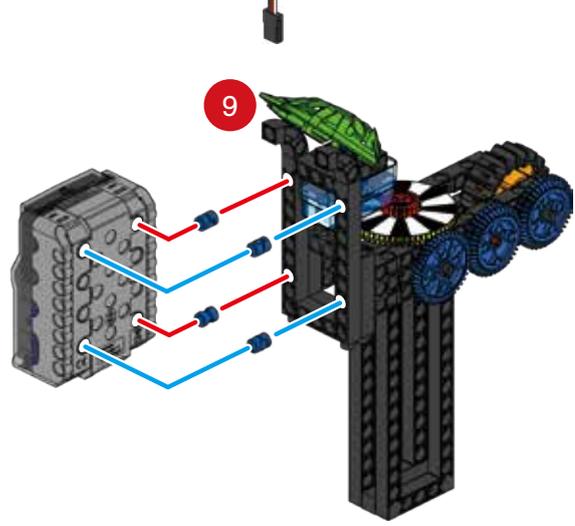
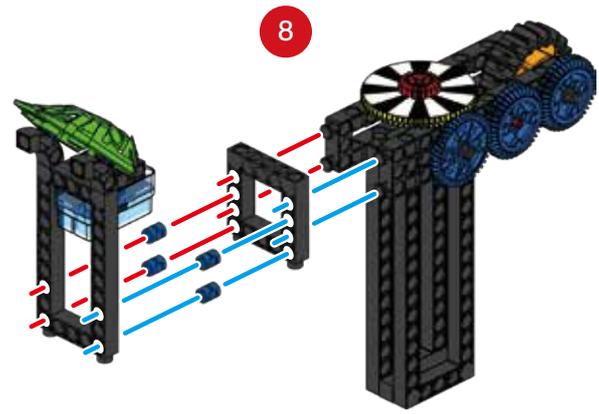
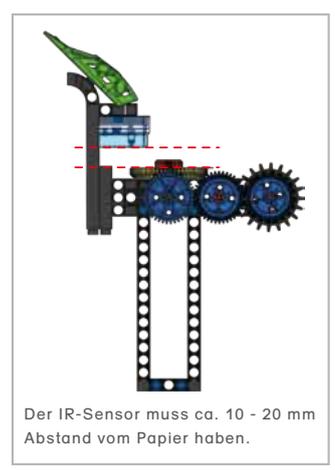




Seitenansicht



Seitenansicht



Messrad (wissenschaftlich: Infrarot-Sensor)



Scanne den QR-Code mit deinem Smartphone, um dir ein Video anzuschauen, wie dein Modell funktioniert.



Die Videos sind auf Englisch.

Programmbeispiel

```
on button pressed
  if true
    then change Strength by 100
    set Count to Strength

on button pressed
  if true
    then change Strength by 1
    set Count to Strength

on start
  set Count to 0
  set Strength to 0
  set Count2 to 0
  set Count3 to 0
  set Strength2 to 1
  if digital read pin 22 = 1
    then set Count to 1
  if digital read pin 23 = 0
    then set Count to 0

on shake
  set Count2 to 0
  set Count3 to 0
  set Strength2 to 0
  set Strength3 to 1
  if digital read pin 22 = 1
    then set Count2 to 1
  if digital read pin 23 = 0
    then set Count3 to 2

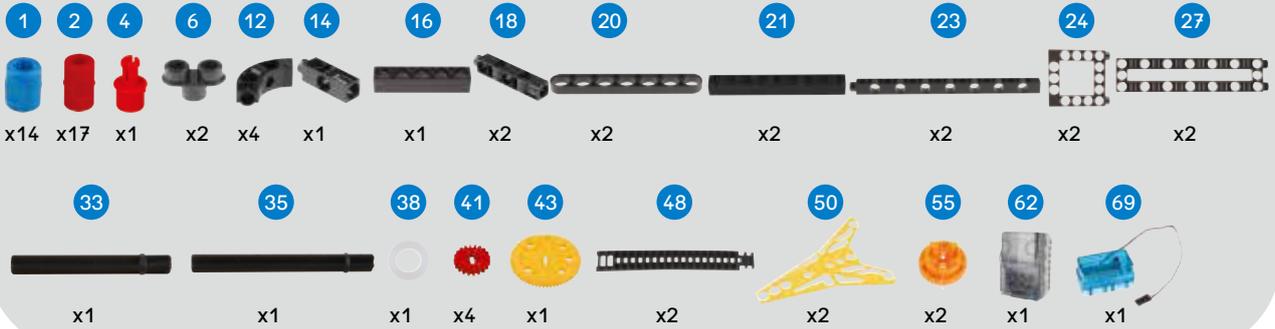
on button pressed
  if true
    then change Count by 1
    else set Count to 0
  set Strength2 to 0
  set Strength3 to 1
  if digital read pin 22 = 1
    then set Strength2 to 1
  if digital read pin 23 = 0
    then set Strength3 to 0

forever
  if digital read pin 22 = 1
    then change Count by 1
    set Strength2 to 1
  if digital read pin 23 = 0
    then change Count by 1
    set Strength3 to 0

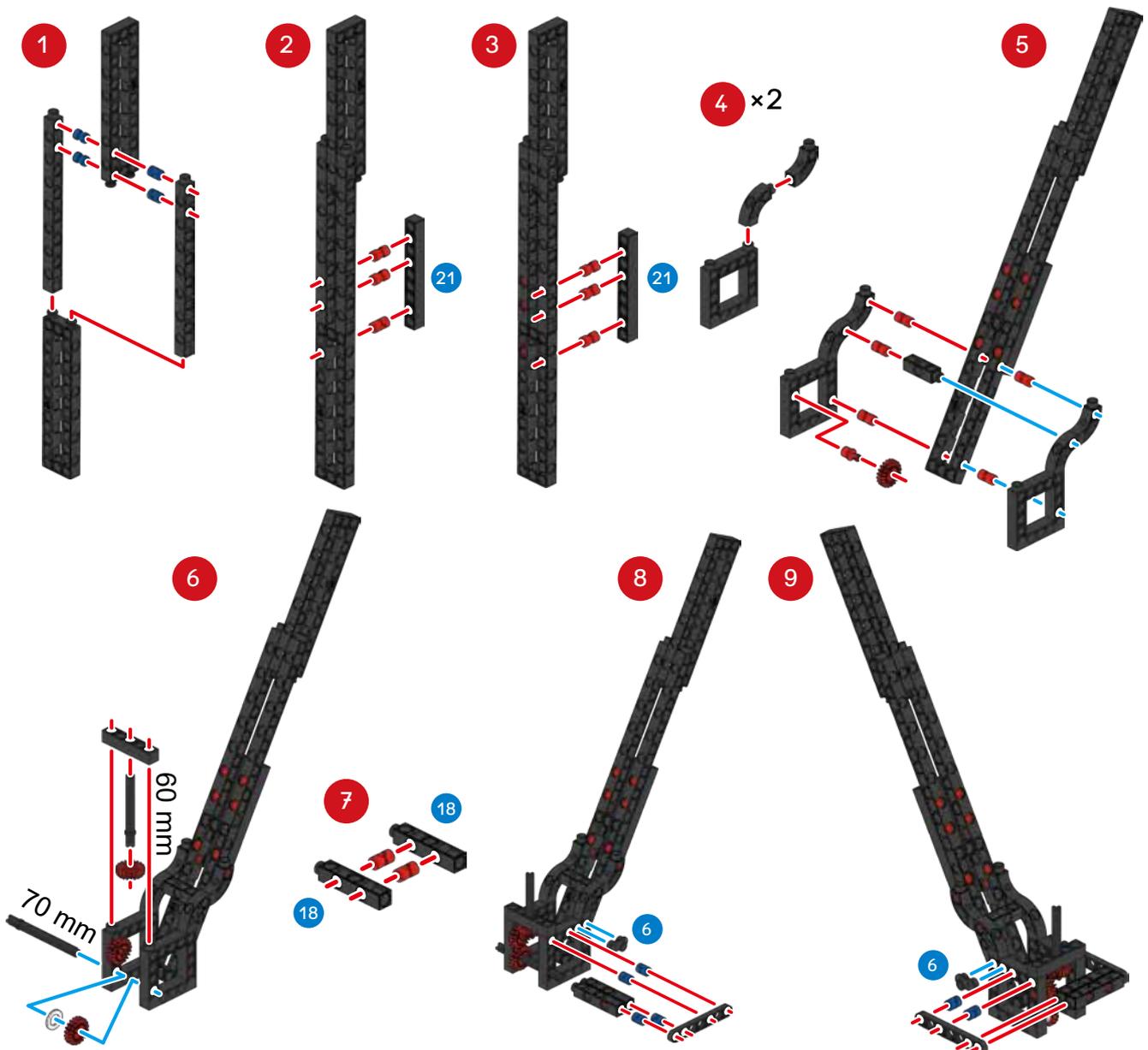
forever
  if true
    then set Strength to Strength2 + Strength3
    show number Strength
    while show Count = 0
      do change score by 1
      start melody Sup Up repeating once
      pause (ms) 500
    else show number Count2 + Count3 + remainder of Count / 22 = 15
```

Das Programm kannst du unter <https://www.dropbox.com/sh/ovqmn33oc2v6i7v/AABHe8kmv8eREAW2EnUKw11Ra?dl=0> herunterladen.

Du brauchst:



Bitte verwende dazu die Papierkarte für das Messrad im Anhang.

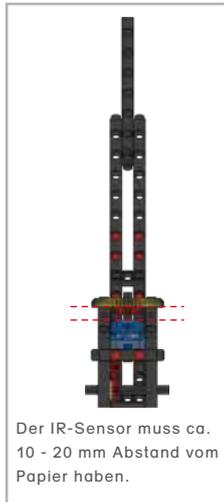


Messrad (wissenschaftlich: Infrarot-Sensor)

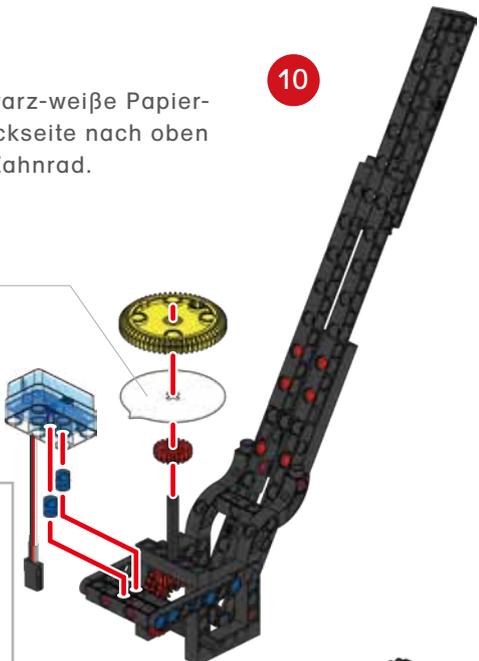
Lege das schwarz-weiße Papier-
rad mit der Rückseite nach oben
an das gelbe Zahnrad.



Vorderansicht



10



48 x 1



11 x 2

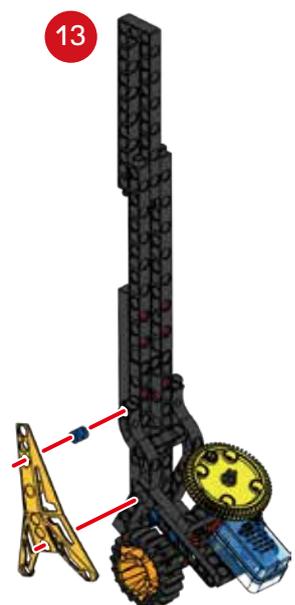


Tipps zum Schließen des
Kettenriemens findest du im
Anhang.

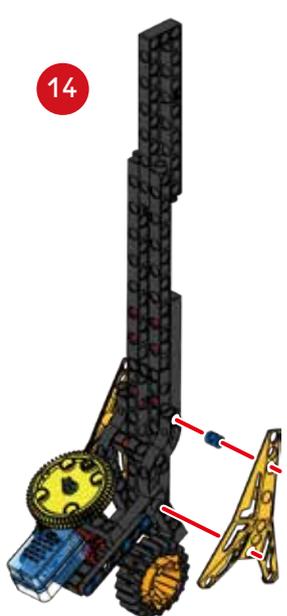
12



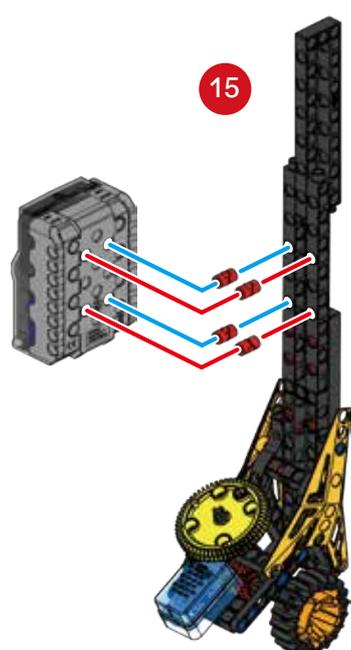
13



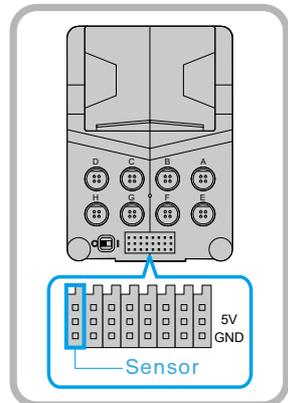
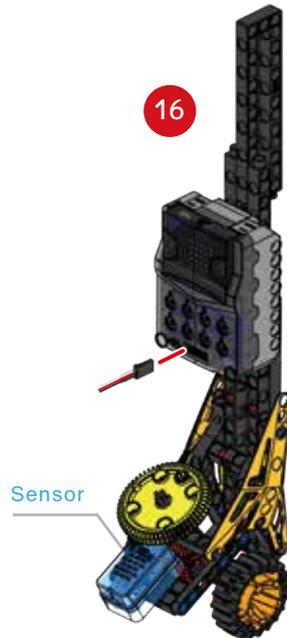
14



15



16





3-D-Ansicht

Scanne den QR-Code mit deinem Smartphone, um dir ein Video anzuschauen, wie dein Modell funktioniert.



Die Videos sind auf Englisch.

Programmbeispiel

```

on start
  set Count to 0
  set IR Status to 1
  if digital read pin P1 = 1
  then set IR to 1
  if digital read pin P1 = 0
  then set IR to 0

  forever
    if digital read pin P1 = IR and IR Status = 0
    then
      change Count by 1
      set IR Status to 1
    if digital read pin P1 = 1 and IR = 1 and IR Status = 1
    then
      change Count by 1
      set IR Status to 0

  forever
    show number
    Count * 34 + 32
    remainder of Count * 34 + 32 + 16

```

Das Programm kannst du unter <https://www.dropbox.com/sh/ovqmn33oc2v6i7v/AABHe8kmv8eREAW2EnUKw11Ra?dl=0> herunterladen.

Nimm ein Lineal oder Maßband und prüfe, wie genau das Messrad ist. Miss nach und vergleiche die gemessenen Entfernungen. So kannst du die Werte im Programm anpassen und das Rad kalibrieren.

Ändere die Form oder Beschaffenheit des Griffs so, dass er besser in der Hand liegt.

Bahnschranke (wissenschaftlich: Trägheit)



In den Anfangszeiten der Eisenbahn wurden Bahnschranken immer von Bahnwärtern geschlossen und bewacht. Sie machten Fußgänger auf die Sicherheitsregeln aufmerksam. Wenn sich ein Zug näherte, schwenkte der Bahnwärter eine rote Fahne, die allen Fahrzeugen und Fußgängern signalisierte, dass sie anhalten und die Gleise freihalten mussten. Züge können nicht so leicht anhalten wie andere Fahrzeuge. Ein Zug, der mit 80 km/h fährt, hat aufgrund seiner Trägheit einen Bremsweg von 2 km. Daher ist der Schutz von Bahnübergängen so wichtig. Schranken, rote Ampeln oder laute Sirenen warnen vor den Gefahren der Bahnübergänge. Das Modell in dieser Lektion simuliert eine Situation, in der vorüberfahrende Züge einen IR-Sensor auslösen und der Bahnübergang geschlossen wird.

Im Alltag

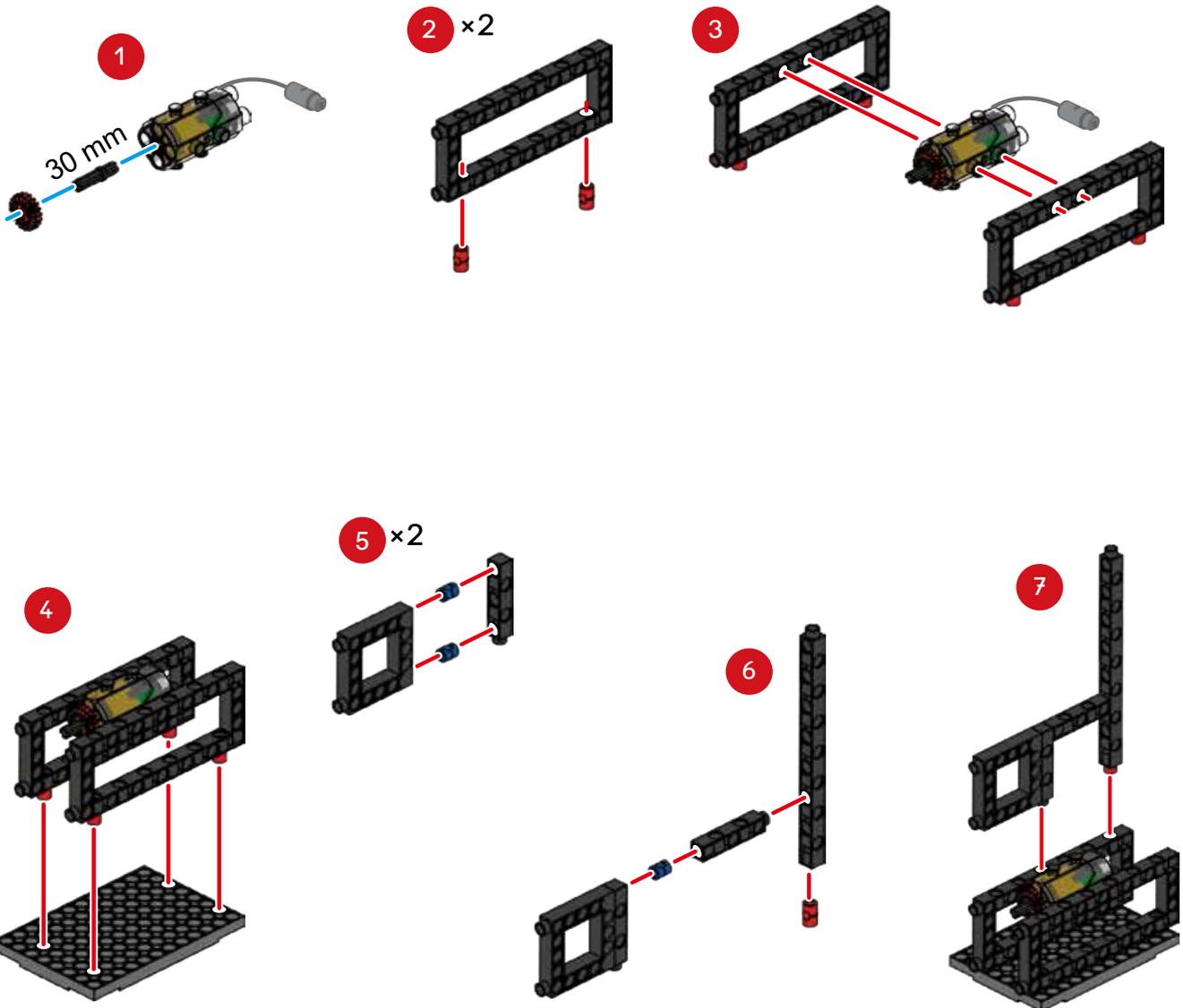
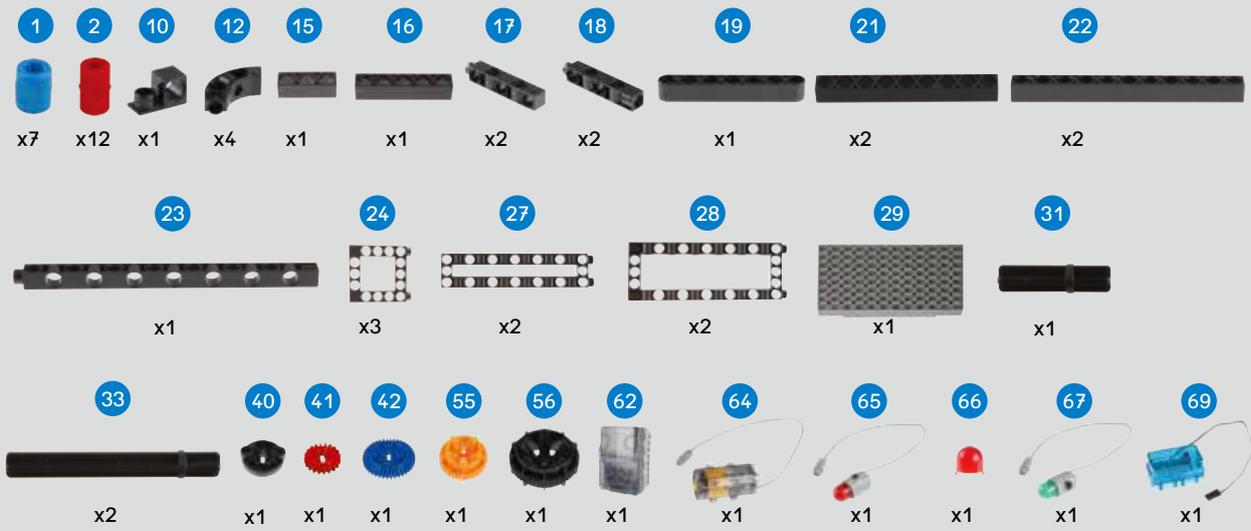
Das erste Bewegungsgesetz von Isaac Newton besagt, dass ein Gegenstand, solange keine äußere Kraft auf ihn einwirkt, entweder in Ruhe verharrt oder sich in konstantem Tempo bewegt. Dieses erste Bewegungsgesetz nennt man auch „Trägheitsgesetz“. Trägheit ist der Widerstand, den alle Gegenstände gegen Änderungen ihrer Position und ihres Bewegungszustands ausüben. Du kannst sie an allen Dingen beobachten: Je schwerer der Gegenstand, desto größer ist seine Trägheit. Auf der Erde wird die Trägheit oft durch äußere Kräfte (Schwerkraft, Reibung, Luftwiderstand) beeinflusst. Diese äußeren Kräfte bremsen den Gegenstand und stoppen ihn letztendlich.



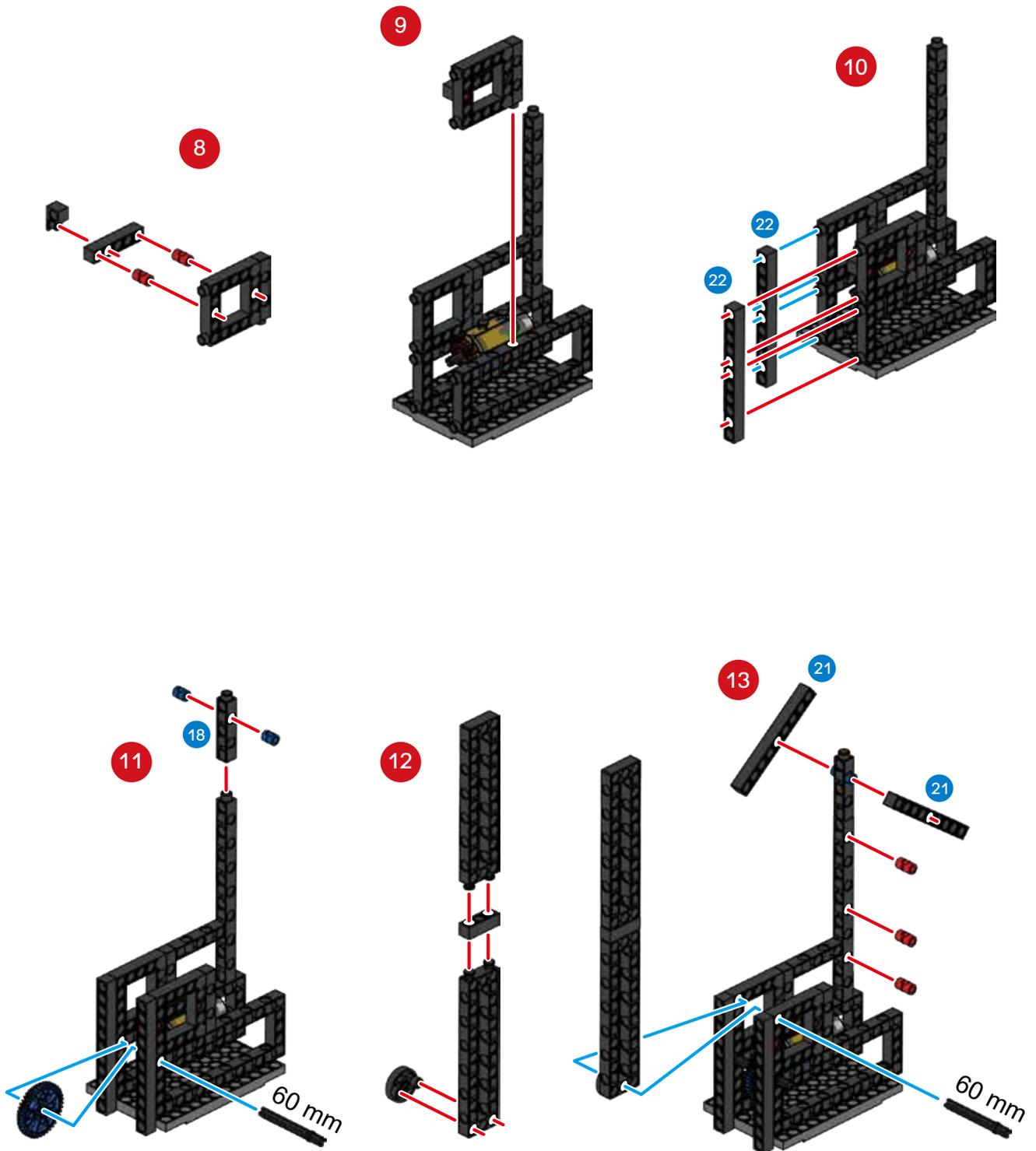
Brainstorming

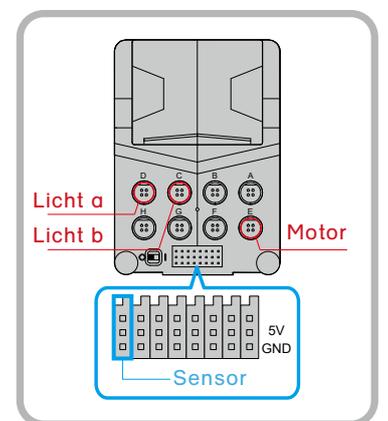
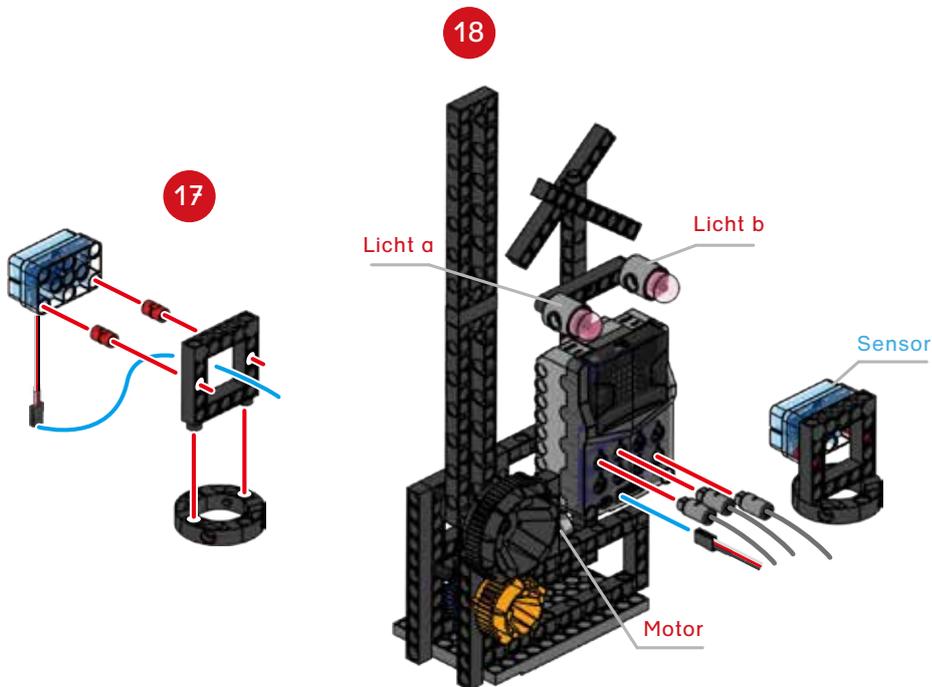
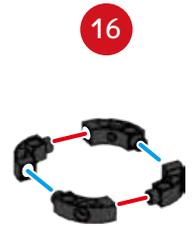
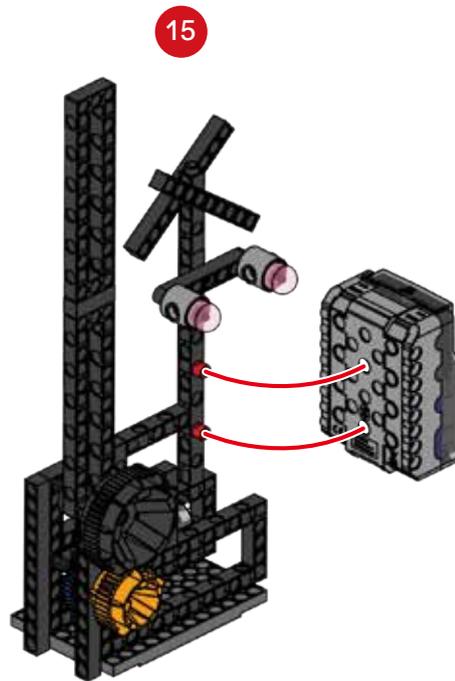
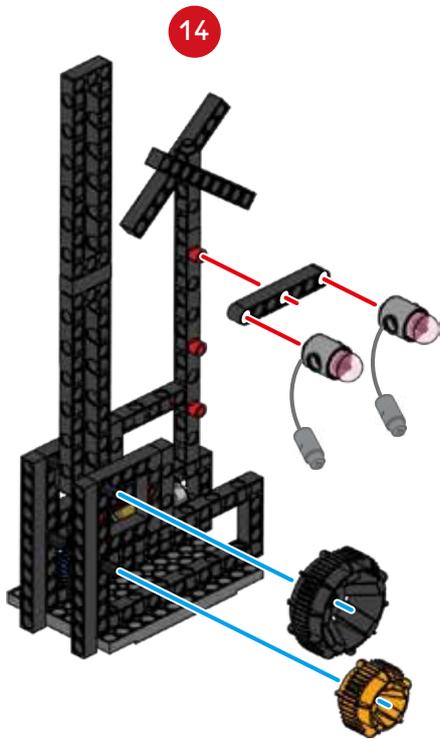
Alle Gegenstände verhalten sich träge. Überlege, warum Autos einen kurzen Bremsweg haben, Züge dagegen nicht!

Du brauchst:



Bahnschranke (wissenschaftlich: Trägheit)





Bahnschranke (wissenschaftlich: Trägheit)



3-D-Ansicht

Scanne den QR-Code mit deinem Smartphone, um dir ein Video anzuschauen, wie dein Modell funktioniert.

Die Videos sind auf Englisch.



Programmbeispiel

```

on start
  Mcontrol pin [21] (write only)
  direction of Mcontrol(0-1)
  Mspeed pin [216] (write only)
  speed of Mspeed(0-255)

forever
  set [0] to [digital read pin [23]]
  if [0]
  then
    repeat [11] times
      do
        digital write pin [23] to [0]
        digital write pin [22] to [1]
        play tone [high D#] for [1/2] beat
        pause (ms) [300]
        digital write pin [23] to [1]
        digital write pin [22] to [0]
        play tone [high D#] for [1/2] beat
        pause (ms) [300]
        digital write pin [23] to [0]
        digital write pin [22] to [1]
        Mcontrol pin [215] (write only)
        direction of Mcontrol(0-1)
        Mspeed pin [216] (write only)
        speed of Mspeed(0-255) [50]
        pause (ms) [485]
        Mcontrol pin [21] (write only)
        direction of Mcontrol(0-1)
        Mspeed pin [216] (write only)
        speed of Mspeed(0-255)

    else
      clean screen
  
```

Das Programm kannst du unter <https://www.dropbox.com/sh/ovqmn33oc2v6i7v/AABHe8kmv8e-REAW2EnUKw11Ra?dl=0> herunterladen.

Simuliere die Durchfahrt eines Zuges und beobachte, ob die Anzahl der Sekunden, die die Schranke geschlossen bleibt, dafür ausreicht.

Baue aus den übrigen Bausteinen noch weitere Dinge, die zu einem Bahnübergang passen (z. B. Züge, Gleise, Absperrungen).

Elektrisches Spurfahrzeug (wissenschaftlich: Sensoren)



Elektrische Spurfahrzeuge fahren automatisch eine vorbestimmte Strecke entlang. Mit einem Infrarotstrahler und einem Infrarotsensor mit fotoelektrischem Kristall können die Fahrzeuge an der Stärke des reflektierten Lichts ablesen, ob sie auf dem richtigen Kurs sind. Ein Controller steuert die Bewegungsrichtung, sodass sie automatisch in der Spur bleiben.

Die Farben des Lichts werden nicht gleich stark reflektiert. Schwarz reflektiert am schwächsten, Weiß am stärksten. Je nachdem, welche Farbe er wahrnimmt, leitet der fotoelektrische Kristall im IR-Sensor unterschiedliche Potenziale weiter. Auch die Zahl der Infrarotmodule beeinflusst die Stabilität des selbstfahrenden Fahrzeugs. Zur Bestimmung der Richtung braucht es mindestens zwei Infrarotmodule.

Auf jeder Seite der Spurlinie sind zwei IR-Sensoren. Das Fahrzeug liegt in ihrer Mitte. Der Entscheidungsprozess in der Steuerbox läuft so ab: Fahre geradeaus. Wenn der rechte IR-Sensor die Linie erkennt, lenke das Fahrzeug nach links. Wenn der linke IR-Sensor die Linie erkennt, lenke das Fahrzeug nach rechts.

Im Alltag

Ein Motor besteht in der Regel aus Gehäuse, Stator und Rotor. Der Stator ist am Gehäuse befestigt, sodass die Magnetfeldänderungen den Rotor antreiben. Da der Rotor meist eine sehr hohe Drehgeschwindigkeit und ein sehr kleines Drehmoment hat, braucht der Motor eine Bremsfunktion, die durch Übersetzungen das Tempo verringert und das Drehmoment erhöht. Die Drehrichtung wird durch die Richtung des elektrischen Stroms gesteuert, die Geschwindigkeit durch die Höhe der Spannung. Wenn ein Spurfahrzeug leicht von der Spur abkommt, solltest du prüfen, ob du die Motorgeschwindigkeit so ändern kannst, dass es mehr Zeit hat, um sich dem Verlauf der Spur anzupassen.



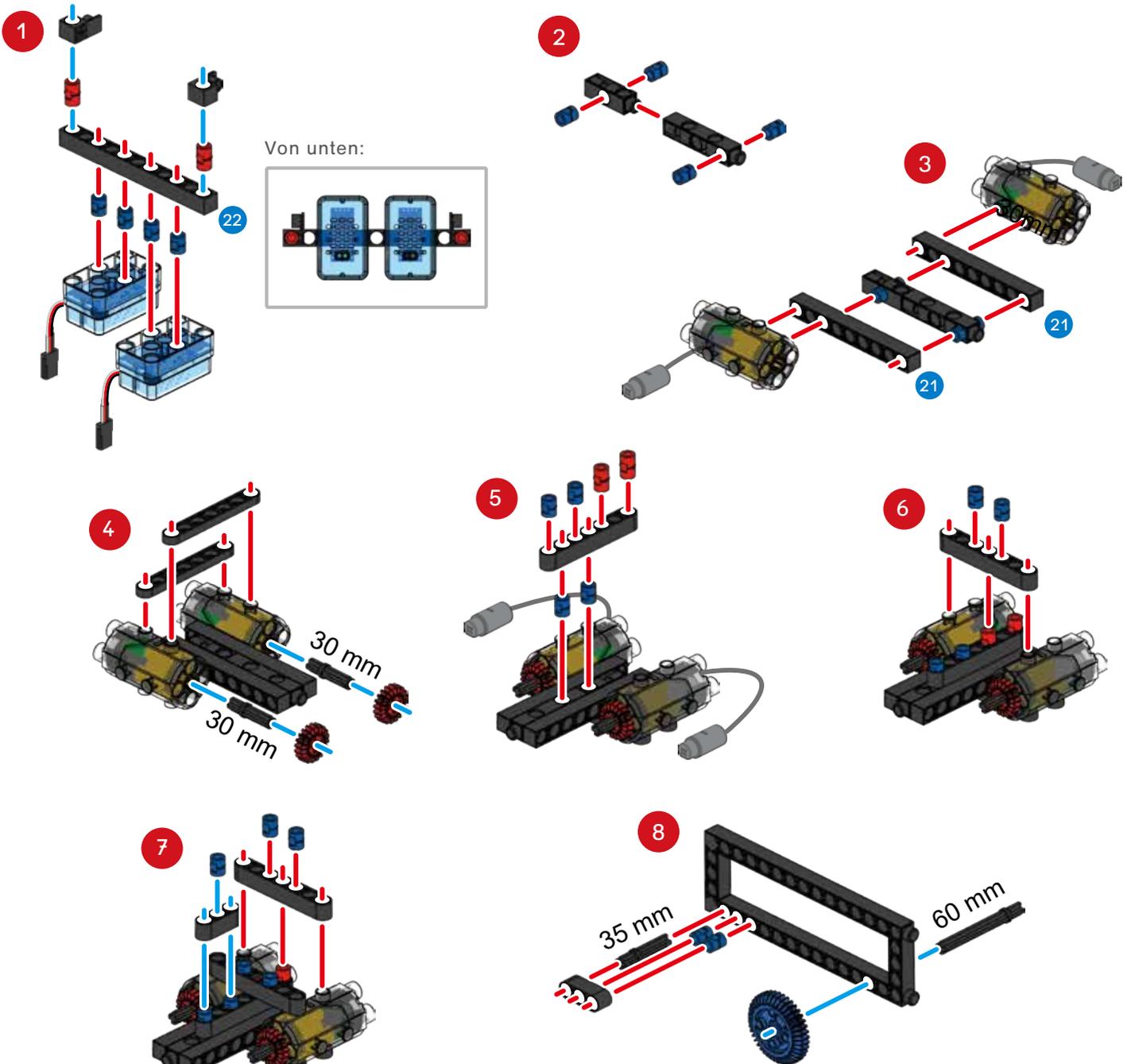
Brainstorming

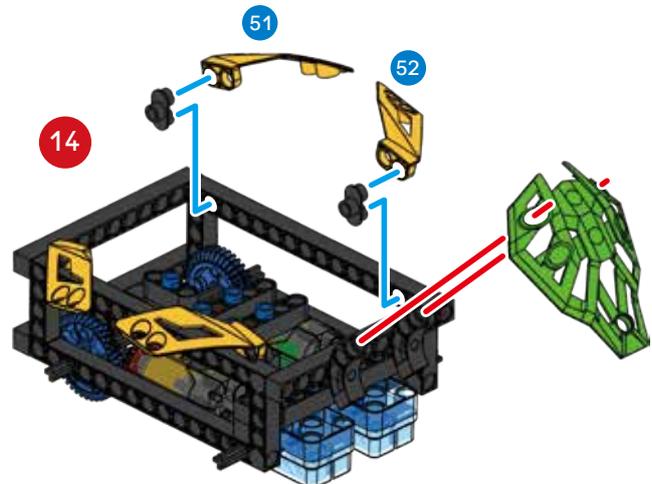
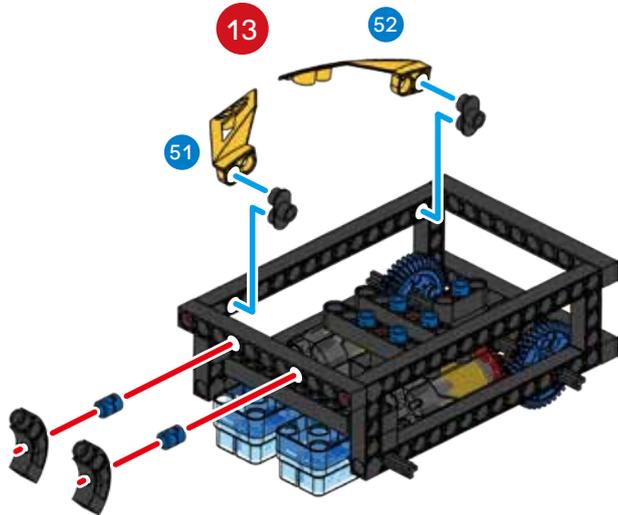
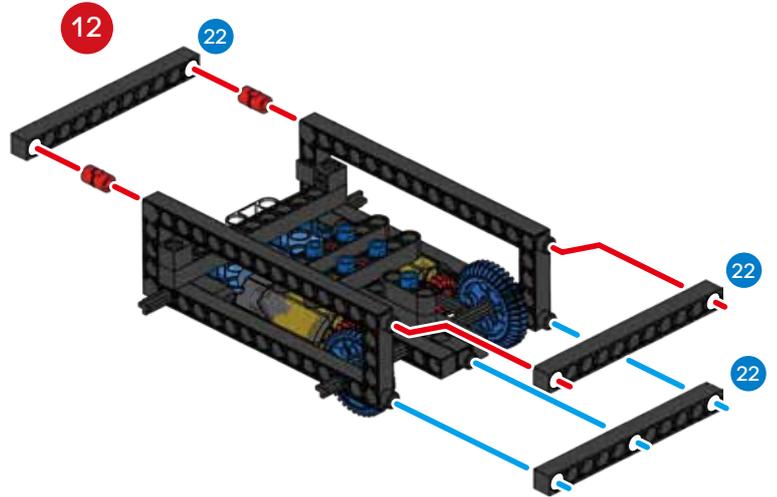
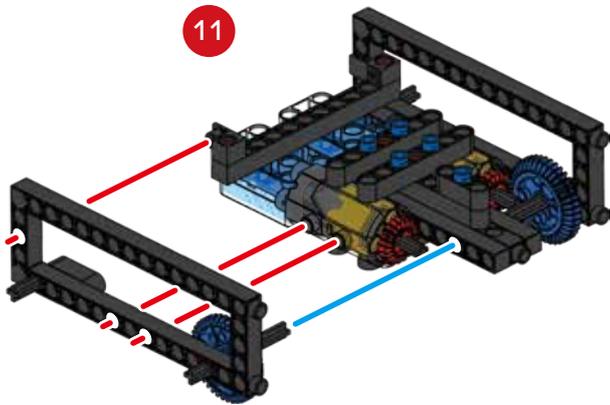
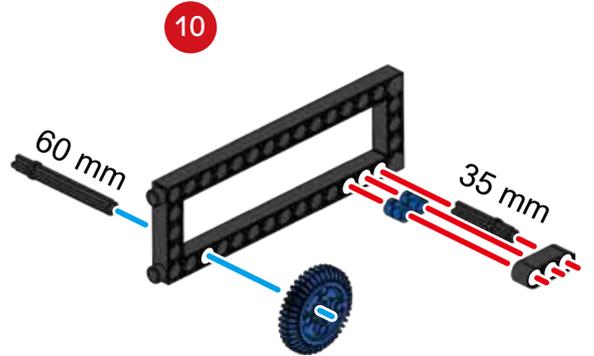
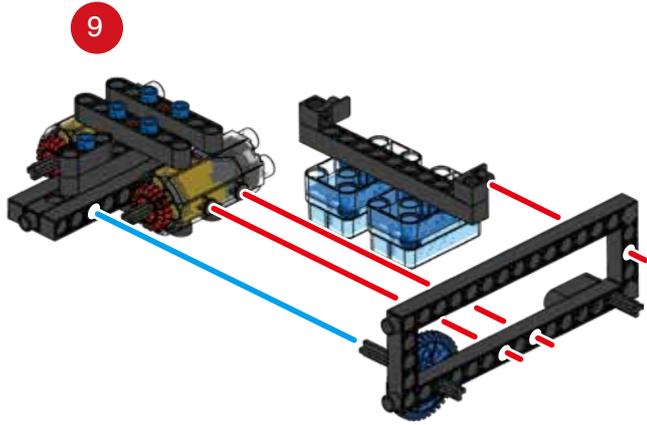
Ein Spurfahrzeug hat kein Lenkrad und die Vorderräder lassen sich nicht seitlich drehen. Wie fährt es um die Kurve?

Elektrisches Spurfahrzeug (wissenschaftlich: Sensoren)

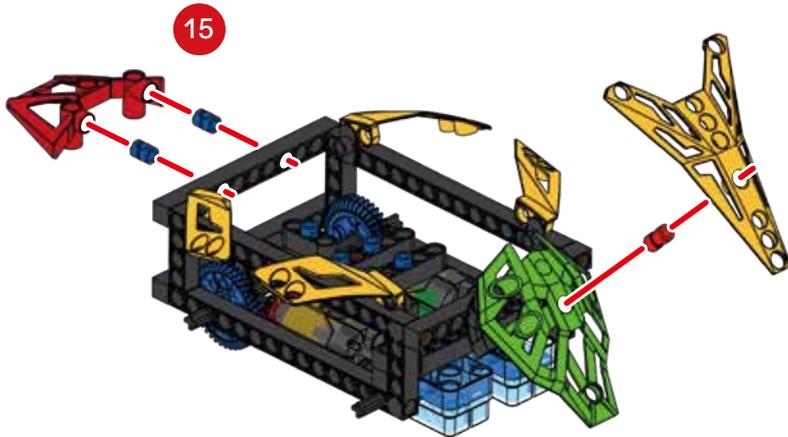
Du brauchst:

- | | | | | | | | | | | |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 6 | 10 | 12 | 13 | 14 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| | | | | | | | | | | |
| x25 | x7 | x4 | x2 | x2 | x3 | x1 | x1 | x3 | x2 | x2 |
| 22 | 26 | 31 | 32 | 33 | 41 | 42 | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| x4 | x2 | x2 | x2 | x2 | x2 | x2 | | | | |
| 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 56 | 62 | 64 | 69 |
| | | | | | | | | | | |
| x2 | x4 | x1 | x2 | x2 | x1 | x1 | x4 | x1 | x2 | x2 |





Elektrisches Spurfahrzeug (wissenschaftlich: Sensoren)



48 x 1

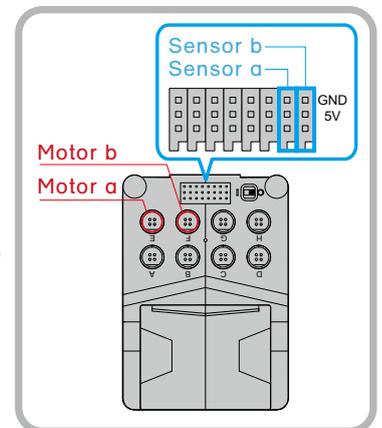
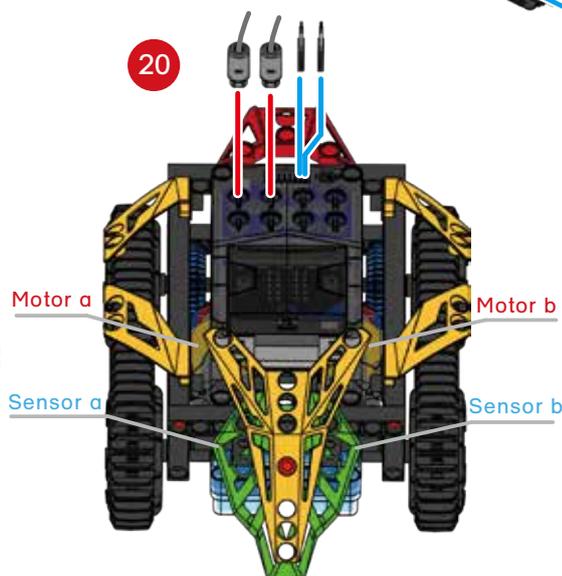
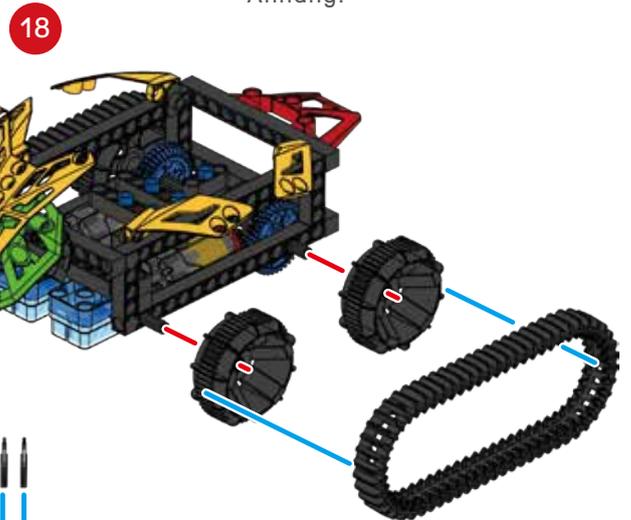
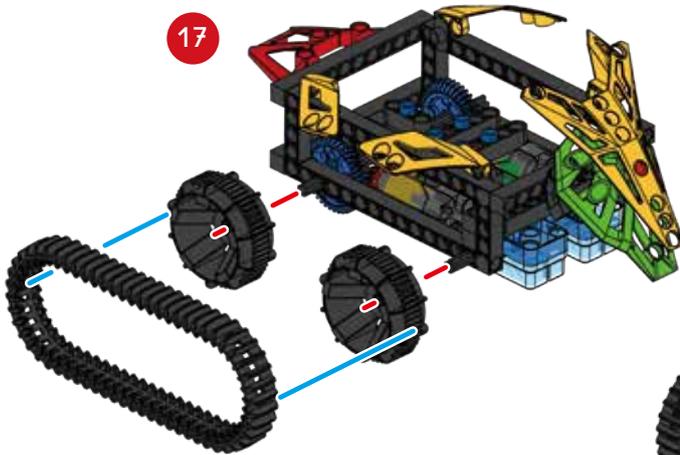
49 x 2



16 x 2



Tipps zum Schließen des Kettenriemens findest du im Anhang.





Den schwarzen Streifen kannst du selbst basteln oder malen.

3-D-Ansicht

Scanne den QR-Code mit deinem Smartphone, um dir ein Video anzuschauen, wie dein Modell funktioniert.



Die Videos sind auf Englisch.

Programmbeispiel

```

on start
  call function stop

function go
  set pwm1 to 150
  Mcontrol pin P13 (write only)
  direction of Mcontrol(0-1) 0
  MSpeed pin P14 (write only)
  speed of MSpeed(0-255) 120
  Mcontrol pin P15 (write only)
  direction of Mcontrol(0-1) 1
  MSpeed pin P16 (write only)
  speed of MSpeed(0-255) 120

function stop
  Mcontrol pin P13 (write only)
  direction of Mcontrol(0-1) 0
  MSpeed pin P14 (write only)
  speed of MSpeed(0-255) 0
  Mcontrol pin P15 (write only)
  direction of Mcontrol(0-1) 0
  MSpeed pin P16 (write only)
  speed of MSpeed(0-255) 0

function right
  change pwm1 by 30
  if
    pwm1 < 255
  then
    set pwm1 to 255
  Mcontrol pin P13 (write only)
  direction of Mcontrol(0-1) 1
  MSpeed pin P14 (write only)
  speed of MSpeed(0-255) pwm1
  Mcontrol pin P15 (write only)
  direction of Mcontrol(0-1) 1
  MSpeed pin P16 (write only)
  speed of MSpeed(0-255) pwm1

function left
  change pwm1 by 30
  if
    pwm1 < 255
  then
    set pwm1 to 255
  Mcontrol pin P13 (write only)
  direction of Mcontrol(0-1) 0
  MSpeed pin P14 (write only)
  speed of MSpeed(0-255) pwm1
  Mcontrol pin P15 (write only)
  direction of Mcontrol(0-1) 0
  MSpeed pin P16 (write only)
  speed of MSpeed(0-255) pwm1

forever
  if
    digital read pin P1 == 0 and digital read pin P2 == 0
  then
    call function go
  else if
    digital read pin P1 == 1 and digital read pin P2 == 0
  then
    call function right
  else if
    digital read pin P1 == 0 and digital read pin P2 == 1
  then
    call function left

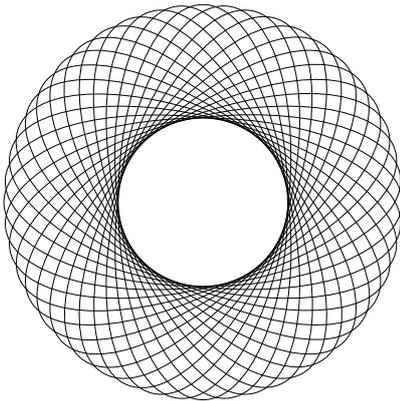
```

Das Programm kannst du unter <https://www.dropbox.com/sh/ovqmn33oc-2v6i7v/AABHe8k-mv8eREAW2EnUK-wl1Ra?dl=0> herunterladen.

Ziehe auf einem Bogen Karton eine schwarze Spur und lege ihn auf den Boden, damit das Spurfahrzeug darauf entlang fahren kann.

Ändere die Breite und die Krümmung der Spur. Finde durch Beobachtung und Aufzeichnung heraus, welcher Verlauf am besten geeignet ist.

Elliptische Führung (wissenschaftlich: Pendel- und Kreisbewegung)



Maschinen sollen uns Menschen die Arbeit erleichtern. Bisher haben wir mehrere Mechanismen und technische Methoden getrennt betrachtet, nun kombinieren wir sie. Bei dieser Art von Bewegungsmechanismus werden die Teile so verbunden, dass sie sich um mindestens zwei Punkte drehen können. Sie können sich dann nur auf eine bestimmte Weise gegeneinander bewegen. Das Ganze funktioniert ähnlich wie in Lektion 4, hat aber mehr Verbindungen oder Gelenke.

Hier wird durch die Drehbewegung an einer Verbindung eine Kurbel so gedreht, dass das anschließende Teil sich entweder hin und her bewegt, wie ein Pendel schwingt oder rotiert. Verbindungen sind vielseitig und können verschiedene Arten von Bewegungen mit unterschiedlichen Wirkungen erzeugen.

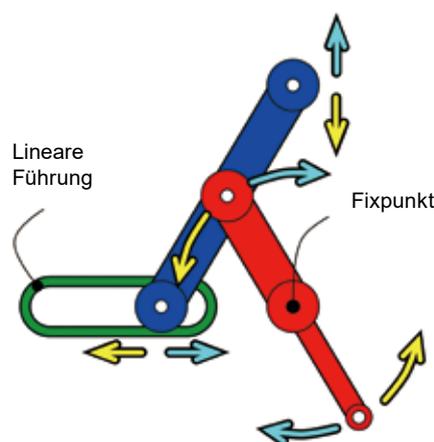
Damit wir sie verstehen, müssen wir einige Begriffe klären.

1. Funktion: Relative Bewegung der Gelenke an den Enden einer festen Verbindung zueinander.
2. Pfad: Pfad eines festgelegten Punkts an einem der Teile.
3. Bewegung: Beschreibt die Bewegung der Verbindung.

Das Modell in dieser Lektion kombiniert die Bewegungen mit einem Zeichengerät, das den Pfad nachzeichnet. Es ist ein Plotter, der geometrische Formen zeichnet. Du kannst das Tempo der beiden Motoren, die Position der Hebel, die Stärke und Farbe des Stifts usw. vorgeben und so verschiedene geometrische Figuren zeichnen lassen.

Im Alltag

Eine arbeitende Maschine führt bestimmte Bewegungen aus – meist lineare, Dreh-, Pendel- oder Hin- und Herbewegungen. Eine lineare Bewegung verläuft entlang einer geraden Linie, eine Drehbewegung verläuft rund um einen festen Punkt, bei Pendelbewegungen bewegt sich ein Gegenstand in einem bestimmten Bereich in konstantem Abstand zu einem festen Punkt in einem Bogen und Hin- und Herbewegung heißt, dass sich etwas wiederholt auf einer Linie eine bestimmte Strecke hin und her bewegt (wie ein Kolben). Werden verschiedene Bewegungsarten durch ein Teil kombiniert, entsteht eine neue Bewegungsart.

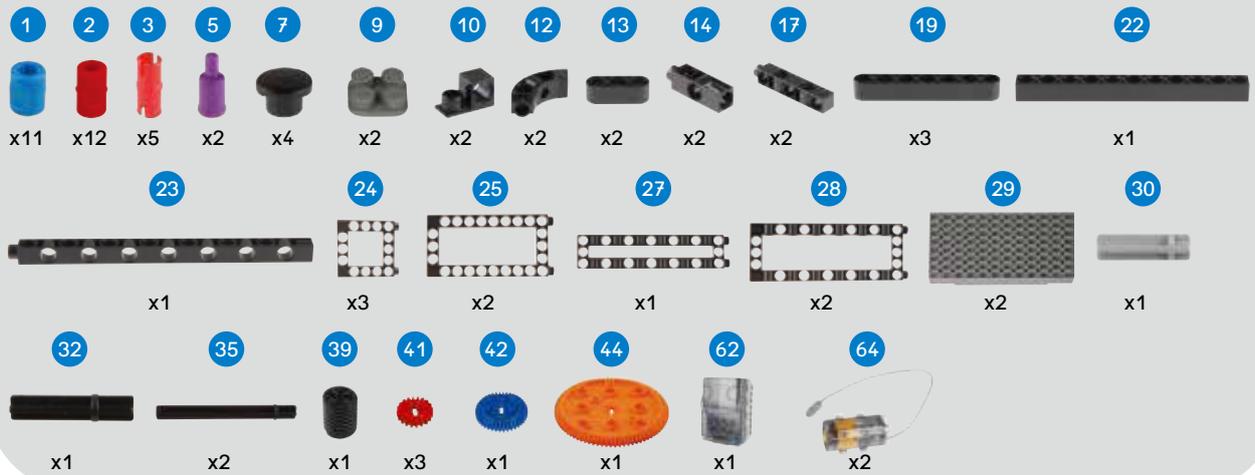


Brainstorming

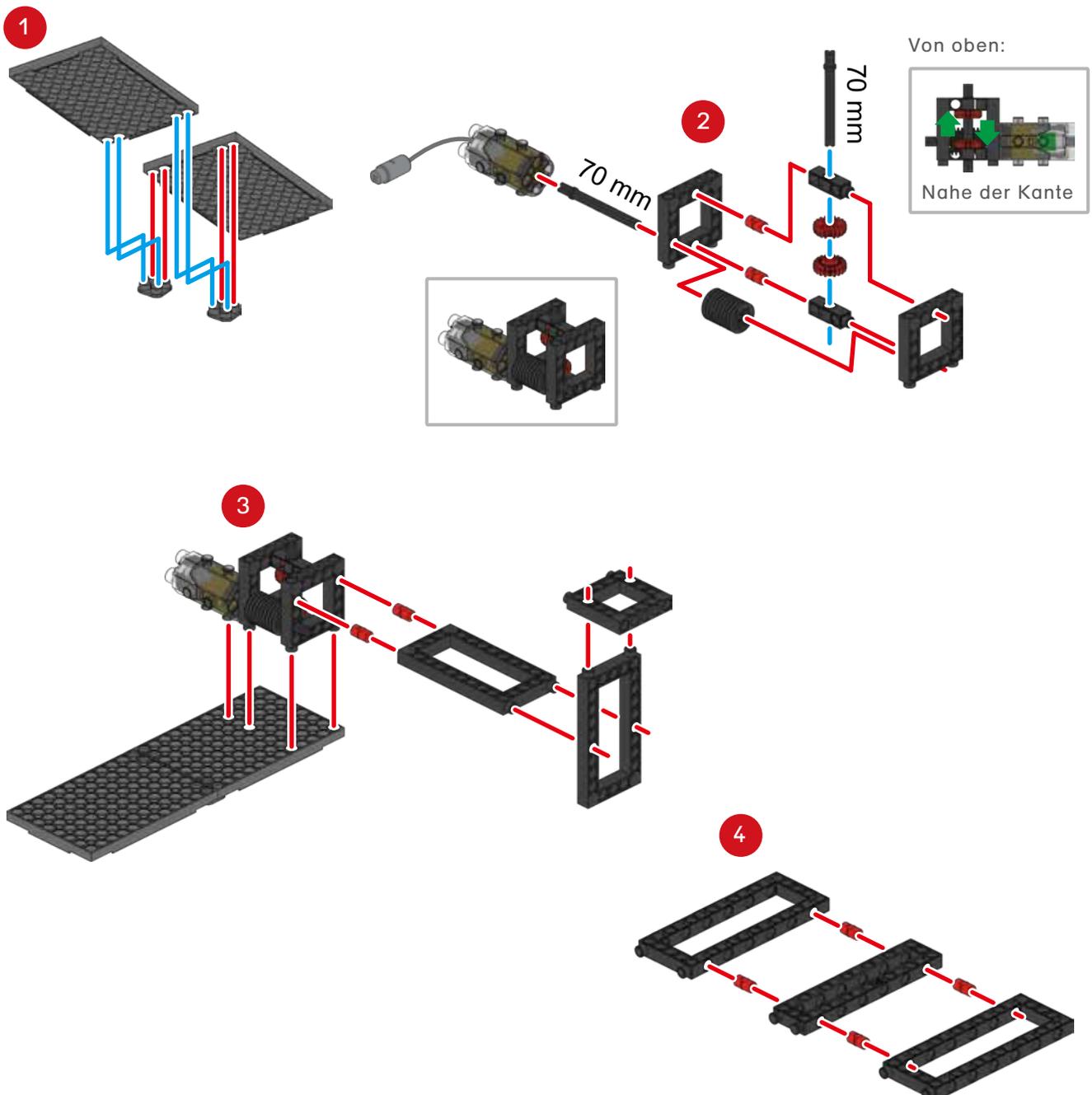
Fällt dir in deinem Alltag ein Mechanismus ein, der mit einer Kombination verschiedener Bewegungen arbeitet?

Aus welchen Bewegungskombinationen besteht er?

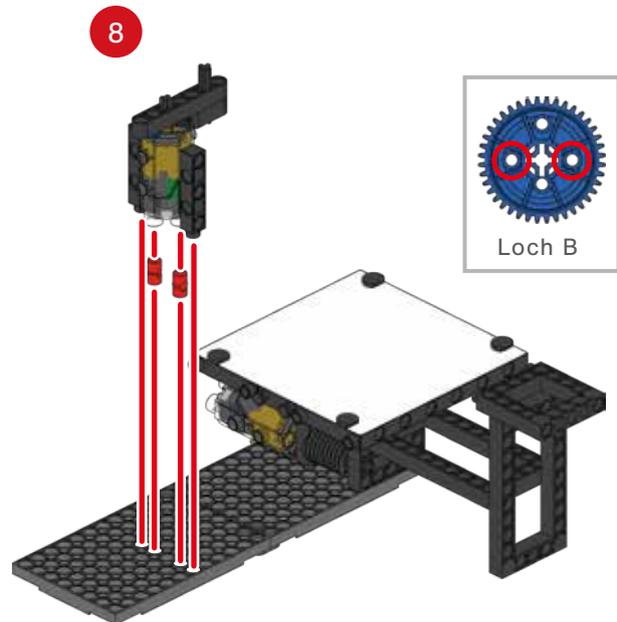
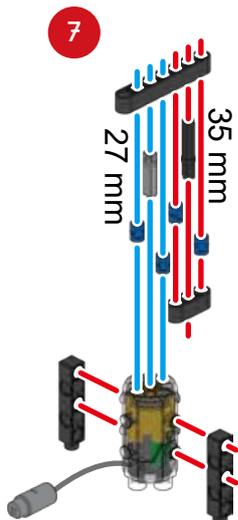
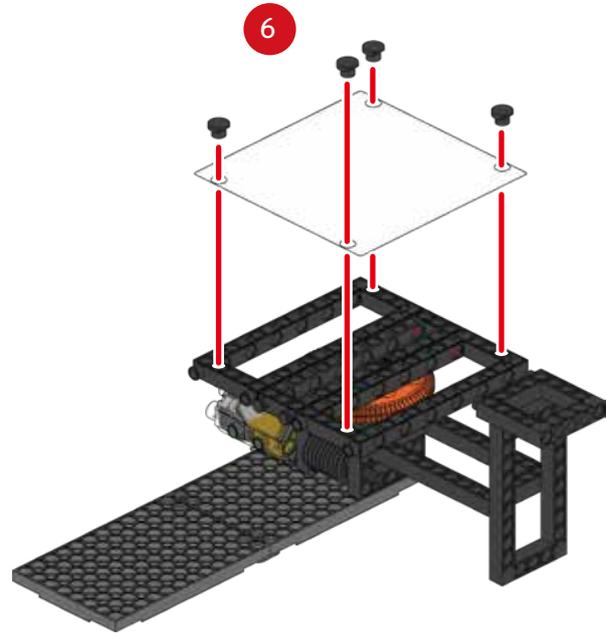
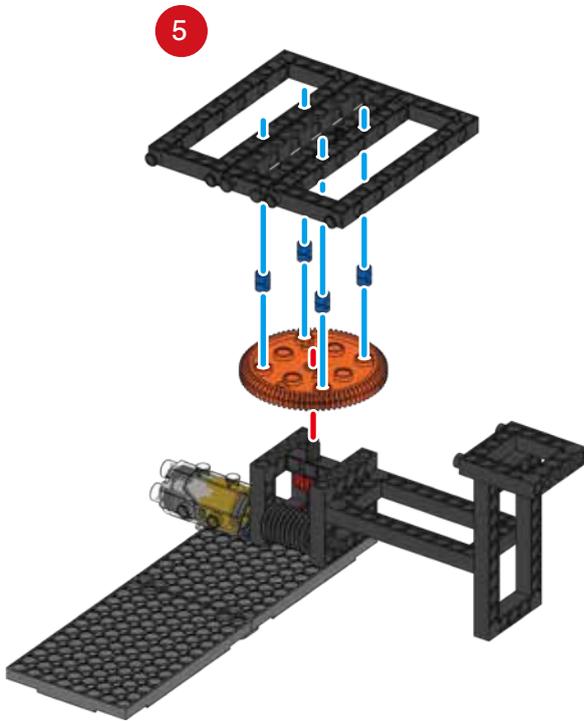
Du brauchst:

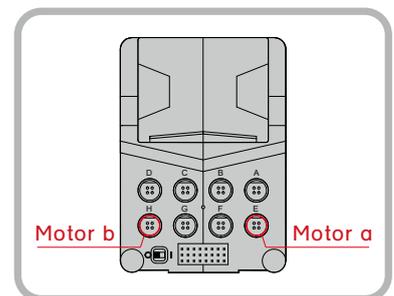
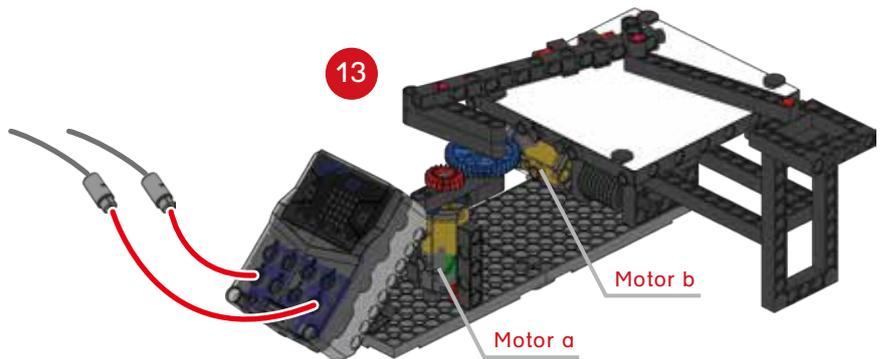
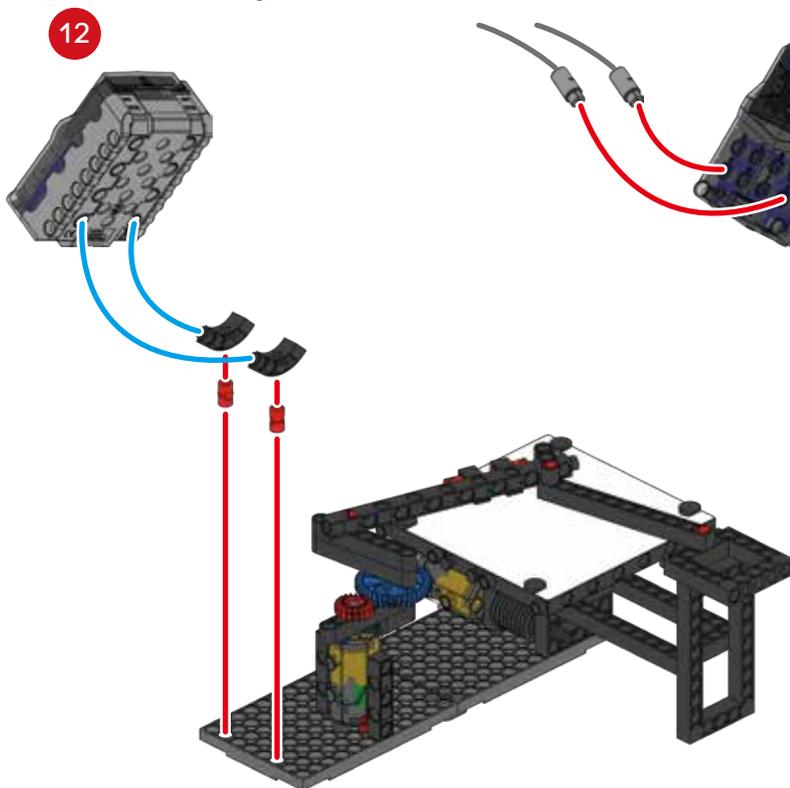
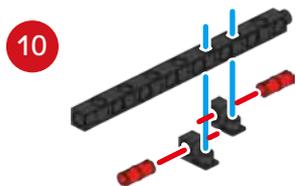
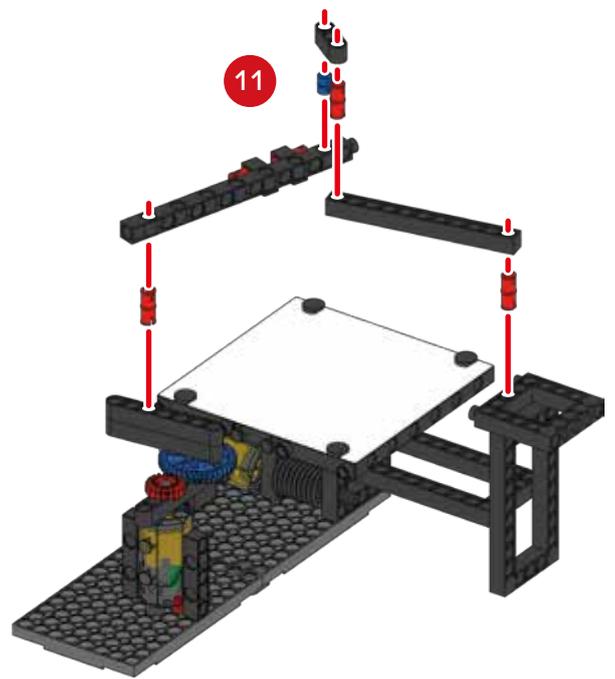
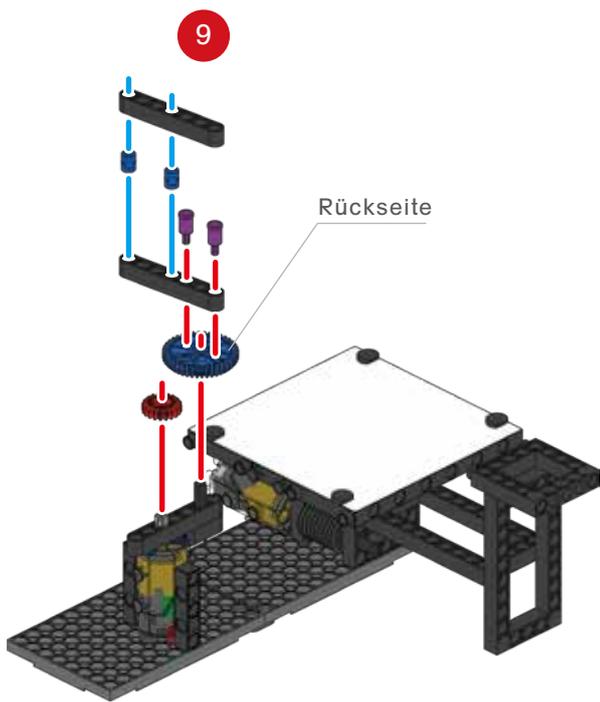


Bitte verwende dazu das Microcomputer-Plotterpapier im Anhang.



Elliptische Führung (wissenschaftlich: Pendel- und Kreisbewegung)

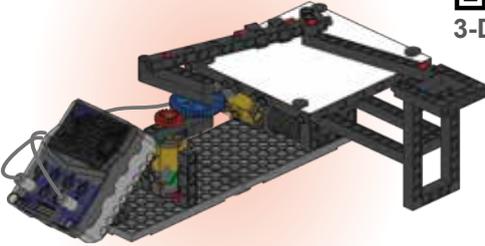




Elliptische Führung (wissenschaftlich: Pendel- und Kreisbewegung)



3-D-Ansicht



Stifte und Gummibänder liegen nicht bei. Im Modell-Video wird gezeigt, wie du sie anbringst.

Scanne den QR-Code mit deinem Smartphone, um dir ein Video anzuschauen, wie dein Modell funktioniert.



Die Videos sind auf Englisch.

Programmbeispiel

```

on start
  set on to 1
  set x to 150
  set y to 150

on button A+B pressed
  if on = 0
  then set on to 1
  else set on to 0

on button A pressed
  change x by 10
  while x > 250
  do set x to 150
  show number [x ÷ 10] 15

on button B pressed
  change y by 10
  while y > 250
  do set y to 150
  show number [y ÷ 10] 15

forever
  if on
  then
    Mcontrol pin P1
    direction of Mcontrol(0-1) 1
    MSpeed pin P8 (write only)
    speed of MSpeed(0-255) 0
    Mcontrol pin P15 (write only)
    direction of Mcontrol(0-1) 1
    MSpeed pin P16 (write only)
    speed of MSpeed(0-255) 0
  else
    Mcontrol pin P1
    direction of Mcontrol(0-1) 0
    MSpeed pin P8 (write only)
    speed of MSpeed(0-255) x
    Mcontrol pin P15 (write only)
    direction of Mcontrol(0-1) 1
    MSpeed pin P16 (write only)
    speed of MSpeed(0-255) y
  
```

Das Programm kannst du unter <https://www.dropbox.com/sh/ovqmn33oc-2v6i7v/AABHe8k-mv8eREAW2EnUK-wl1Ra?dl=0> herunterladen.

Verwende Stifte in verschiedenen Farben und zeichne mehrere Figuren auf ein Blatt Papier.

Ändere das Programm so, dass die Bewegung eines Motors regelmäßig unterbrochen wird. Beobachte, wie sich das auf das Bild auswirkt.

Wiederholung 2

Gestalte nun mithilfe der Modelle und Prinzipien, die du bisher angewendet hast, einen Ballfänger, der wahrnimmt, ob ein Ball hineingeworfen wurde oder nicht.



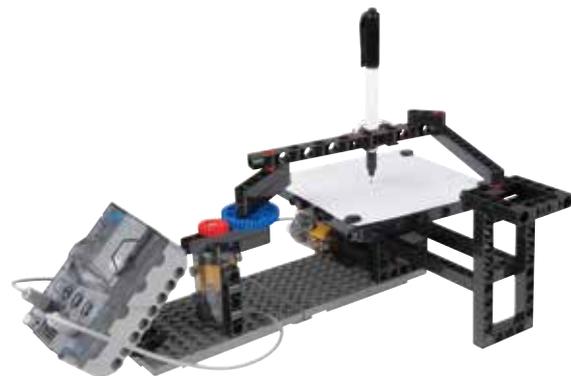
6. Messrad



7. Bahnschranke



8. Elektrisches Spurfahrzeug



9. Elliptische Führung

Verrückter Wecker (wissenschaftlich: Zufallsvariable)



Eine wichtige Funktion von Weckern ist ihr Klingelton. Selbst die neuen Wecker mit Vibration oder LED-Anzeige müssen einen Ton erzeugen. Heute kannst du dir statt langweiligen elektronischen Klingeltönen auch klassische Musik, Insektensummen, Vogelgesang oder sogar Heavy-Metal-Musik vorspielen lassen. Du kannst den Weckton ganz nach deinem Geschmack auswählen.

Es gibt viele Gründe, warum man hin und wieder verschläft: Man bleibt abends zu lang auf, der Vortag war sehr anstrengend oder man hat vergessen, den Wecker zu stellen. Aber selbst, wenn der Wecker gestellt ist, schaltet man ihn oft aus und schläft wieder ein. Tatsächlich ist das Ausschalten des Weckers sogar der häufigste Grund dafür, dass die Leute verschlafen!

Wenn du das vermeiden willst, kannst du entweder die Schlummerfunktion aktivieren oder einen Wecker verwenden, den man schwer ausschalten kann. Die Schlummerfunktion wiederholt den Ton in einem bestimmten Intervall. Aber selbst, wenn ein Wecker alle fünf Minuten klingelt, stehen manche Menschen trotzdem nicht auf.

Wir bauen hier einen verrückten Wecker. Zur eingestellten Zeit erklingt der Weckton und gleichzeitig rollt er schnell davon und versteckt sich. Wenn du also keine Lust hast, ihn hinter den Möbeln zu suchen, musst du schnell aufstehen und ihn einfangen!

Im Alltag

Bei einer zufälligen Auswahl lassen sich weder das Ziel noch der Grund, die Regeln oder andere Dinge vorhersagen. Ein zufälliger Vorgang liefert daher immer wieder unvorhersehbare Ergebnisse.

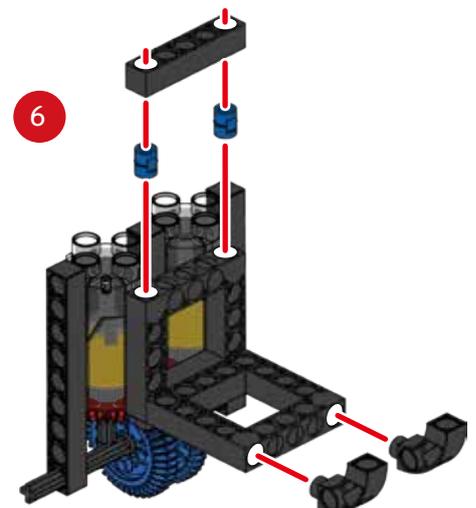
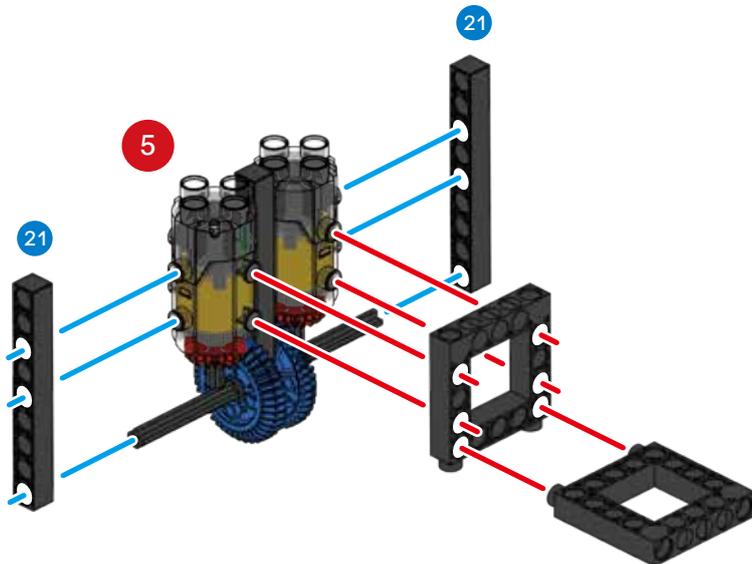
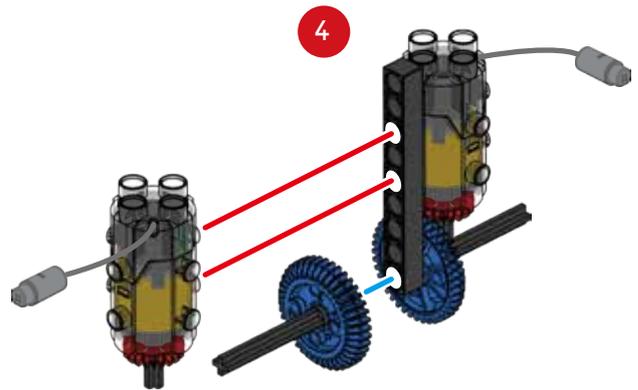
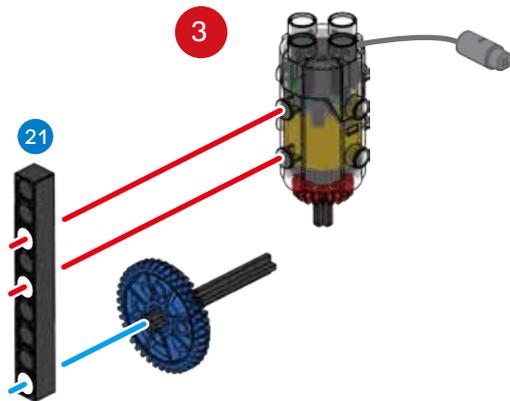
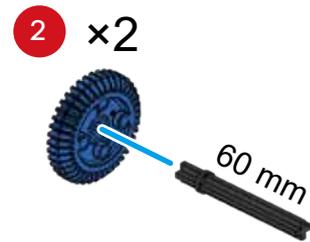
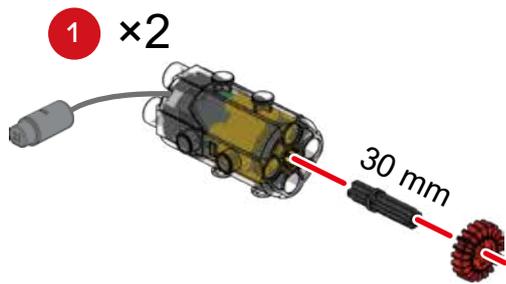
Eine Zufallsvariable ist eine Variable, die zufällig aus einem vorgegebenen Bereich ausgewählt wird. Ihr Wert liegt daher immer in diesem Bereich, aber er lässt sich niemals genau vorherbestimmen. Durch Zufall erhält man immer unbestimmte Werte. Damit der Wecker verrückt umherrollt, setzen wir im Programm das Konzept der zufälligen Auswahl ein und legen nicht fest, in welche Richtung er jeweils abbiegen soll.



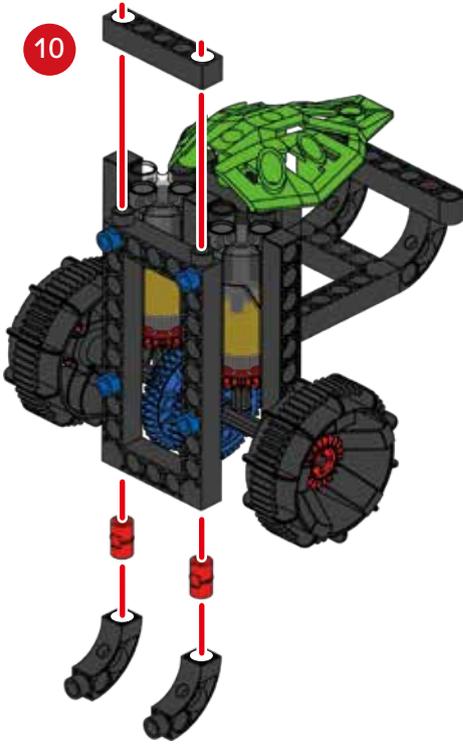
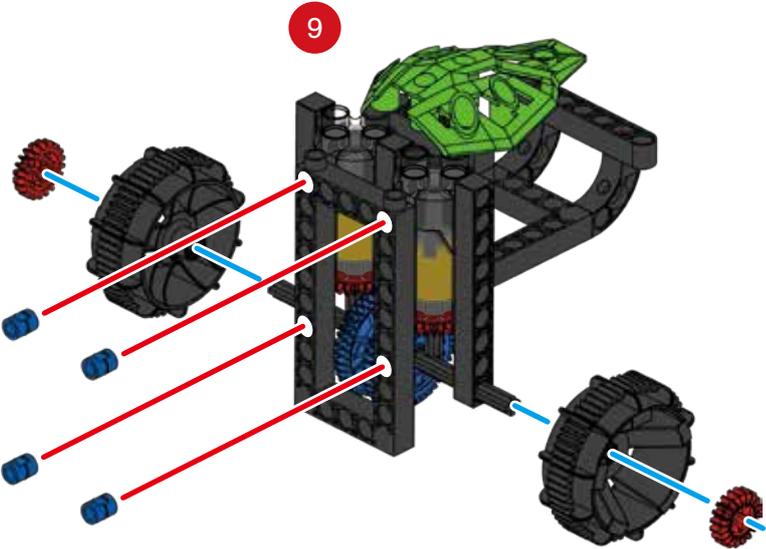
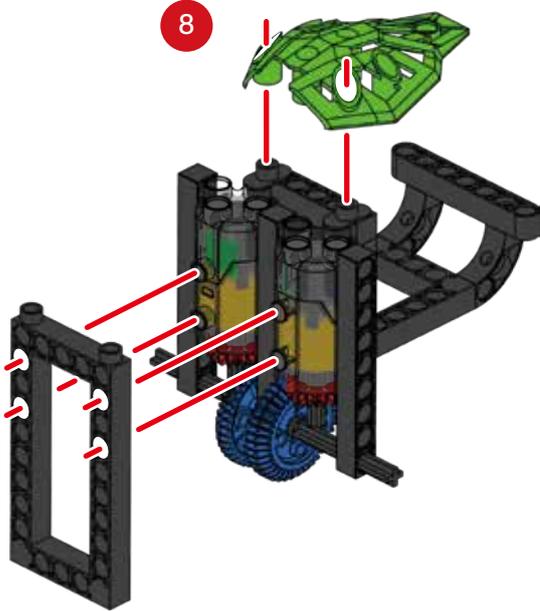
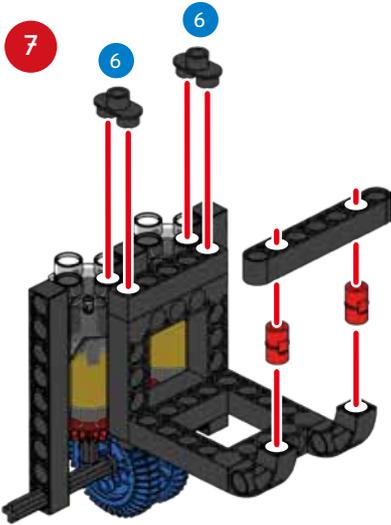
Brainstorming

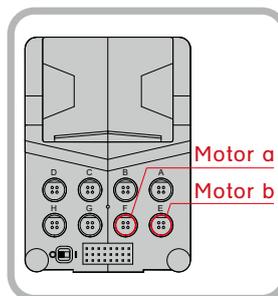
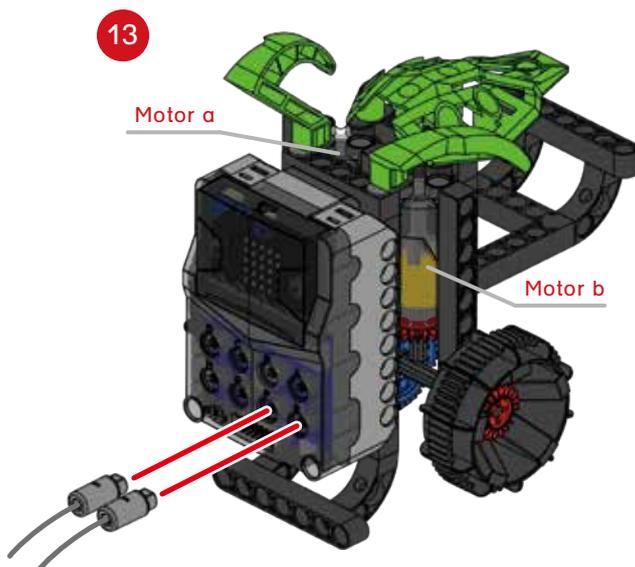
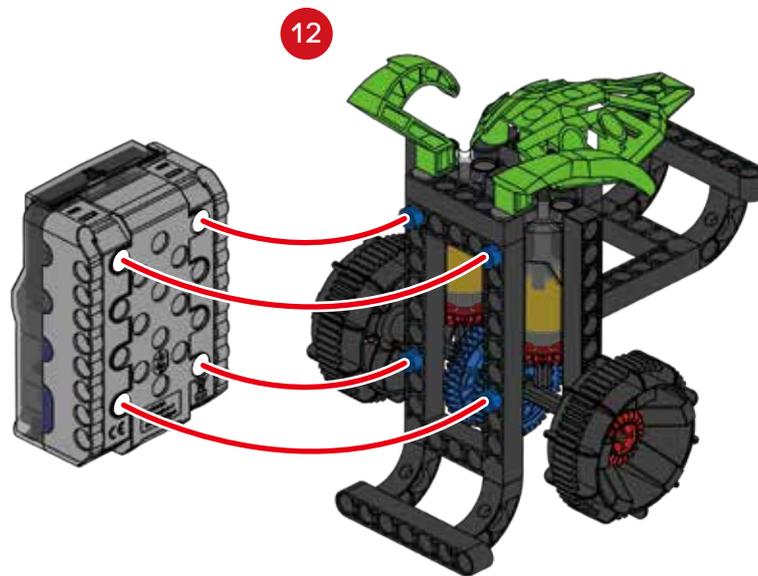
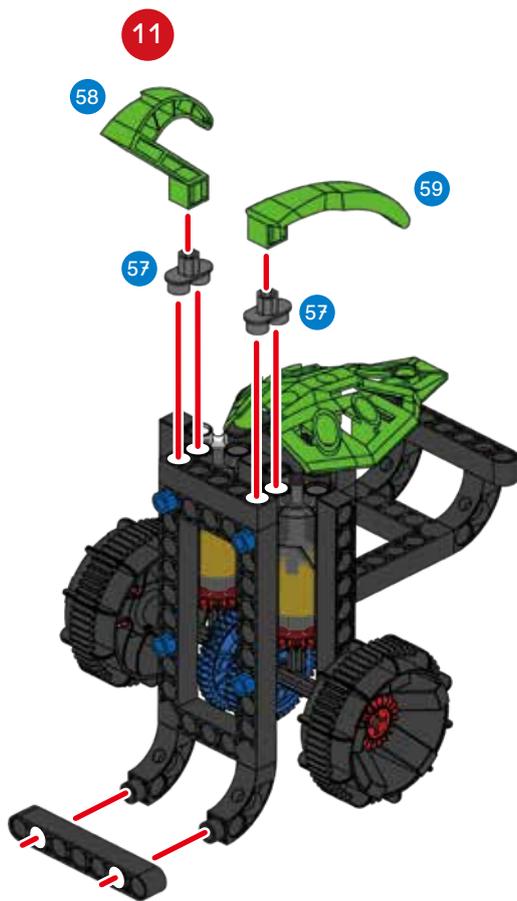
Welche Dinge fallen dir noch ein, die im Leben vom Zufall abhängen?

Du brauchst:



Verrückter Wecker (wissenschaftlich: Zufallsvariable)





Verrückter Wecker (wissenschaftlich: Zufallsvariable)



Scanne den QR-Code mit deinem Smartphone, um dir ein Video anzuschauen, wie dein Modell funktioniert.



Die Videos sind auf Englisch.

Programmbeispiel

Das Programm kannst du unter <https://www.dropbox.com/sh/ovqmn33oc2v6i7v/AABHe8kmv8eREAW2EnUKw11Ra?dl=0> herunterladen.

Schreibe ein Programm, mit dem sich der Wecker auf verschiedene Weise bewegt (den Bewegungsmodus ändert).

Verändere die Form des Weckers so, dass er sich nach vorn oder hinten neigen kann und trotzdem weiterrollt.

Trike-Motorrad (wissenschaftlich: Gleiten und Lenken)



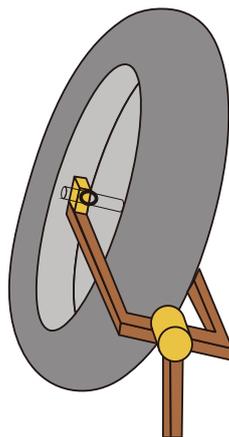
Fahrzeuge haben eine lange Geschichte. Zuerst gab es Wagen, die gezogen wurden, dann dampfgetriebene Fahrzeuge und schließlich Autos. Zu dieser Zeit war die Kraftübertragung schon weit fortgeschritten.

Kleine, dampfgetriebene Fahrzeuge gab es zuerst in Frankreich. Nicholas Cugnot baute 1769 den ersten Dampfwagen, den « fardier à vapeur ». In Großbritannien wurden Lokomotiven mit Dampfantrieb entwickelt und danach folgten weitere Entwicklungen für Züge aus Deutschland und den USA.

Die Lokomotiven wurden zuerst von Dampf und dann von Strom oder Diesel angetrieben. Das erste zum Verkauf bestimmte Motorrad war 1884 ein dreirädriges Modell aus Großbritannien. Da es keinen Erfolg hatte und es Probleme mit der Finanzierung gab, wurde es eingestellt. Im Jahr 1885 bauten deutsche Erfinder den sogenannten „Reitwagen“ mit einem Ottomotor, doch auch dieses Modell kam nie auf den Markt. Dann wurde 1894, ebenfalls in Deutschland, das erste selbstfahrende Fahrzeug auf den Markt gebracht, das den Namen „Motorrad“ erhielt. Das Fahrzeug in dieser Lektion wird von einem Motor angetrieben und durch Schwenken der Räder gelenkt. Mit den Buttons A und B kannst du den Betriebsmodus auswählen. Du kannst auch im Programm eine andere Fortbewegungsweise festlegen.

Im Alltag

Es gibt zwei Möglichkeiten der Lenkung: einfach oder mit Differenzialgetriebe. Autos haben Differenzial- oder Ausgleichsgetriebe, damit sich die Räder in Kurven unterschiedlich schnell drehen können. Das Planetengetriebe in diesem Bausatz ist ebenfalls ein Differenzialgetriebe. Kettenfahrzeuge wie Baukräne und Bagger lenken oder drehen sich durch unterschiedliche Geschwindigkeiten der beiden Ketten (sie gleiten dann scheinbar). Mit einem doppelten Differenzialgetriebe (links und rechts) können sich das linke und rechte Rad (oder die Ketten) unterschiedlich schnell drehen und auch vorwärts und rückwärts angetrieben werden. So können sich einige Kettenfahrzeuge sogar auf der Stelle drehen.

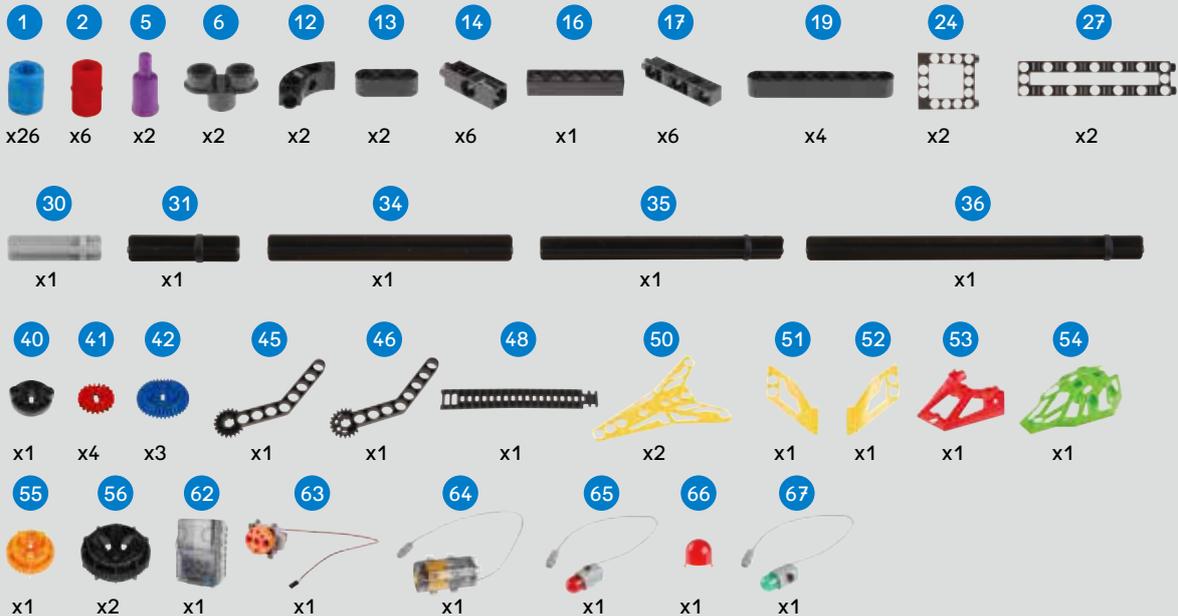


Brainstorming

Wie viele 50X-PLANETENGETRIEBE (DDM) und 180°-SERVOMOTOREN (METALLGETRIEBE) brauchst du jeweils für einen Lenk- oder einen Gleitmechanismus?

Trike-Motorrad (wissenschaftlich: Gleiten und Lenken)

Du brauchst:



1 x2

2 70 mm

Rückseite

Vorderansicht

Das Zahnrad muss oben bleiben

3 27 mm

So richtest du deinen Motor vertikal aus:

Achte darauf, dass die Löcher genau senkrecht übereinander liegen.

4

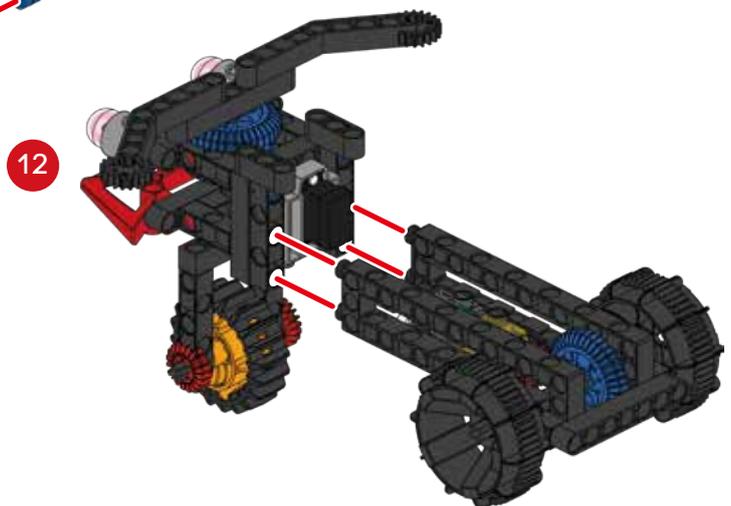
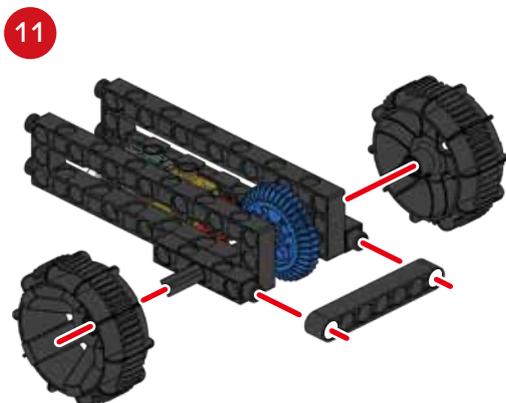
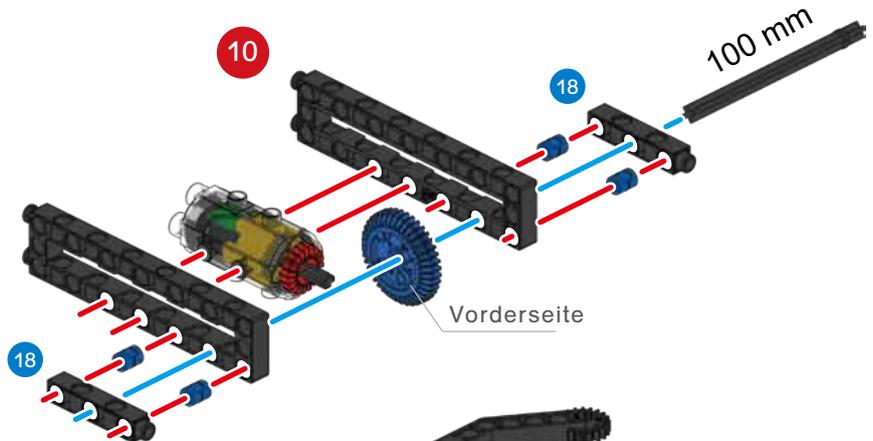
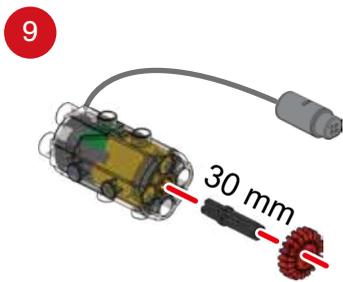
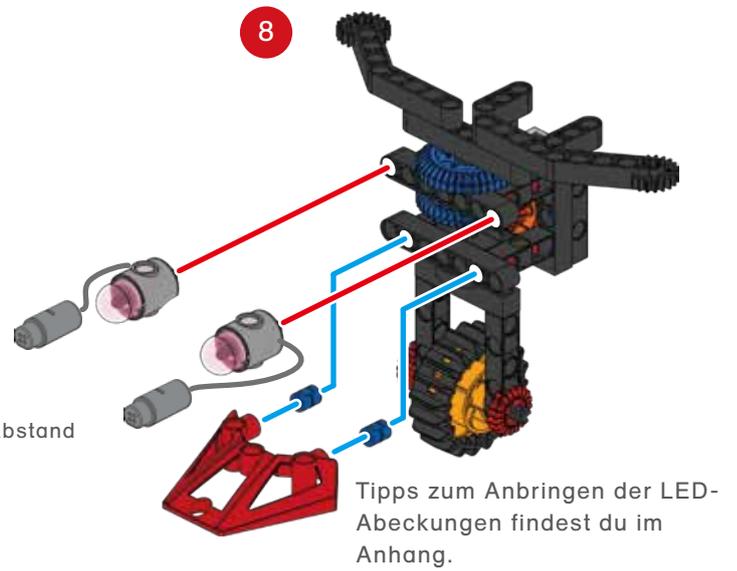
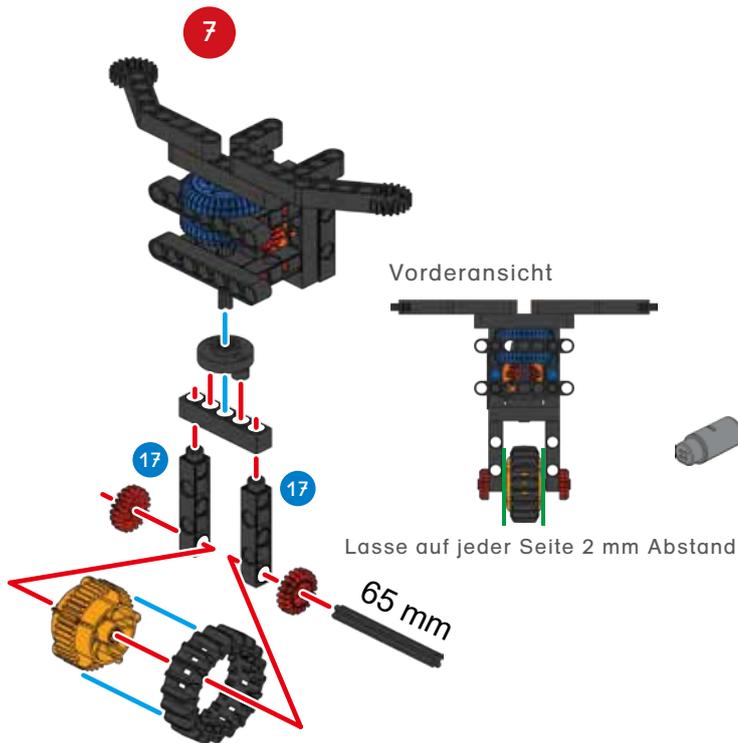
5

6 48 x1

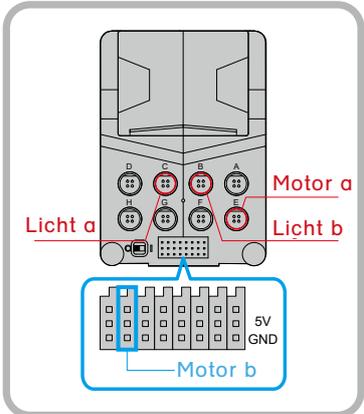
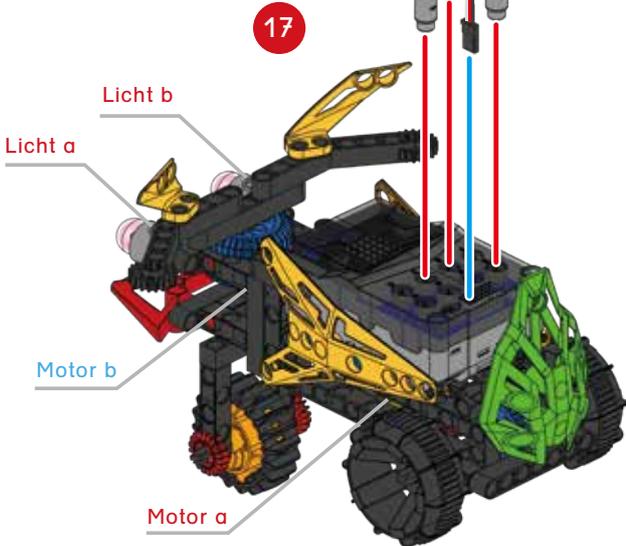
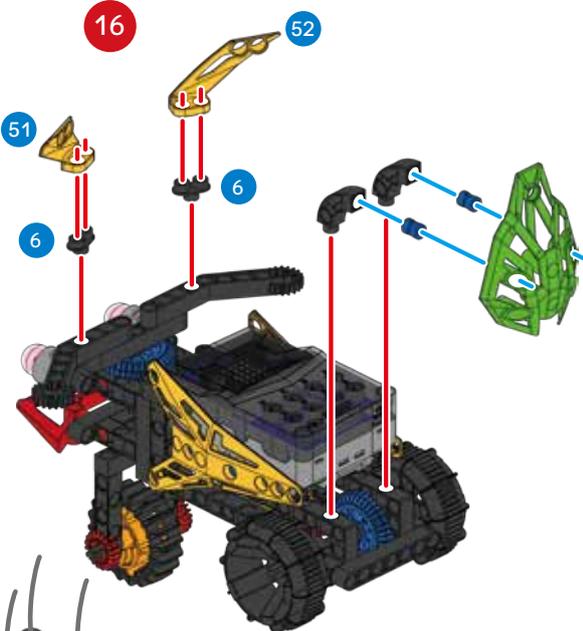
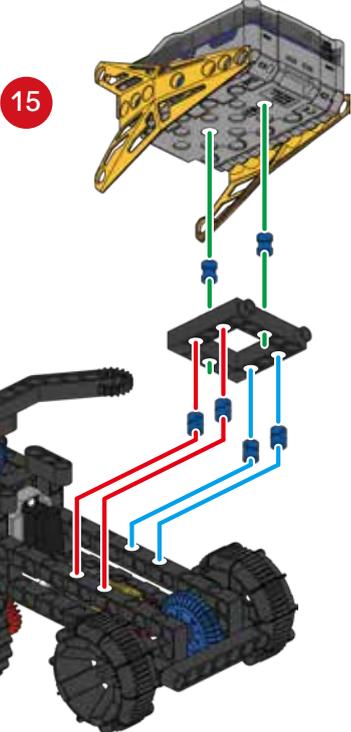
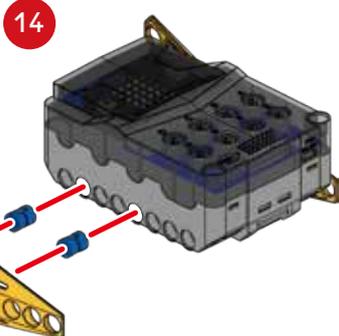
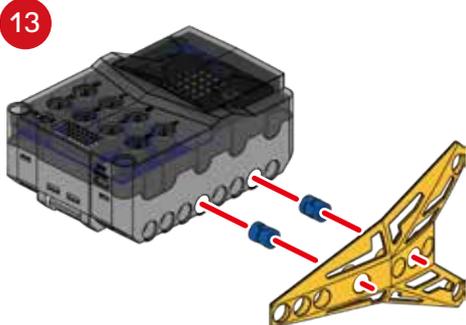
Loch B

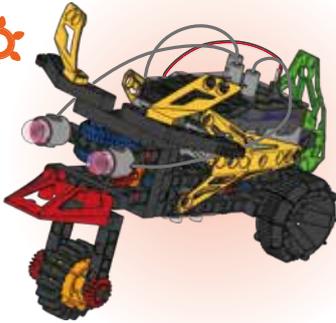
64

Tipps zum Schließen des Kettenriemens findest du im Anhang.



Trike-Motorrad (wissenschaftlich: Gleiten und Lenken)





3-D-Ansicht

Scanne den QR-Code mit deinem Smartphone, um dir ein Video anzuschauen, wie dein Modell funktioniert.



Die Videos sind auf Englisch.

Programmbeispiel

```

on start
  servo write pin P1 (write only) to 0
  Mcontrol pin P15 (write only)
  direction of Mcontrol(0-1)
  Mspeed pin P16 (write only)
  speed of Mspeed(0-255)
  set item to 0
  set on to 0
  set t to 1600

on button A pressed
  if on = 0
  then
    change item by 1
    set t to 1600
    Mcontrol pin P15 (write only)
    direction of Mcontrol(0-1)
    Mspeed pin P16 (write only)
    speed of Mspeed(0-255)
    digital write pin P2 to 1
    digital write pin P3 to 1
  else
    set on to 0
    Mcontrol pin P15 (write only)
    direction of Mcontrol(0-1)
    Mspeed pin P16 (write only)
    speed of Mspeed(0-255)
    digital write pin P2 to 0
    digital write pin P3 to 0

function 1
  digital write pin P2 to 0
  servo write pin P1 (write only) to 135
  pause (ms) 100
  servo write pin P1 (write only) to 90
  digital write pin P2 to 1

function 2
  digital write pin P2 to 0
  servo write pin P1 (write only) to 45
  pause (ms) 100
  servo write pin P1 (write only) to 90
  digital write pin P2 to 1

on button B pressed
  change item by 1
  if item = 4
  then
    set item to 0
    show number item

on button C pressed
  change item by -1
  if item = 0
  then
    set item to 4
    show number item

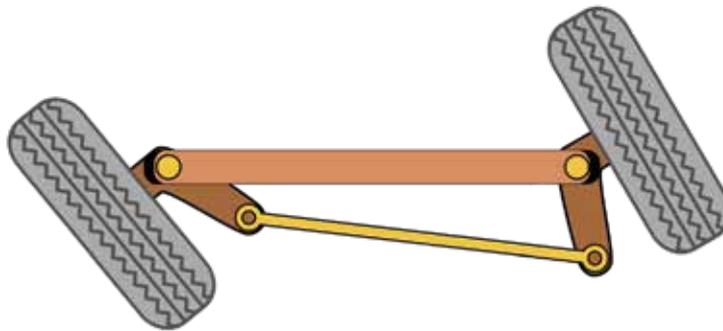
forever
  if item = 0
  then
    pause (ms) 1500
    call function 1
  else if item = 1 and on = 1
  then
    pause (ms) 1500
    call function 2
  else if item = 2 and on = 1
  then
    set t to 800
    pause (ms) 1000
    call function 1
    pause (ms) 1000
    call function 2
  else if item = 3 and on = 1
  then
    set t to 800
    pause (ms) 1000
    call function 1
    pause (ms) 1000
    call function 2
  else if item = 4 and on = 1
  then
    pause (ms) 2000
    call function 1
    pause (ms) 1000
    call function 2
    pause (ms) 1000
    call function 1
    pause (ms) 1000
    call function 2
    pause (ms) 1000
    call function 1
    pause (ms) 1000
    call function 2
  
```

Das Programm kannst du unter <https://www.dropbox.com/sh/ovqmn33oc2v6i7v/AABHe8kmv8eREAW2EnUKw11Ra?dl=0> herunterladen.

Ändere den Inhalt des Programms so, dass noch eine weitere, neue Aktion ausgeführt wird.

Versuche, mit anderen gemeinsam eigene Programme zur Fernsteuerung zu schreiben.

Bohrmaschine (wissenschaftlich: Hinterradlenkung)



Das Lenkgestänge ist meist vorn im Fahrwerk eingebaut. Die Lenkeigenschaften lassen sich in drei Kategorien einteilen: Unter- und Übersteuerung sowie neutral. Bei Fahrzeugen mit Vorderradantrieb muss man bei einer Untersteuerung bremsen und langsamer fahren. Bei Übersteuerung muss man dagegen oft das Lenkrad etwas zurückdrehen und es dann stark festhalten. Dieses sogenannte Driften ist sehr riskant und nur für sehr gute Fahrer zu empfehlen. Bei normalen Fahrzeugen ist meist eine leichte Untersteuerung voreingestellt, damit sie stabil fahren. Die Probleme der Unter- und Übersteuerung lassen sich durch einen Hinterradantrieb lösen. Hier gibt es zwei Möglichkeiten: Die Hinterräder können in die gleiche Richtung wie die Vorderräder gelenkt werden oder in die entgegengesetzte Richtung. Die gleiche Richtung verringert die Übersteuerung, die entgegengesetzte Richtung verringert die Untersteuerung. Bei niedrigem Tempo dreht sich das Auto stärker, wenn sich die Vorder- und Hinterräder in entgegengesetzte Richtung drehen. Bei hohem Tempo kommt es dabei jedoch oft zur Übersteuerung. Gleichgerichtete Vorder- und Hinterräder kompensieren die Übersteuerung, sodass das Fahrzeug besser ausbalanciert ist.

Im Alltag

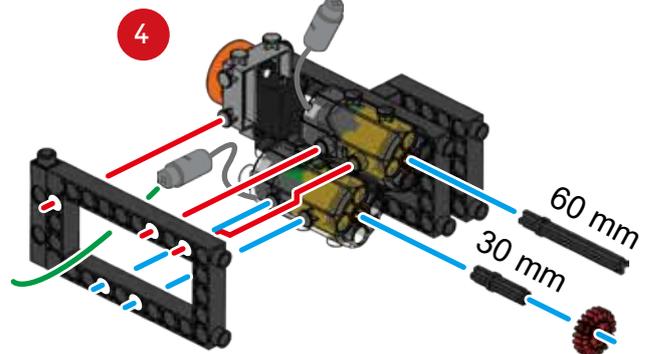
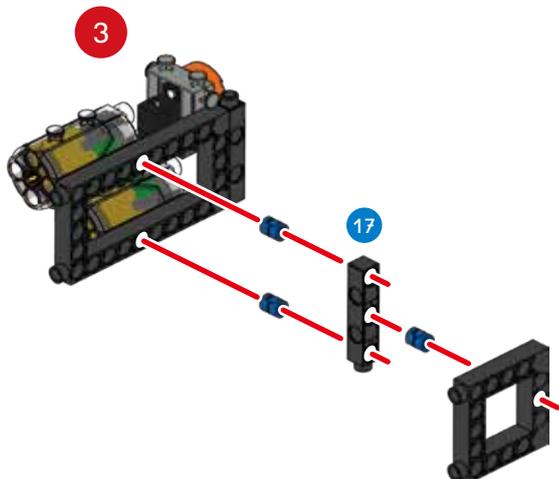
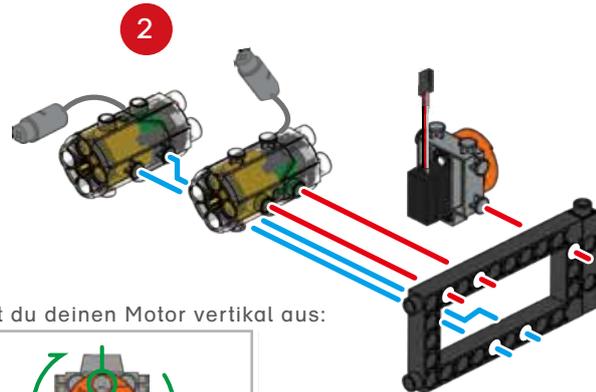
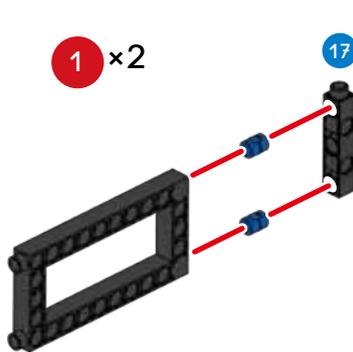
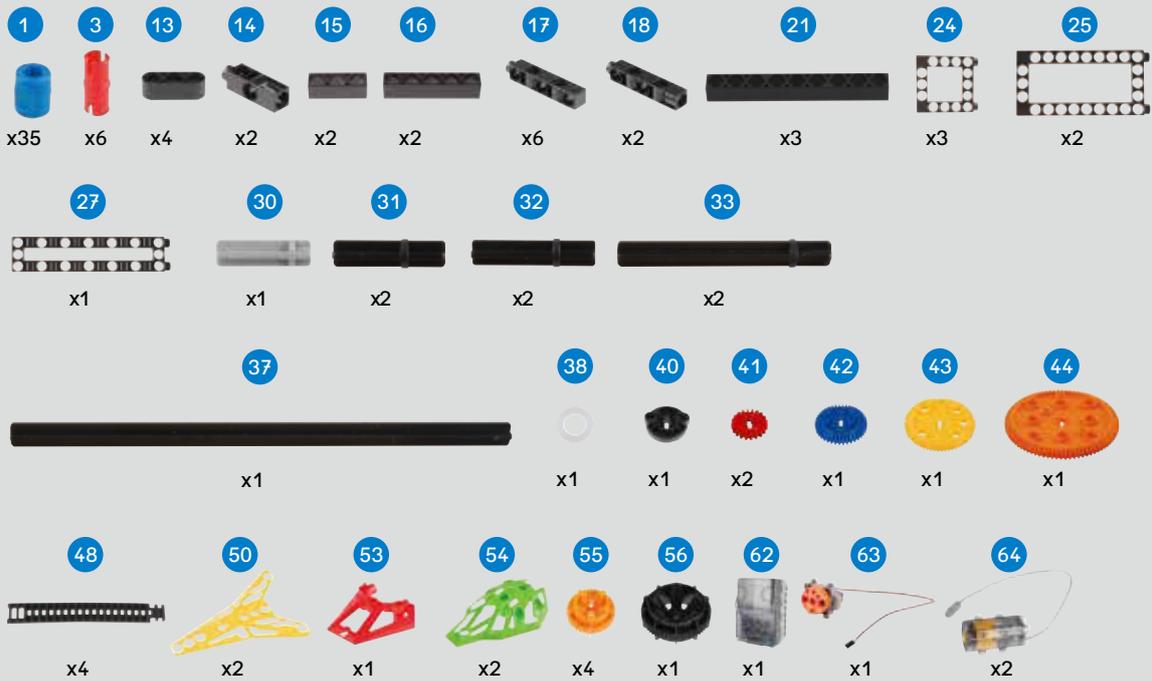
Es gibt viele Arten von Nutzfahrzeugen. Sehr schwere Fahrzeuge bewegen ihre Maschinenteile meist mit hydraulischer Flüssigkeit, die von einer Druckpumpe mit sehr hohem Druck in die Teile gepumpt wird. Hydraulikleitungen verbinden die hydraulischen Bauteile. Die Pumpe wird mit einem Motor angetrieben und steuert den gesamten Fahrzeugbetrieb, indem sie die Bewegung der Flüssigkeit und den Druck aller Ventile regelt. Tunnelbohrmaschinen sieht man in vielen Filmen, aber in Wirklichkeit können wir beim heutigen Stand der Technik noch keine Höhlen damit bohren, weil es zu gefährlich ist. Wir können nicht ausschließen, dass der ausgebohrte Bereich einbricht und sowohl Menschen als auch Maschinen unter sich begräbt.



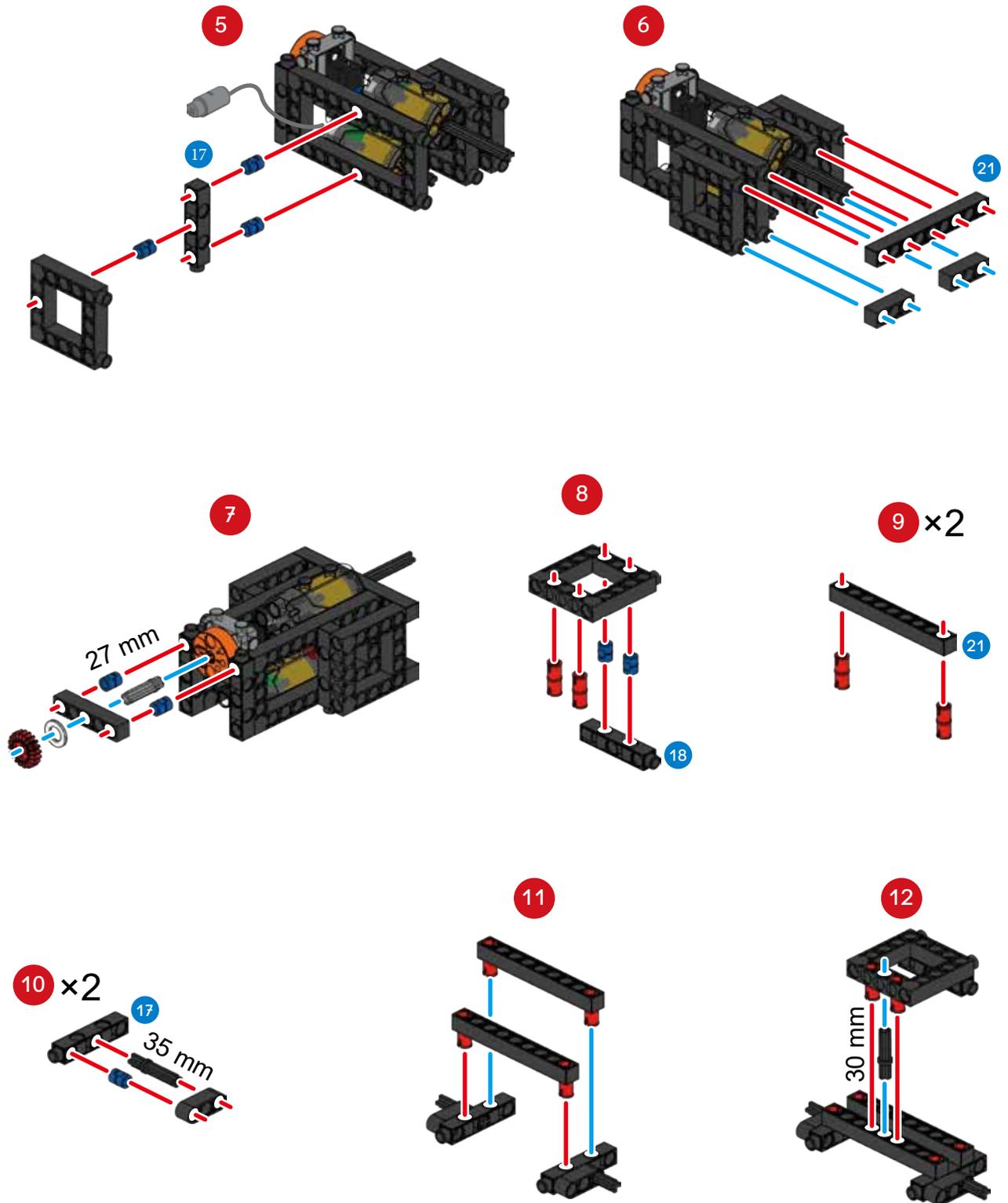
Brainstorming

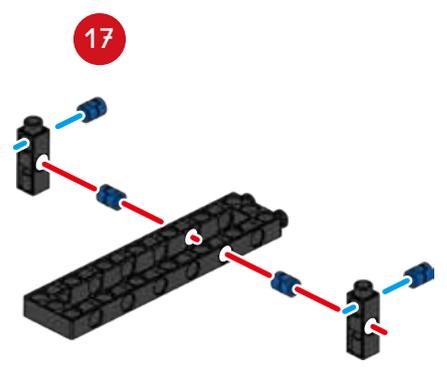
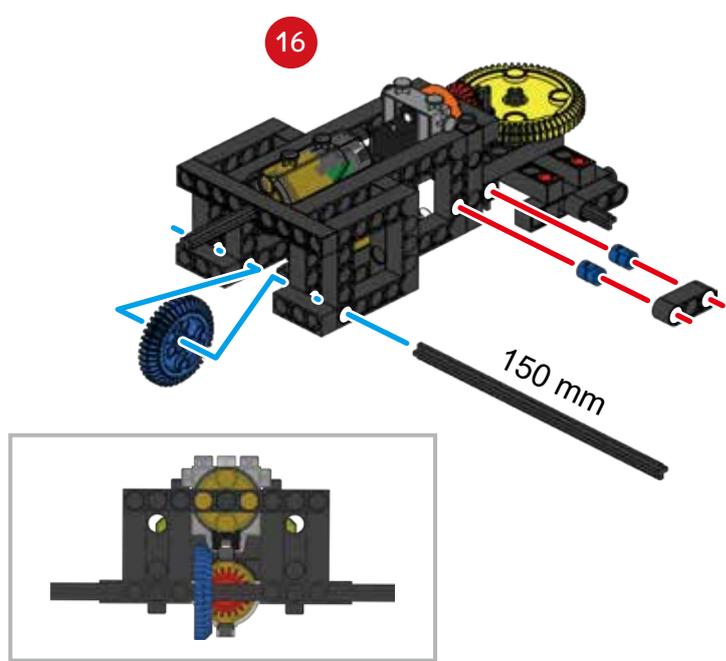
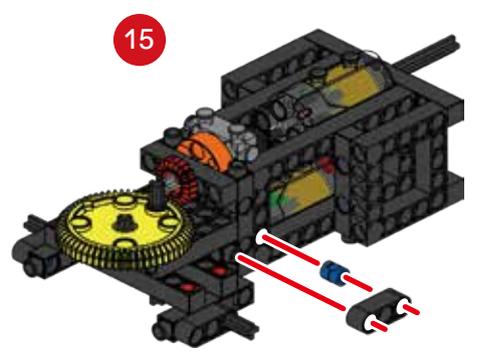
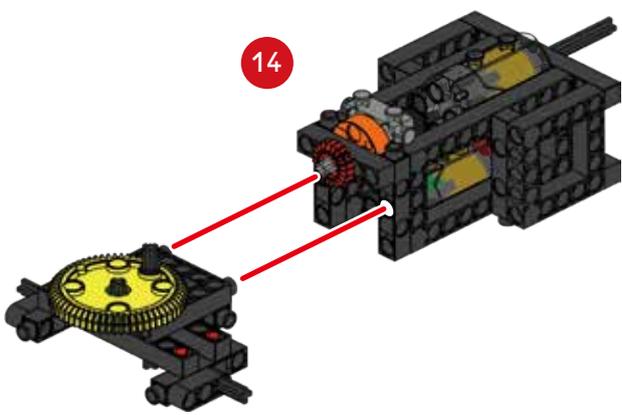
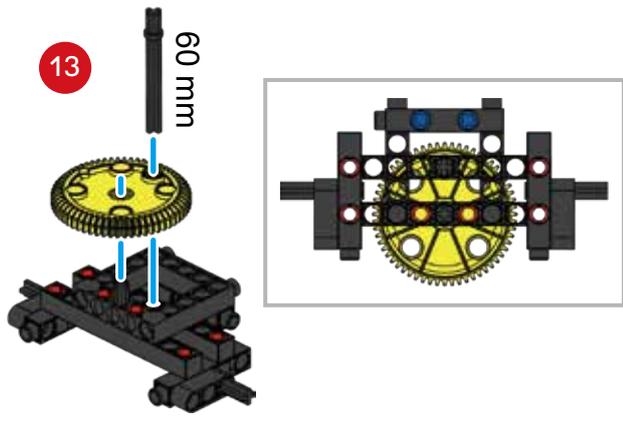
Warum parken Autofahrer sehr häufig rückwärts ein?

Du brauchst:

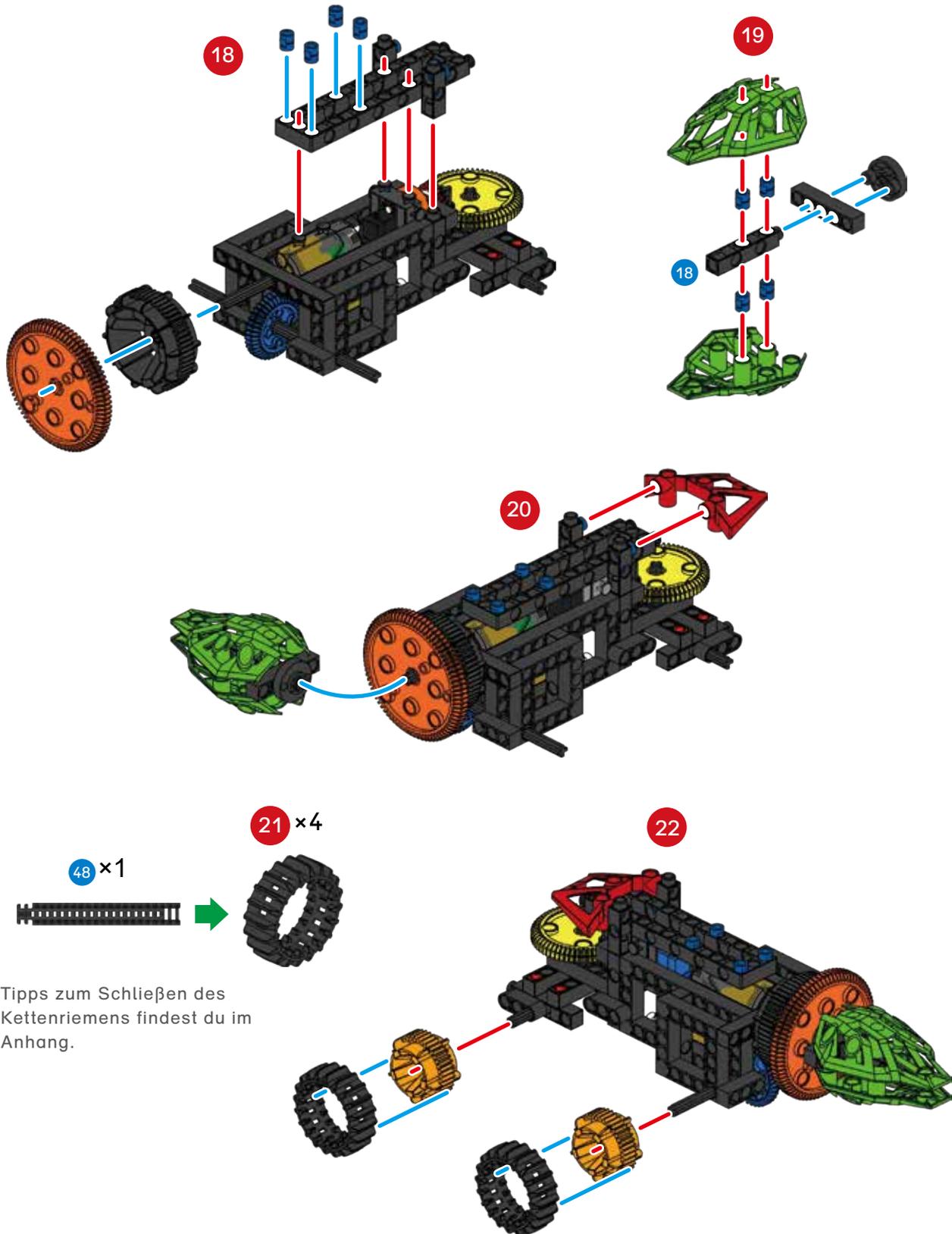


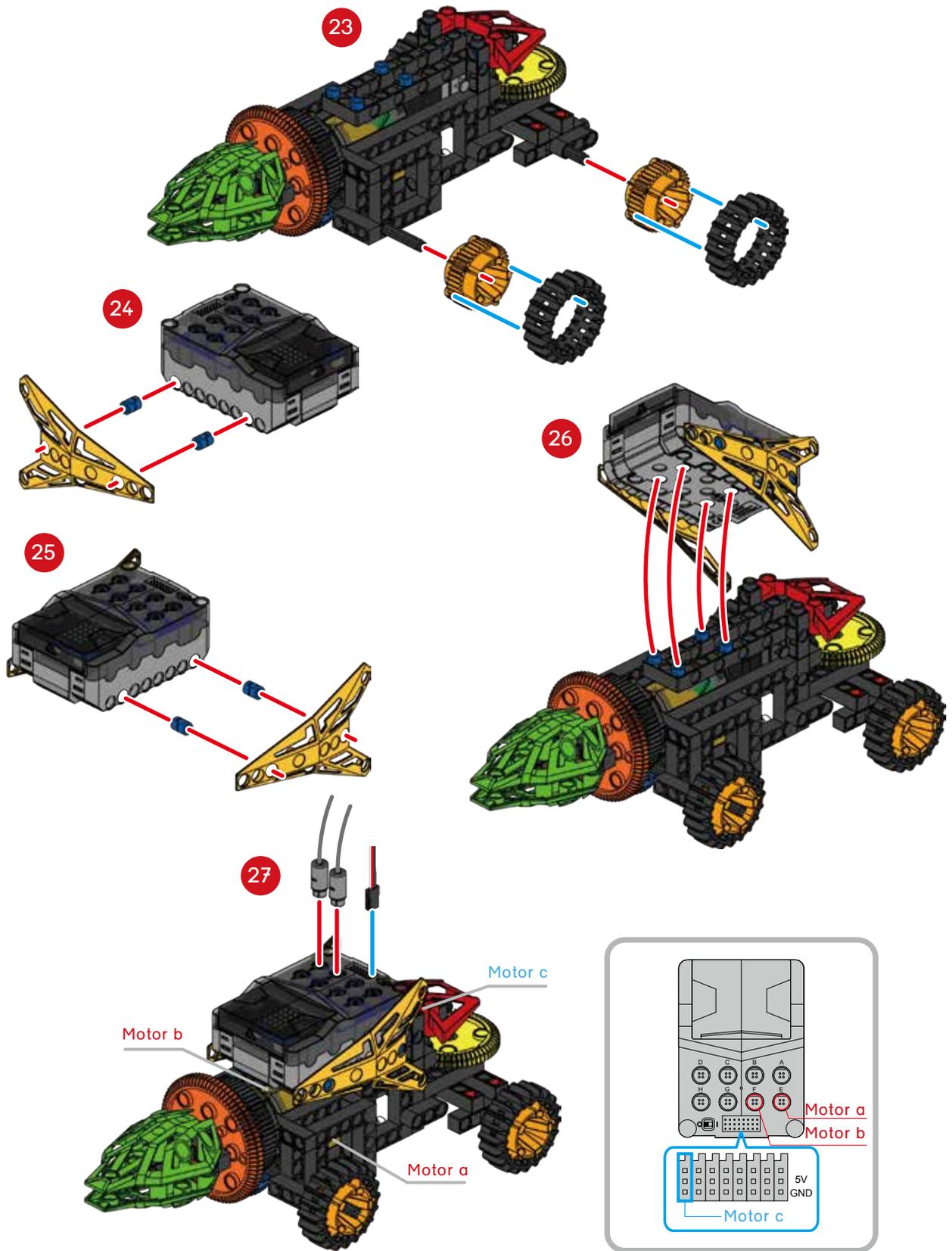
Bohrmaschine (wissenschaftlich: Hinterradlenkung)





Bohrmaschine (wissenschaftlich: Hinterradlenkung)





Bohrmaschine (wissenschaftlich: Hinterradlenkung)



Scanne den QR-Code mit deinem Smartphone, um dir ein Video anzuschauen, wie dein Modell funktioniert.

Die Videos sind auf Englisch.

Programmbeispiel

```
on start
  set on to 2
  set t to 1600
  call function stop

on button A3 pressed
  if on < 2
  then
    change on by 1
  else
    set on to 0

on button A4 pressed
  show arrow North East
  servo write pin P1 to 20
  pause (ms) t
  servo write pin P1 to 90

on button B1 pressed
  show arrow North West
  servo write pin P1 to 160
  pause (ms) t
  servo write pin P1 to 90

function stop
  servo write pin P1 to 90
  Mcontrol pin P13 (write only)
  direction of Mcontrol(0-1) 0
  MSpeed pin P14 (write only)
  speed of MSpeed(0-255) 0
  Mcontrol pin P15 (write only)
  direction of Mcontrol(0-1) 0
  MSpeed pin P16 (write only)
  speed of MSpeed(0-255) 0

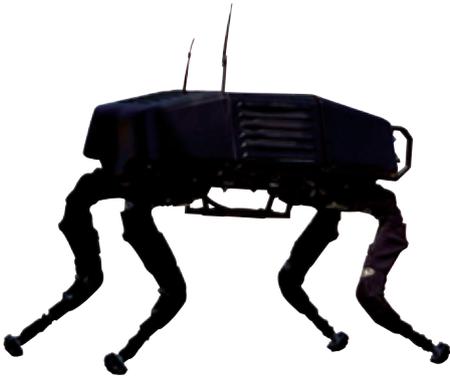
forever
  if on = 1
  then
    show arrow North
    Mcontrol pin P13 (write only)
    direction of Mcontrol(0-1) 0
    MSpeed pin P14 (write only)
    speed of MSpeed(0-255) 200 (light level)
    Mcontrol pin P15 (write only)
    direction of Mcontrol(0-1) on
    MSpeed pin P16 (write only)
    speed of MSpeed(0-255) light level
  else if on = 0
  then
    show arrow South
    Mcontrol pin P13 (write only)
    direction of Mcontrol(0-1) 0
    MSpeed pin P14 (write only)
    speed of MSpeed(0-255) 200 (light level)
    Mcontrol pin P15 (write only)
    direction of Mcontrol(0-1) on
    MSpeed pin P15 (write only)
    speed of MSpeed(0-255) light level
  else
    show icon
    call function stop
```

Das Programm kannst du unter <https://www.dropbox.com/sh/ovqmn33oc2v6i7v/AABHe8k-mv8eREAW2EnUKw11Ra?dl=0> herunterladen.

Ändere den Lichteinfall mit einer Taschenlampe so, dass sich die Geschwindigkeit der Bohrmaschine verändert.

Ergänze das Programm mit einer neuen Fernsteuerung. Prüfe und notiere die Logik und die Möglichkeiten zur Fernsteuerung, die du gelernt hast.

Vierbeiniger Käfer (wissenschaftlich: Getriebe/Verbindungen)

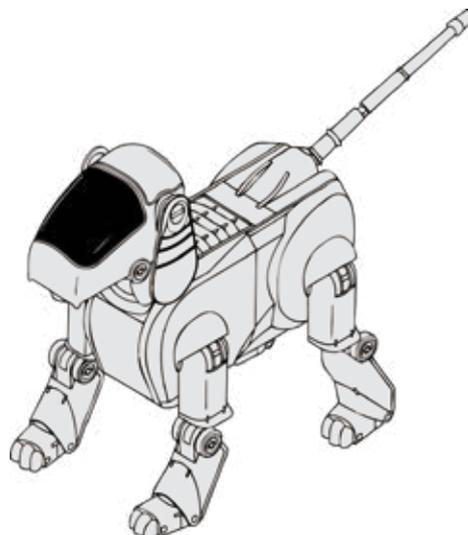


In Boston wurde 2005 ein Roboterhund entwickelt, der weder Ketten noch Räder hat, sondern auf vier Roboterbeinen geht. Der dynamische, ausbalancierte, vierbeinige Roboter ist 1 m lang, 70 cm hoch, wiegt 75 kg und kann bis zu 154 kg tragen. Er bewegt sich in unebenem Gelände mit maximal 5,3 km/h fort und kann Abhänge mit maximal 35 Grad Steigung bewältigen. Sein Körper hat verschiedene Sensoren, Laser-Gyroskope und ein 3-D-Stereo-Visionssystem. Über Signale an den eingebauten Mikrocomputer lässt sich der Roboter so programmieren, dass er intelligent reagiert. Das Design wurde zu Roboter-Haustieren weiterentwickelt, die sich leiser bewegen und weniger als 30 kg wiegen. Sie sind schon serienreif und wir werden sie vielleicht bald öfter in unserer Umgebung sehen.

Im Alltag

Einer der meist verwendeten Kraftübertragungsmechanismen ist das Zahnradgetriebe. Es kann Drehung und Kraft zwischen zwei beliebigen Achsen übertragen. Da diese Getriebe sehr exakt und mit hohem Wirkungsgrad funktionieren, lässt sich damit die Fortbewegung von Tieren (Gang) gut imitieren. Getrennt, aber koordiniert bewegte Vorder- und Hinterbeine bewegen das „Tier“ vorwärts.

Dies ist auch die häufigste Fortbewegungsmethode für „Strandbeests“. Durch eine einfache Staffelung der Gelenke, die von den Getrieben gezogen werden, kannst du jede beliebige Schrittbewegung erzeugen.

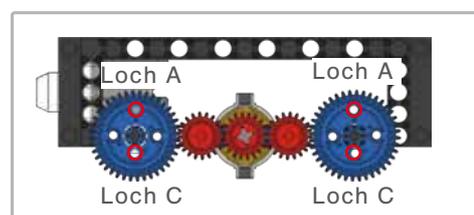
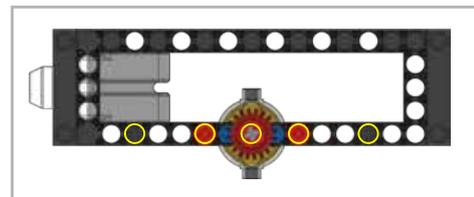
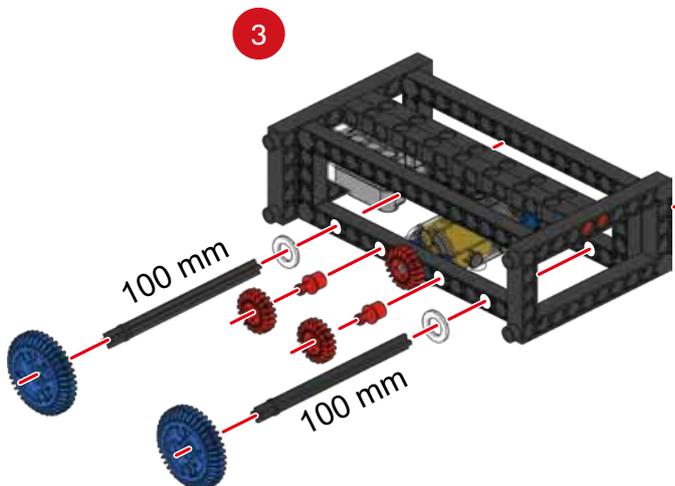
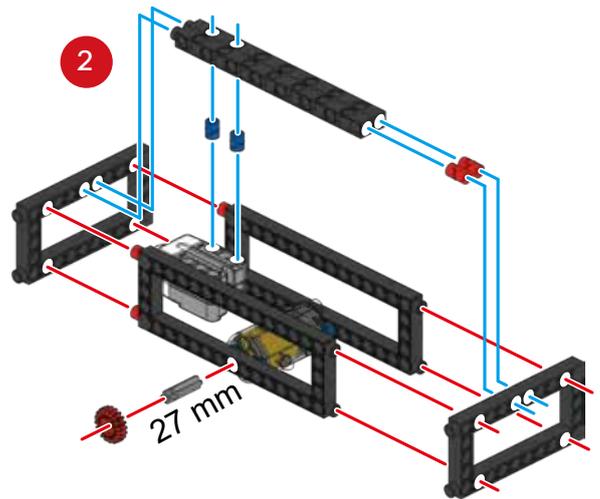
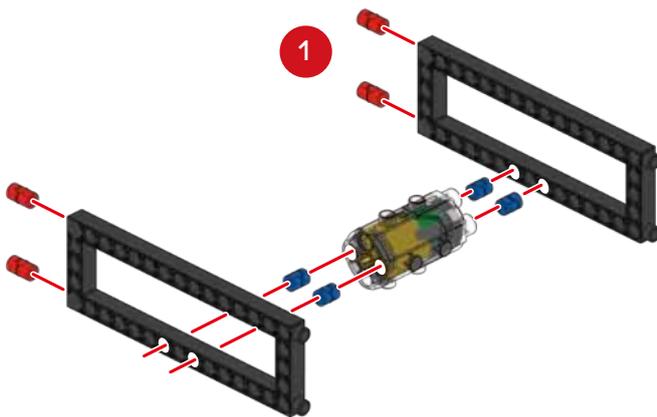
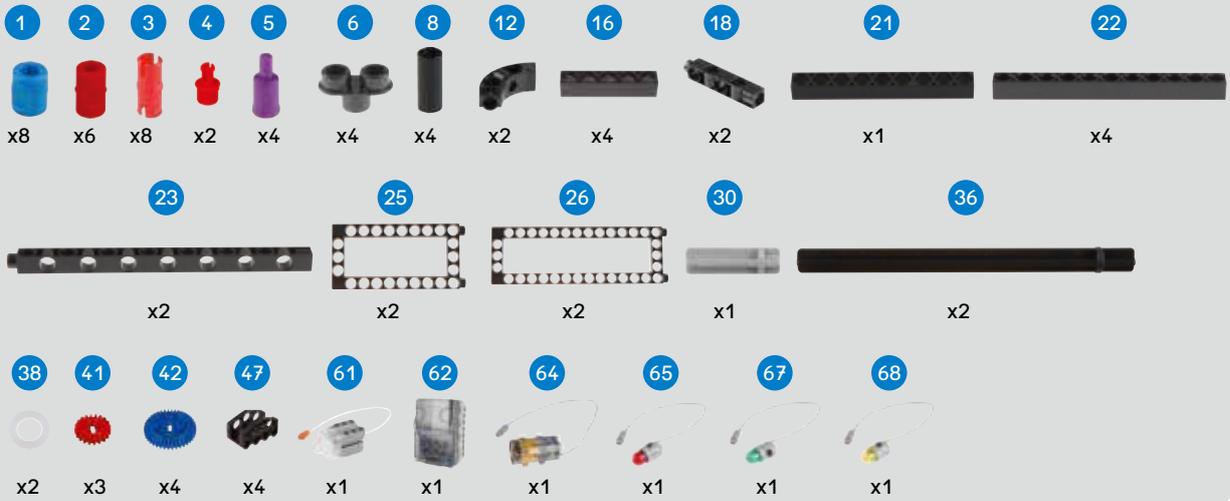


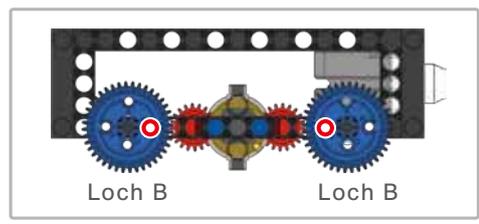
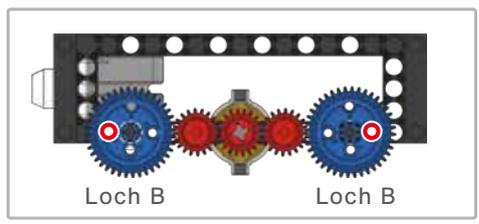
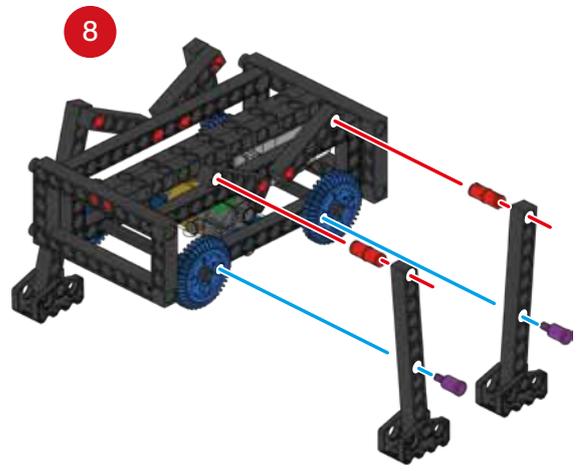
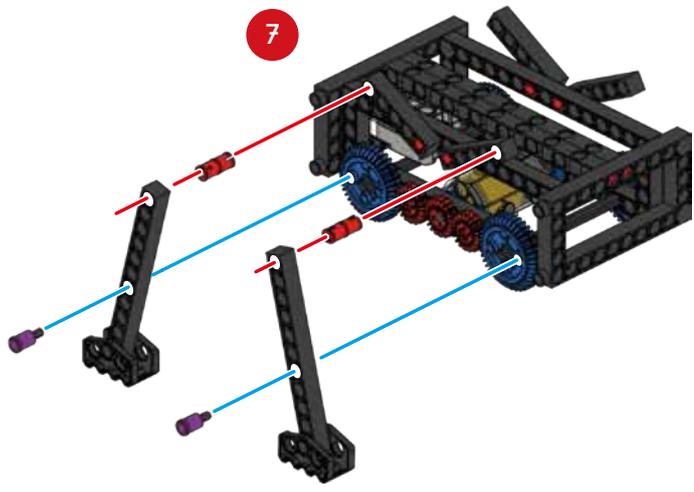
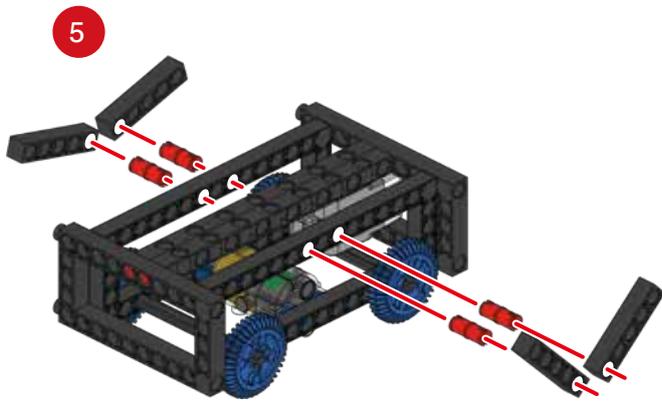
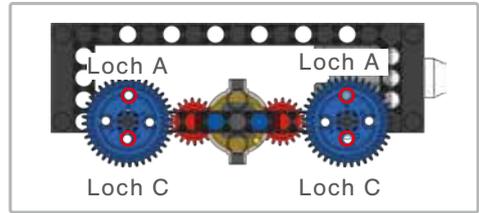
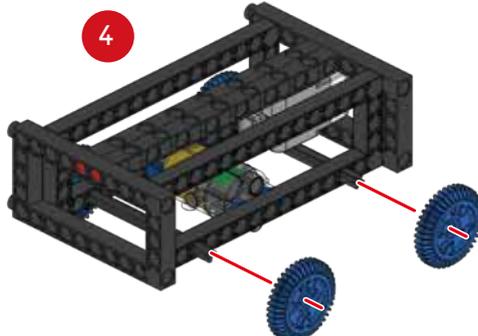
Brainstorming

Warum gibt es unter den „Strandbeests“, die wir heute schon kaufen können und die sich gehend fortbewegen, kaum welche mit weniger als vier Beinen?

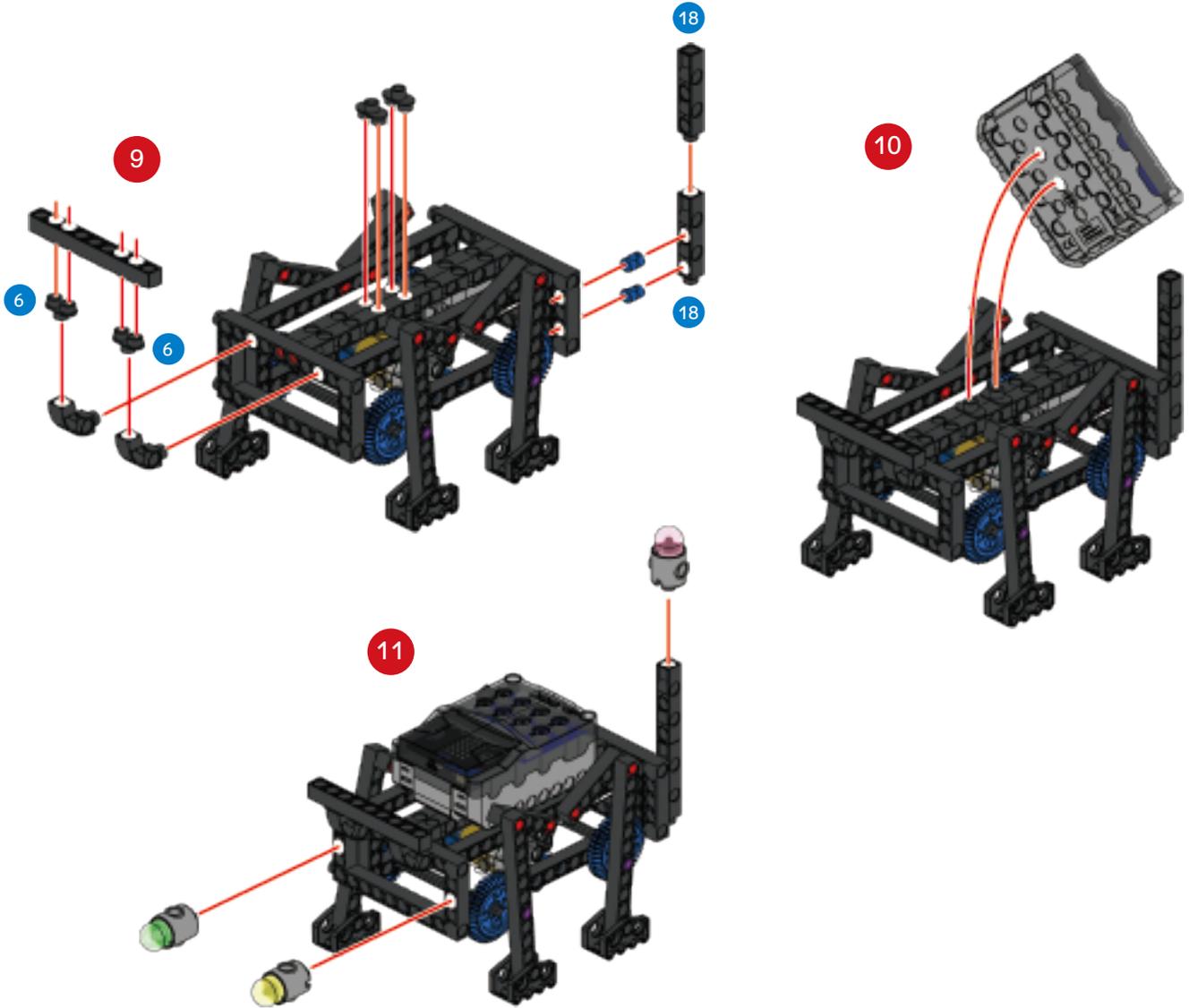
Vierbeiniger Käfer (wissenschaftlich: Getriebe/Verbindungen)

Du brauchst:

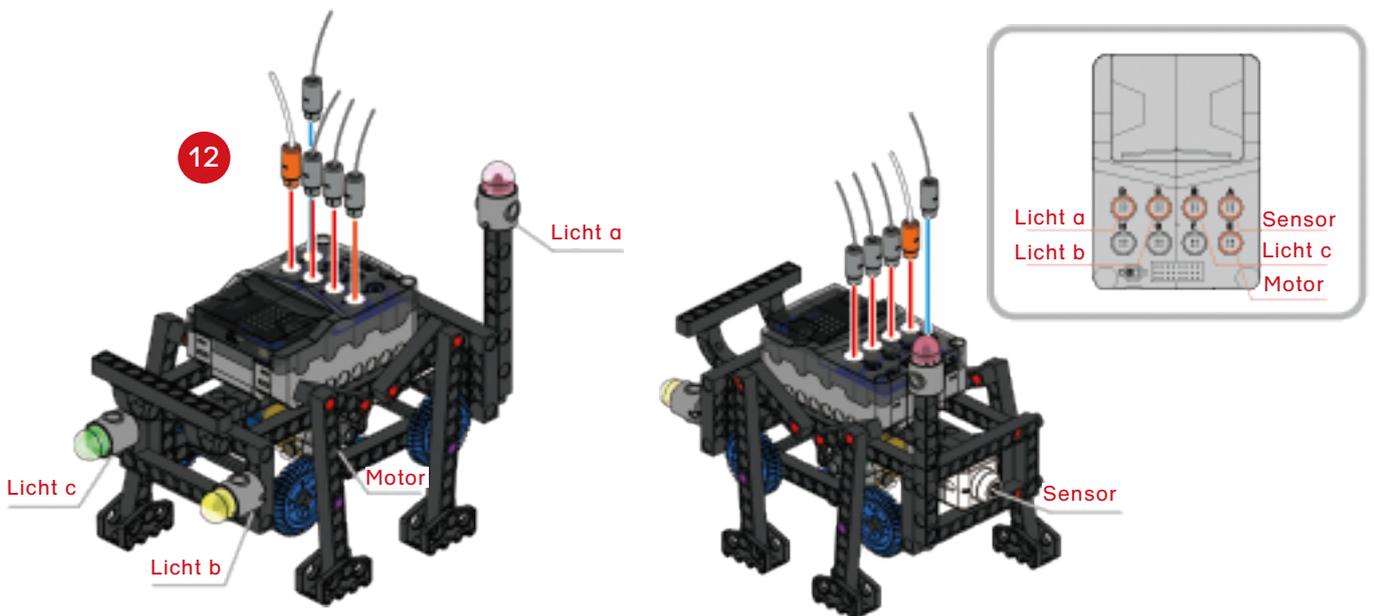


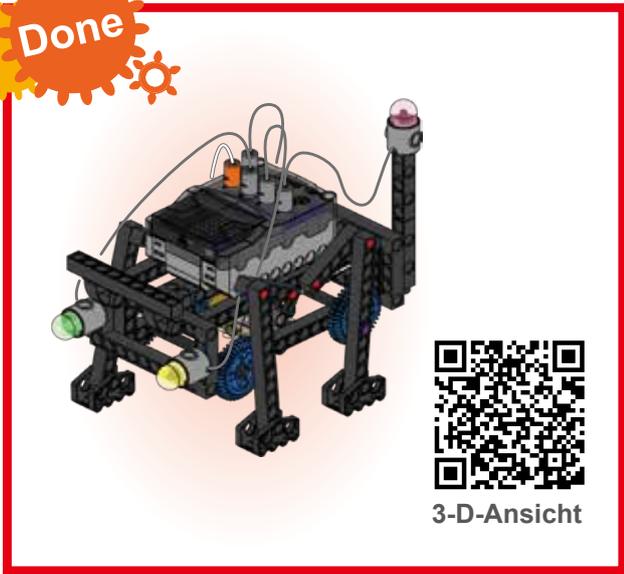


Vierbeiniger Käfer (wissenschaftlich: Getriebe/Verbindungen)



Tipps zum Anbringen der LED-Abdeckungen findest du im Anhang.



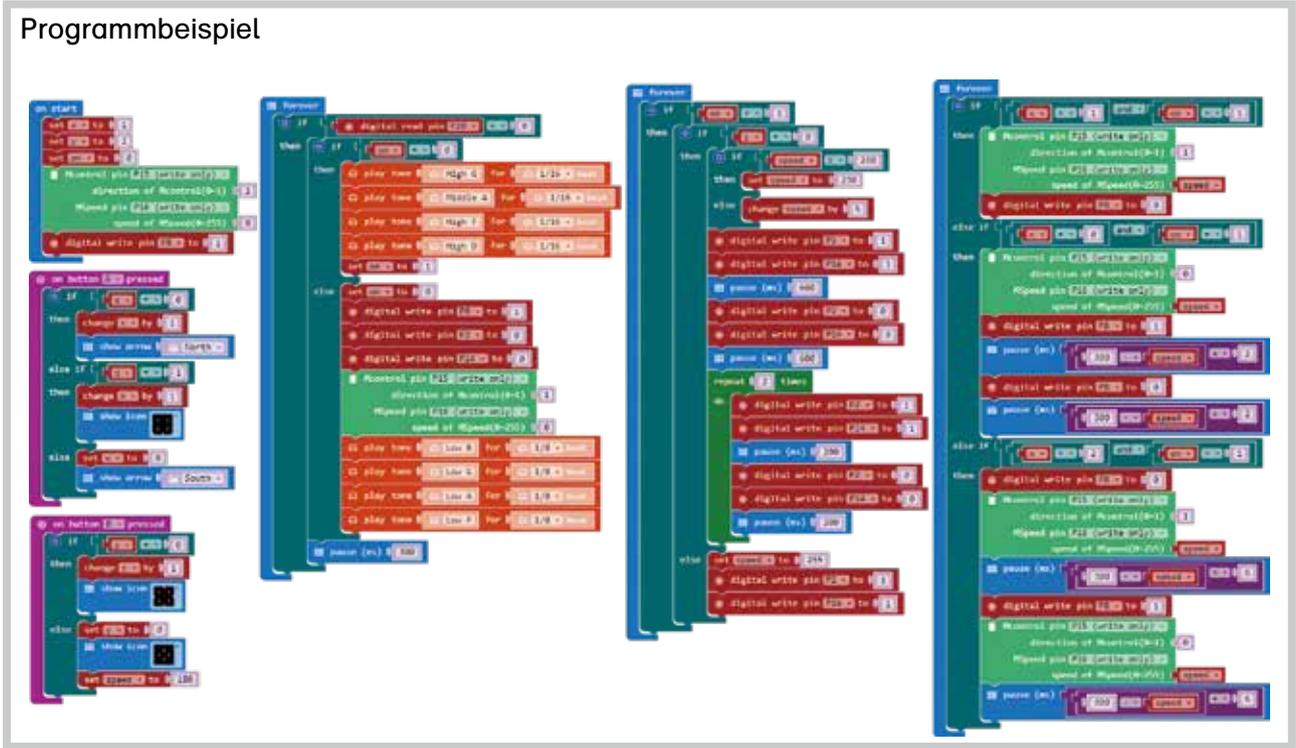


Scanne den QR-Code mit deinem Smartphone, um dir ein Video anzuschauen, wie dein Modell funktioniert.

Die Videos sind auf Englisch.



Programmbeispiel



Das Programm kannst du unter <https://www.dropbox.com/sh/ovqmn33oc2v6i7v/AABHe8kmv8eREAW2EnUKw11Rq?dl=0> herunterladen.

Probiere verschiedene Gangarten aus. Ändere dazu die Stellung der Zahnräder zueinander und auch ihre Verbindungen.

Baue das Modell zu einem sechsbeinigen, gehenden Roboterkäfer um.

Wiederholung 3

Gestalte nun mithilfe der Modelle und Prinzipien, die du gelernt hast, eine zeichnende, sechsbeinige Ameise.



11. Verrückter Wecker



12. Trike-Motorrad

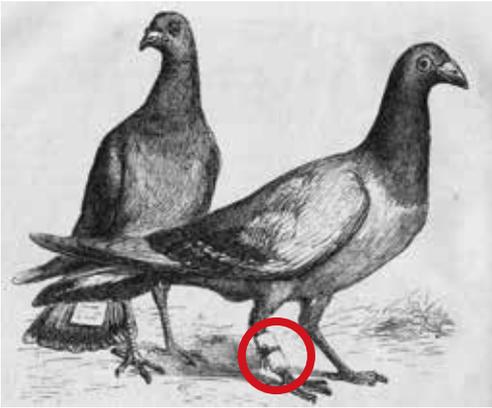


13. Bohrmaschine



14. Vierbeiniger Käfer

Telegraf (wissenschaftlich: Morsezeichen)



Sprache und Kommunikationsfähigkeit gehören zu den Grundlagen der Zivilisation. Auch früher schon gab es verschiedene Möglichkeiten, um Informationen an Menschen an entfernten Orten zu übermitteln. Einige afrikanische Völker gaben Nachrichten mithilfe von Trommeln weiter, in Frankreich wurden Signaltürme aufgestellt und Botschaften mithilfe von Flaggen gesendet, in anderen Teilen der Welt wurden Rauchsignale, Stationen zum Pferdewechsel oder Tauben eingesetzt. Aus all diesen Methoden entwickelte sich später das Postsystem.

Viele Übertragungsmethoden waren nur beschränkt nutzbar, weil sie entweder zu teuer oder zu unberechenbar waren (ungenau Adressen, schwierige Wetter- oder Straßenbedingungen). Bevor der Telegraf erfunden wurde, leiteten die Menschen nur wirklich wichtige Informationen weiter – und das, im Vergleich zu den heutigen Standards, auch noch sehr langsam. Seit im 19. Jh. die Elektrizität entdeckt wurde, revolutionierte sie die Kommunikationsmöglichkeiten und diese werden seitdem immer schneller weiterentwickelt. Damals wurde aber zunächst erst einmal der Telegraf erfunden.

Im Alltag

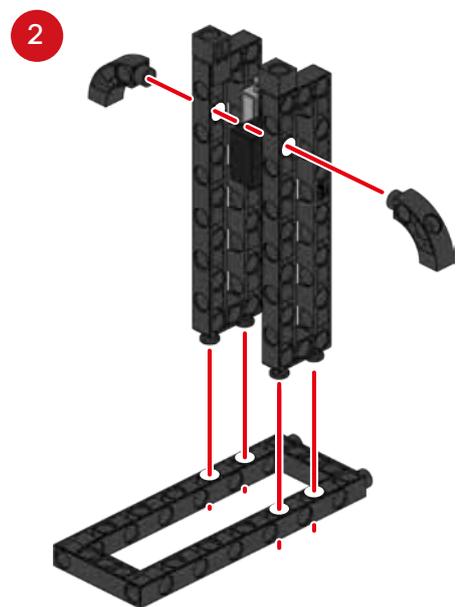
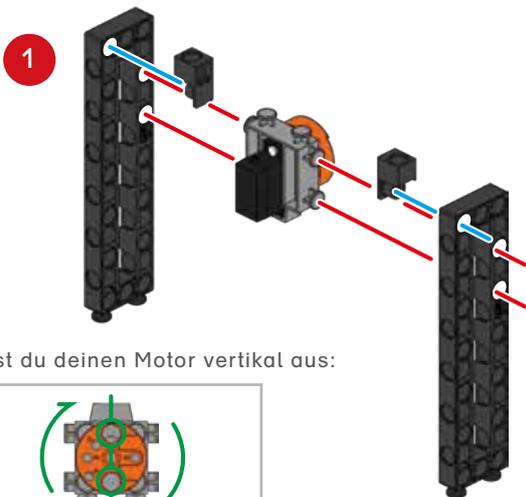
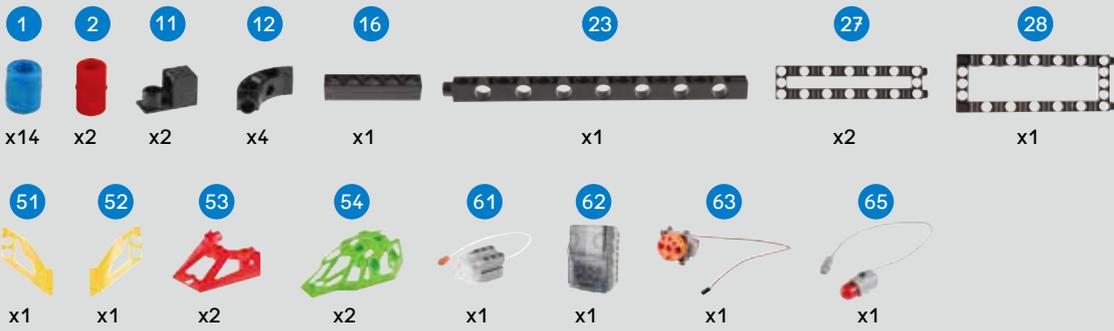
Der Telegraf übermittelt Stromsignale: Entweder fließt der Strom oder er wird unterbrochen. Daher erfanden die Menschen einen Code, der jedem Buchstaben und jeder Zahl eine Kombination aus langen und kurzen Signalen zuordnete (also einem kurzen oder längeren Stromfluss). Wird der Strom entsprechend dieser Codetabelle an den anderen Telegrafen übertragen, kann man dort die Botschaft entschlüsseln. Die ersten elektrischen Telegrafen wurden in Europa erfunden, aber der US-Amerikaner Samuel Morse entwickelte und patentierte 1849 die „Morsezeichen“ – den Code, der die Kommunikation erleichterte und vereinheitlichte.



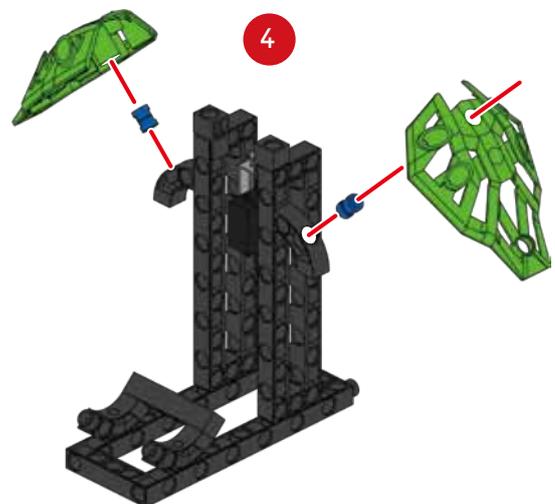
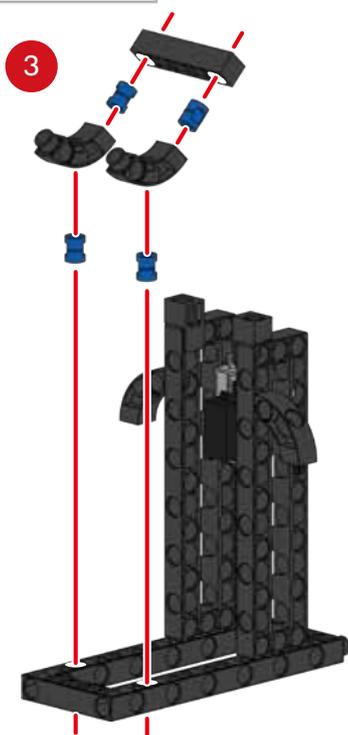
Brainstorming

Warum hat der Morsecode nur entweder lange oder kurze Signale, und nicht zusätzlich noch sehr lange, mittlere oder besonders kurze Signale?

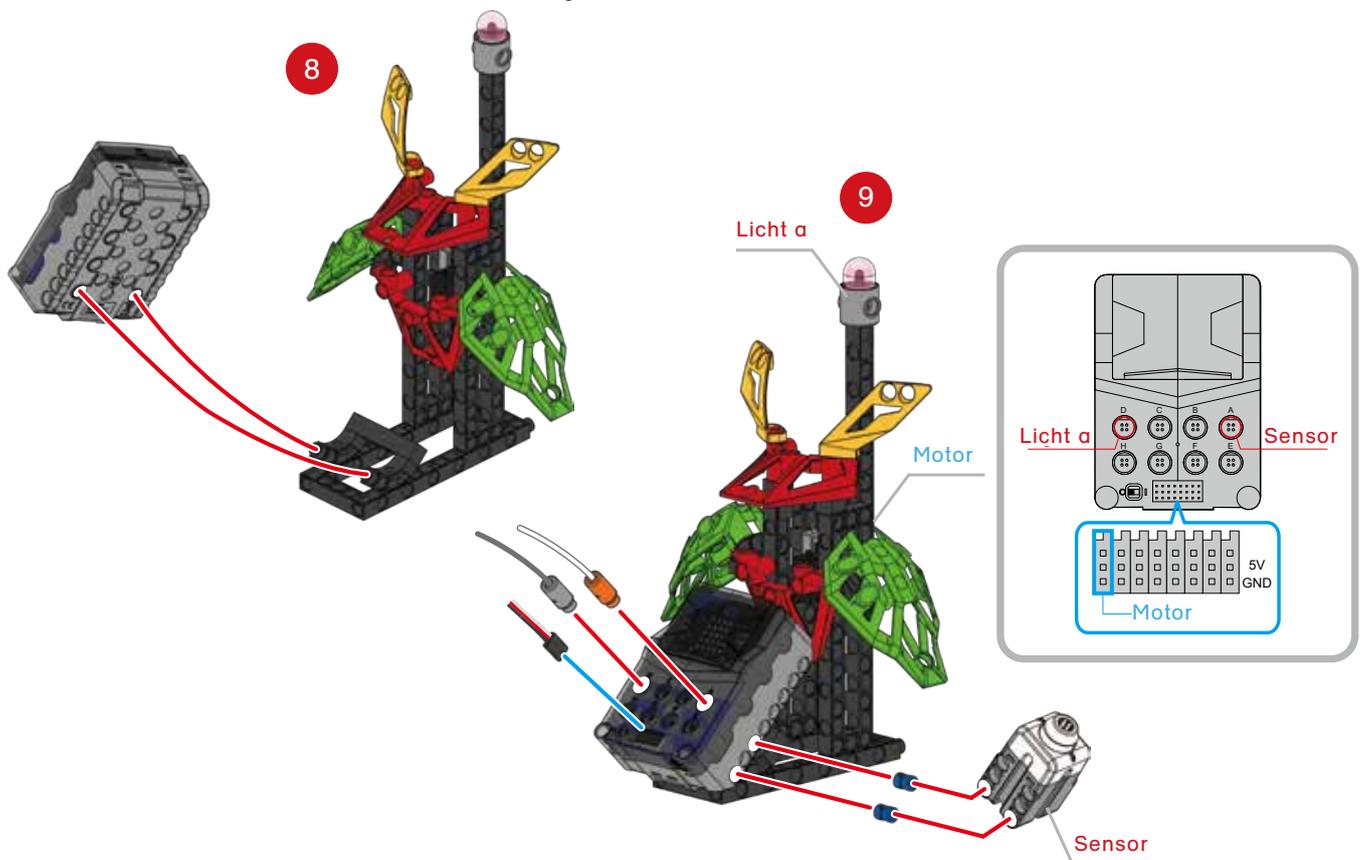
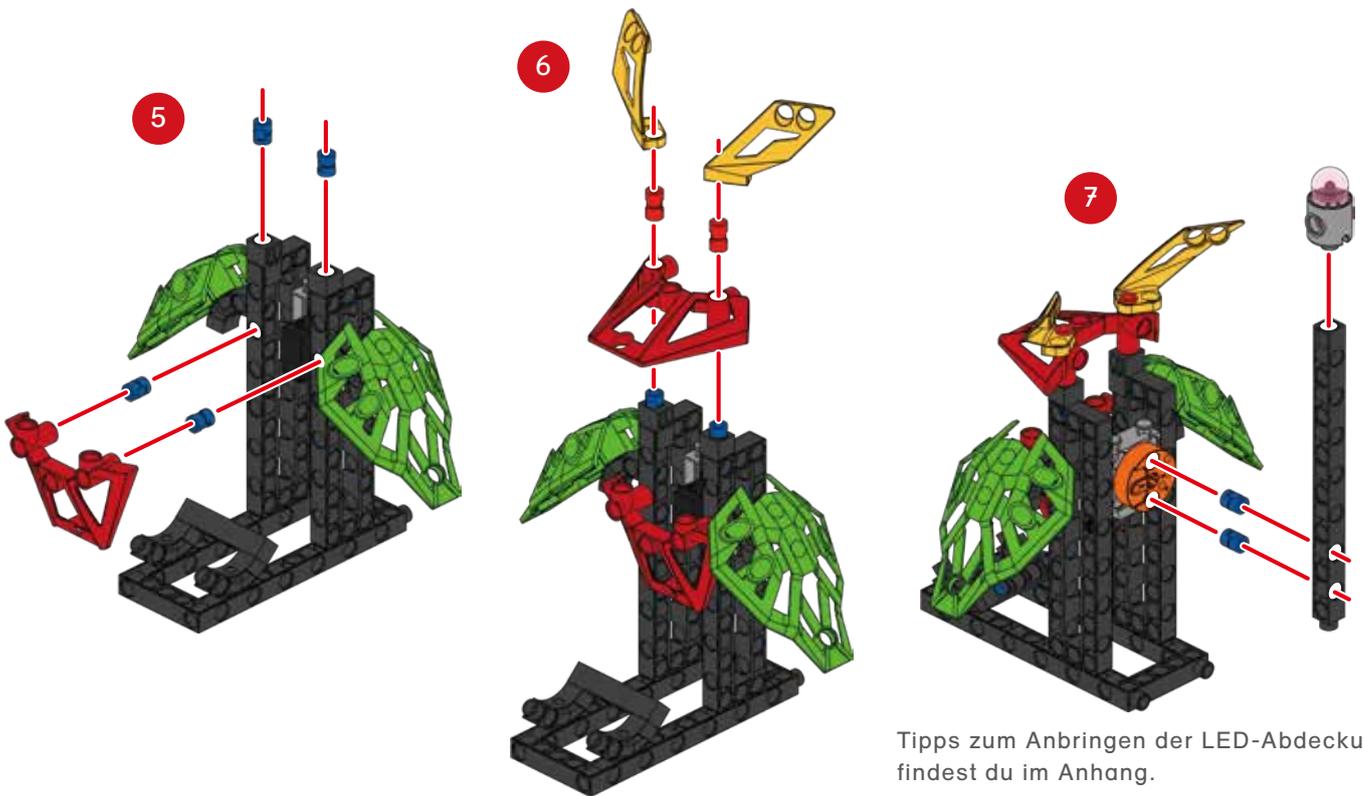
Du brauchst:



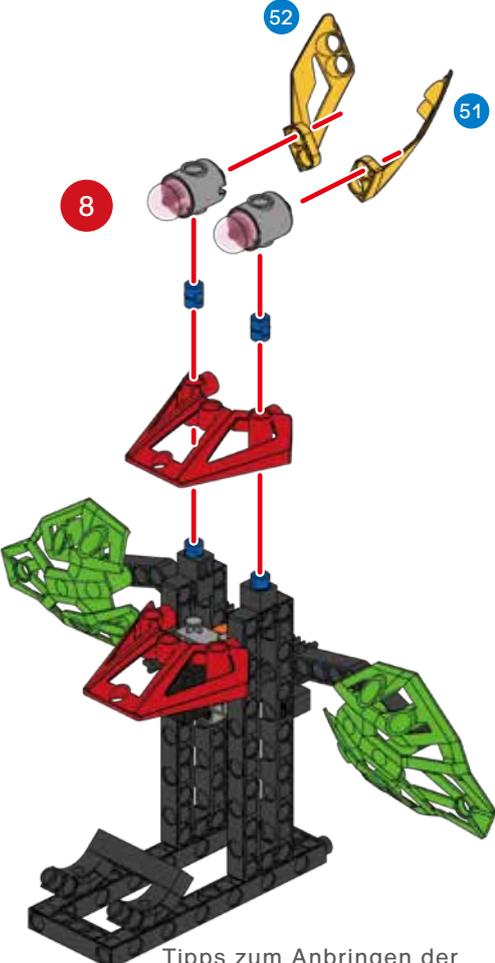
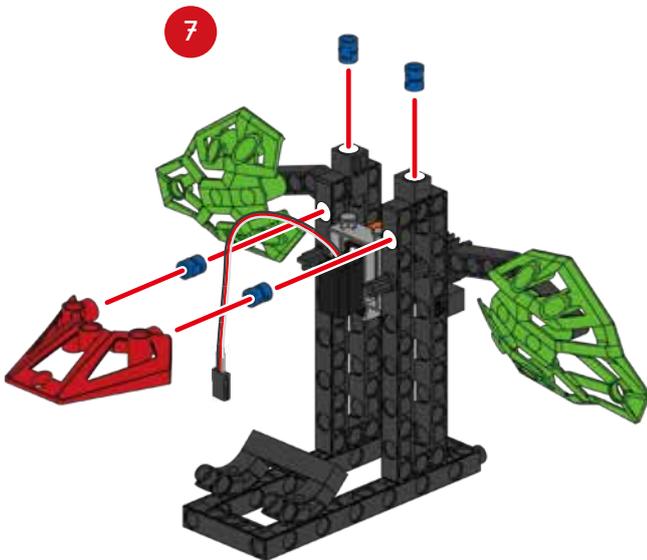
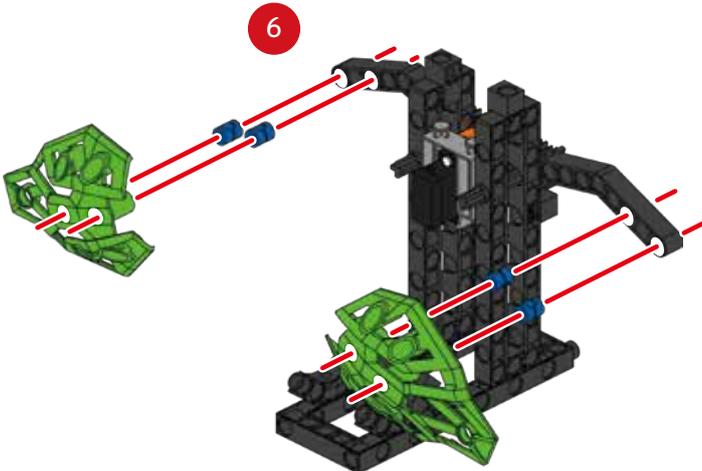
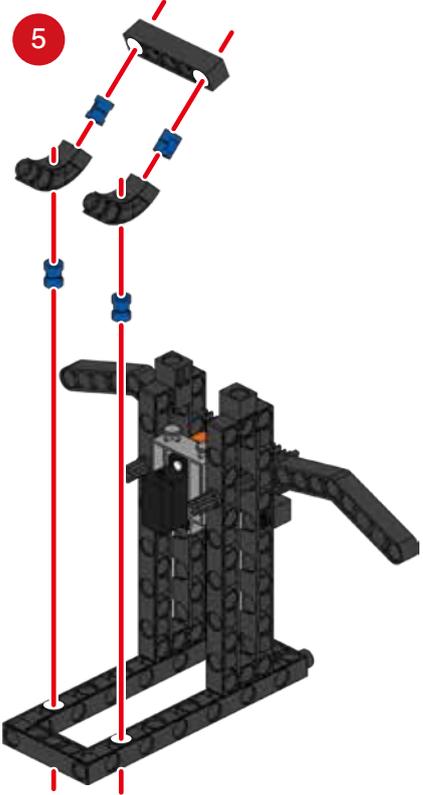
So richtest du deinen Motor vertikal aus:



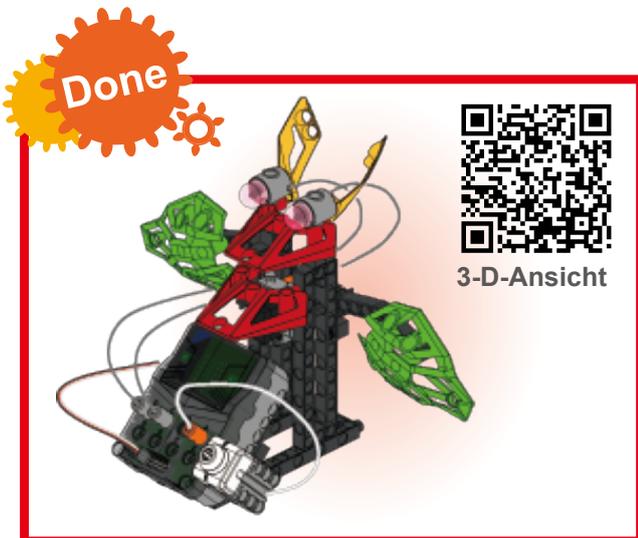
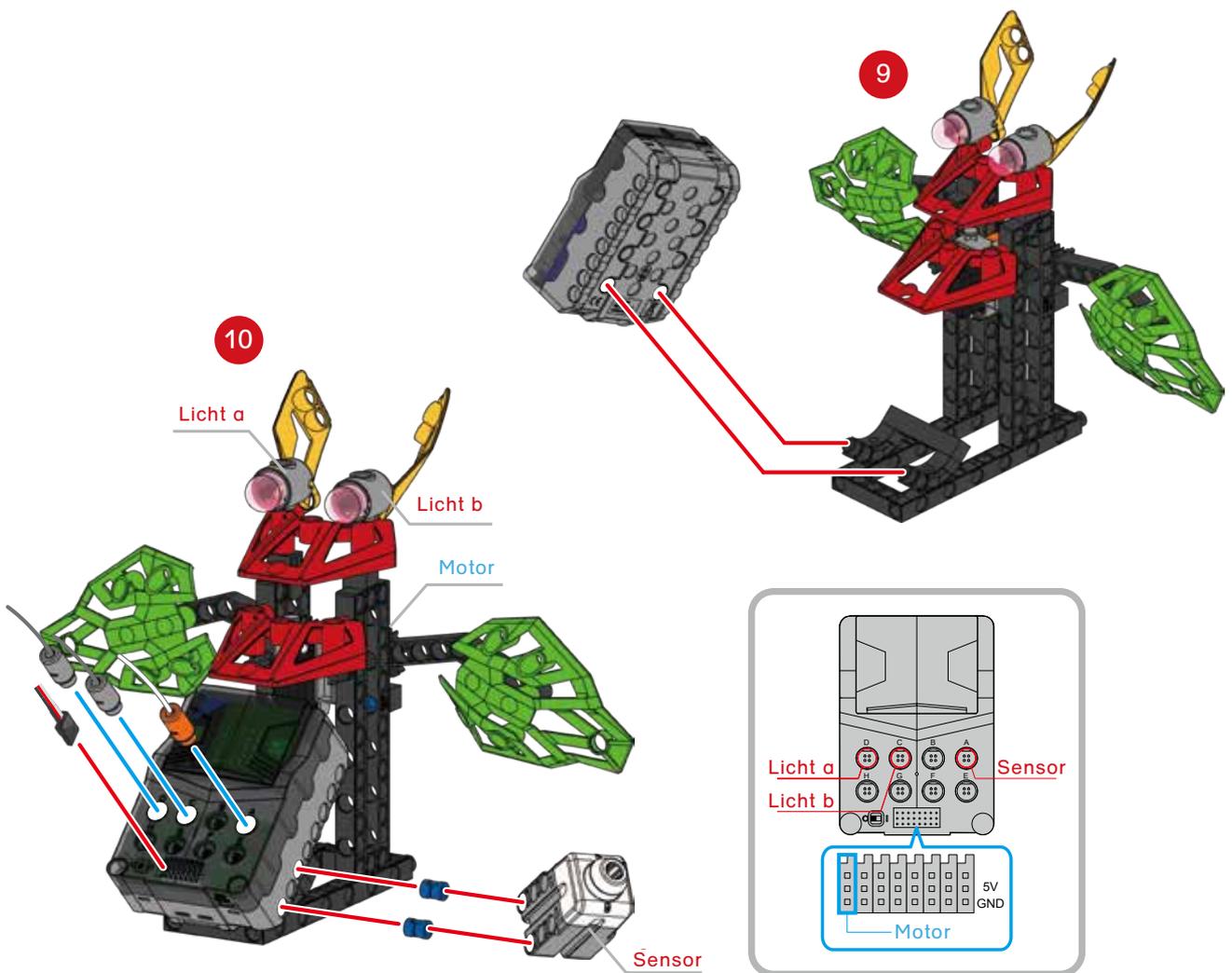
Telegraf (wissenschaftlich: Morsezeichen)



Telegraf (wissenschaftlich: Morsezeichen)



Tipps zum Anbringen der LED-Abdeckungen findest du im Anhang.



Ein Beispielprogramm für das Modell findest du beim vorherigen Modell.

Scanne den QR-Code mit deinem Smartphone, um dir ein Video anzuschauen, wie dein Modell funktioniert.

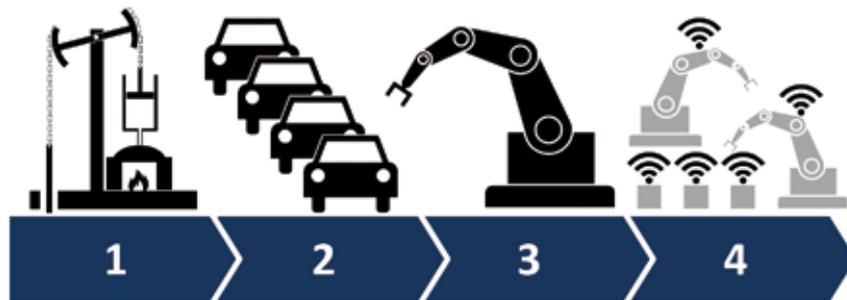
Die Videos sind auf Englisch.



Schreibe für ein Modell das Programm so um, dass es die Flügel bewegt oder mit einer Lampe blinkt, um Nachrichten zu senden.

Schreibe deinen Freunden eine Nachricht in Morsecode, sodass nur ihr sie verstehen könnt, und übertrage die Nachricht mit einem Telegrafen.

Roboterarm (wissenschaftlich: Automation)



Bisher vollzog sich die Industrielle Revolution in vier Schritten: Zuerst wurde die Dampfmaschine erfunden. Die Kraft des Dampfes von siedendem Wasser trieb Maschinen an. Der zweite Schritt erfolgte durch die Elektrizität. Der ununterbrochene Energiefluss führte zu großen Produktivitätssteigerungen. Der dritte Schritt ist die Entwicklung der Informationstechnologie und der elektronischen Geräte, die die industrielle Fertigung automatisieren und präzisieren. Den Kern des vierten Schritts bilden nun die „cyber-physischen Systeme“, die Dinge ohne menschliche Mitarbeit herstellen sollen. Dazu müssen die Maschinen nicht nur automatisch funktionieren, sondern auch miteinander kommunizieren und Probleme lösen. Am häufigsten werden bisher Roboterarme eingesetzt.

Ein Roboterarm wird automatisch gesteuert. Er wird hoffentlich irgendwann genauso funktionieren wie ein menschlicher Arm und vor allem das Handgelenk und die Finger ebenso bewegen können. Er besteht aus dem Hauptbauteil, einem Controller, einem Sensor und einer Servokomponente. Je mehr Gelenke er hat, desto mehr räumliche Dreh-, Greif- und Absetzbewegungen kann er ausführen. Die verschiedenen Bauteile lassen sich so programmieren, dass sie miteinander kommunizieren und zusammenarbeiten.

Im Alltag

Roboterarme sind oft Bestandteile von automatischen Maschinen. Seit 1980 werden sie oft in gefährlichen Umgebungen oder für schwere Tätigkeiten eingesetzt, z. B. zum Schmieden oder Schweißen oder in Fabriken zur Montage von Bauteilen und zum Lackieren.

Roboterarme übernehmen auch immer öfter eintönige Montagearbeiten, die für Menschen langweilig sind. Wenn man ihnen einmal eine Bewegungs- und Arbeitsfolge einprogrammiert hat, können sie diese immer wieder ausführen, ohne zu ermüden. Da die Genauigkeit der Roboterarme inzwischen sogar die menschliche Auge-Hand-Koordination übertrifft, werden sie bei komplizierten chirurgischen Operationen, im Weltraum und bei der Minenräumung eingesetzt.

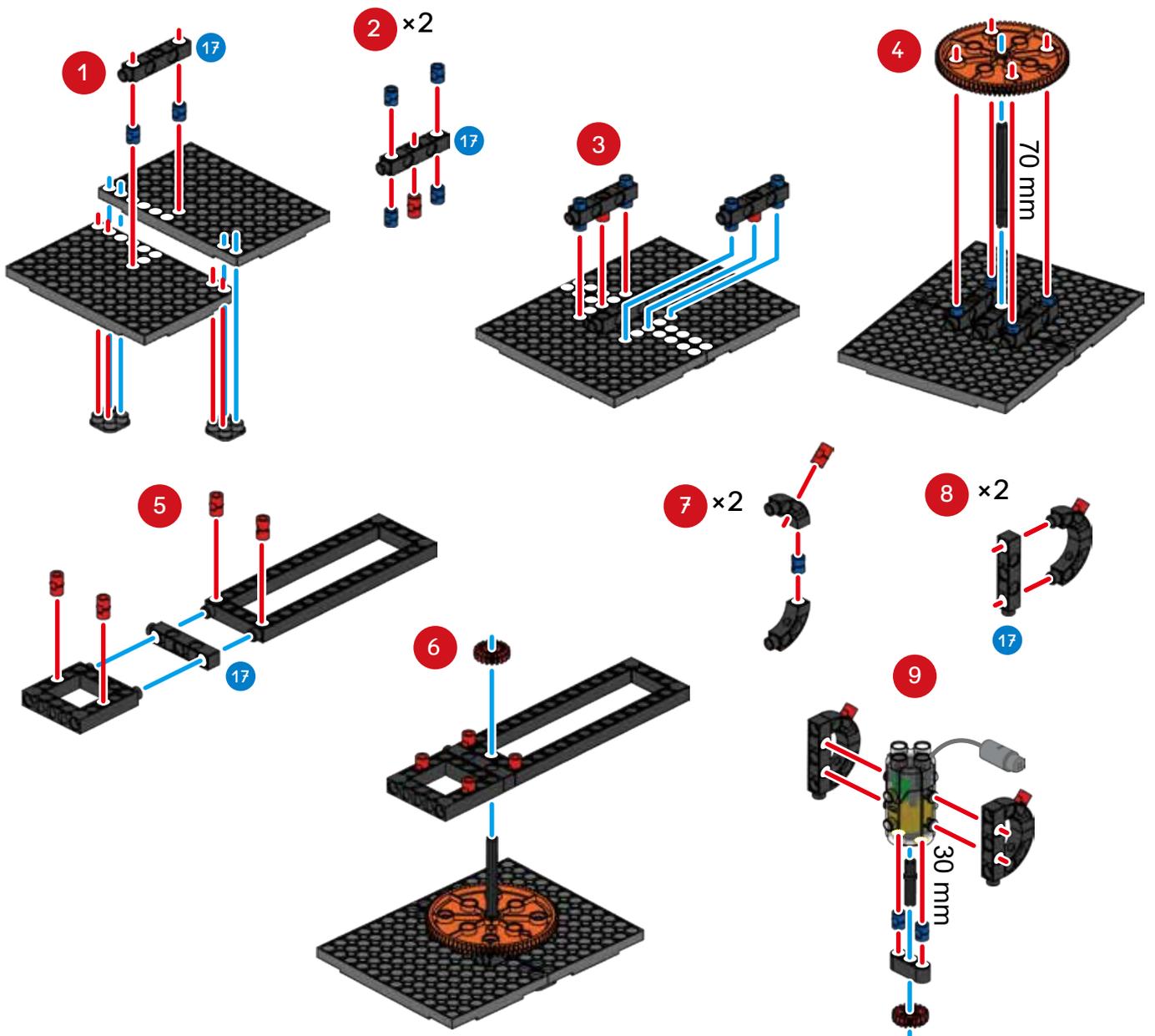


Brainstorming

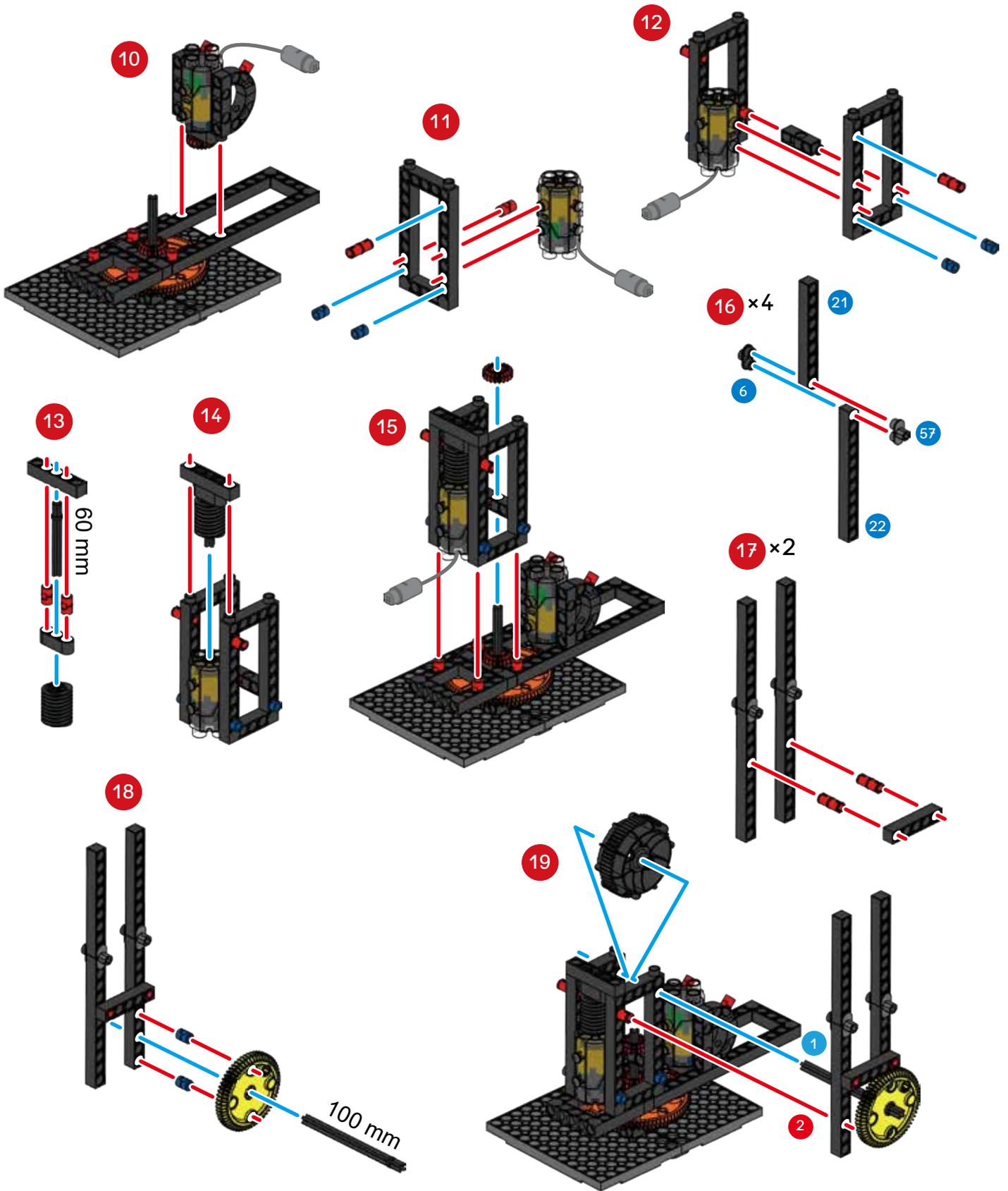
Welche Dinge, die schon fast vollständig automatisiert sind, siehst oder hörst du beinahe jeden Tag?

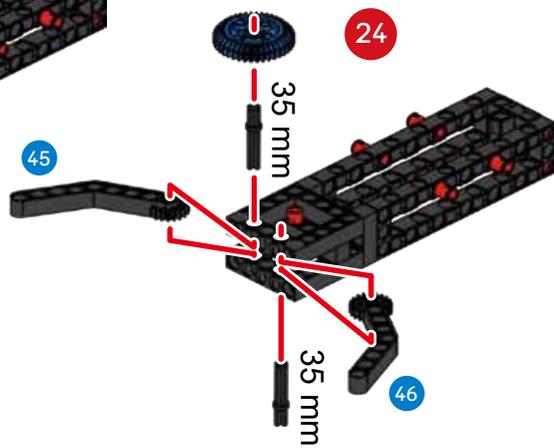
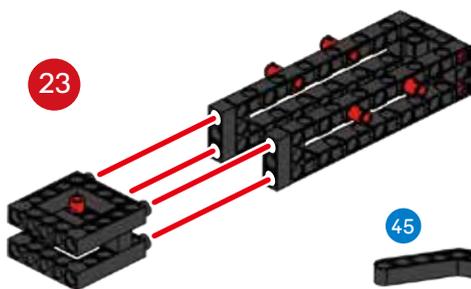
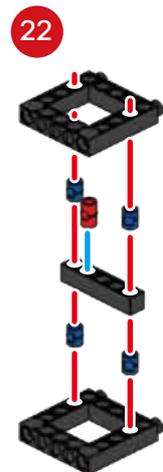
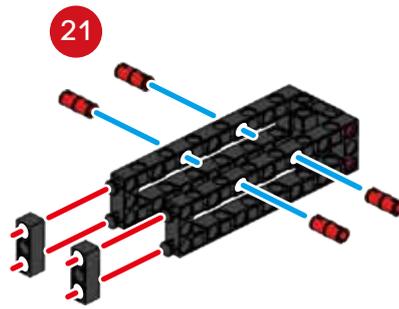
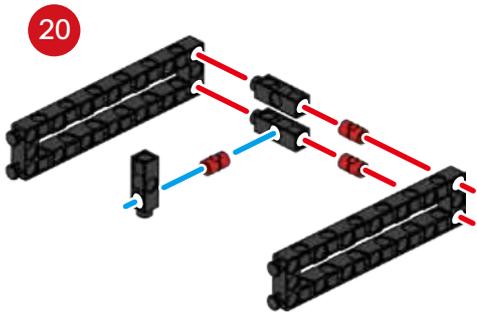
Du brauchst:

- | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 6 | 8 | 9 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 21 | 22 | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| x37 | x15 | x10 | x4 | x4 | x2 | x4 | x2 | x5 | x2 | x4 | x6 | x1 | x4 | x4 | | | |
| 24 | 25 | 26 | 27 | 29 | 31 | 32 | 33 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| x3 | x2 | x1 | x2 | x2 | x1 | x2 | x1 | | | | | | | | | | |
| 35 | 36 | 37 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| x1 | x1 | x1 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | 39 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 53 | 54 | 56 | 57 | 61 | 62 | 63 | 64 | 69 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| x1 | x1 | x4 | x1 | x2 | x1 | x1 | x1 | x2 | x2 | x2 | x1 | x4 | x1 | x1 | x1 | x2 | x2 |

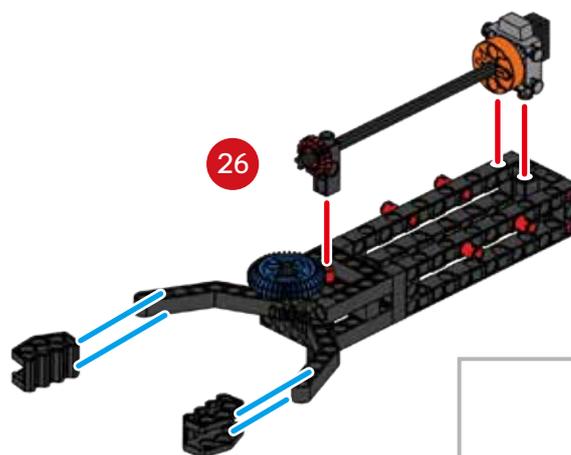
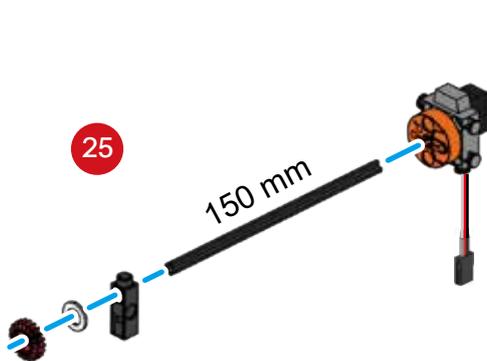
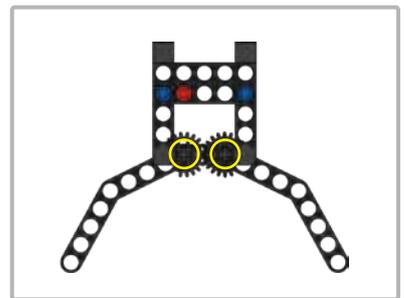


Roboterarm (wissenschaftlich: Automation)





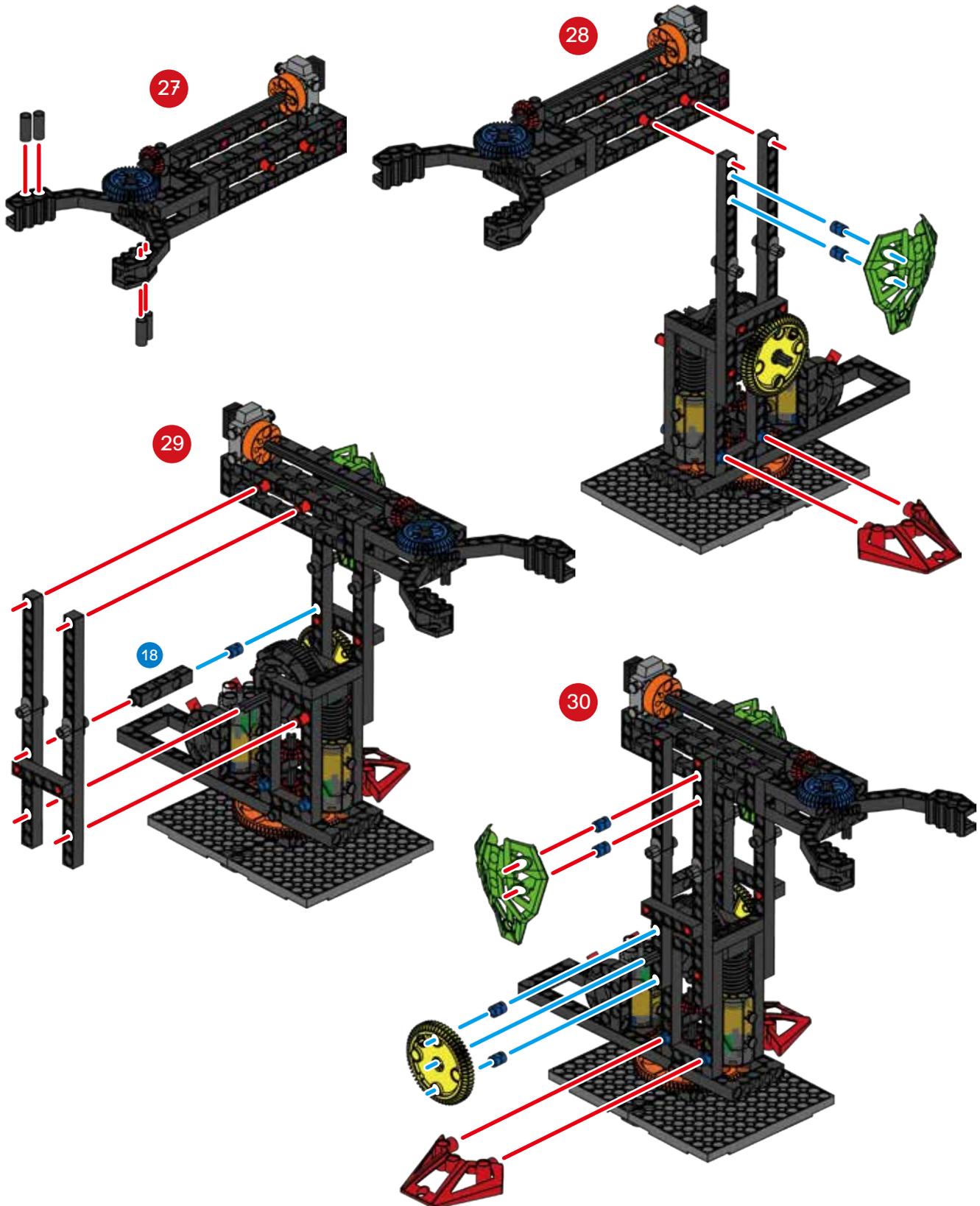
Von oben



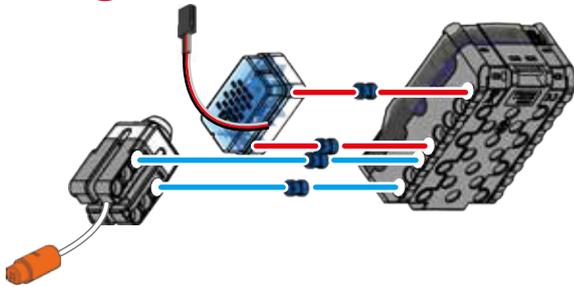
So richtest du deinen Motor vertikal aus:



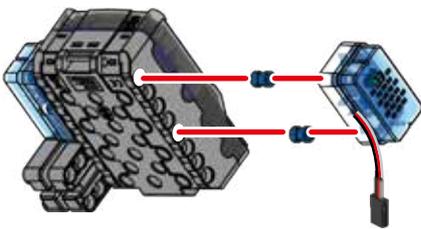
Roboterarm (wissenschaftlich: Automation)



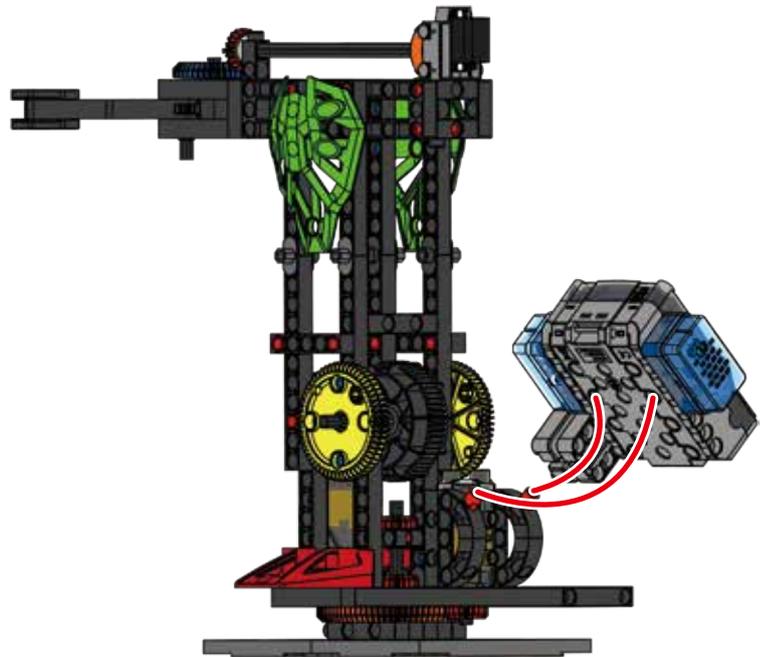
31



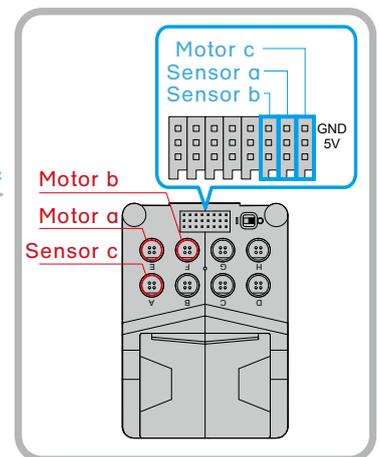
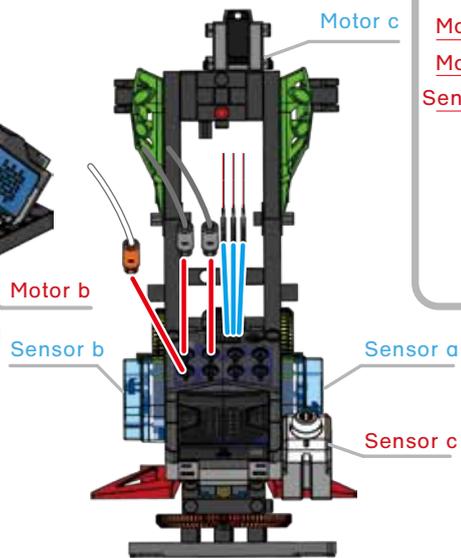
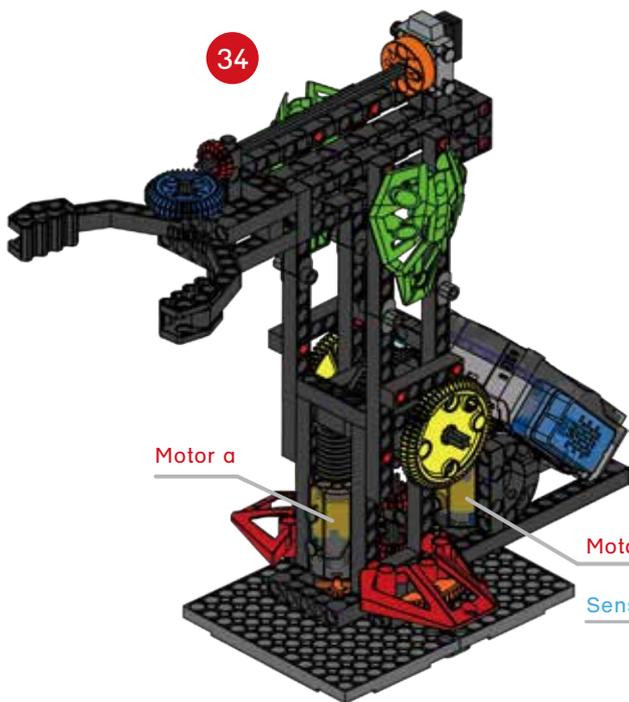
32



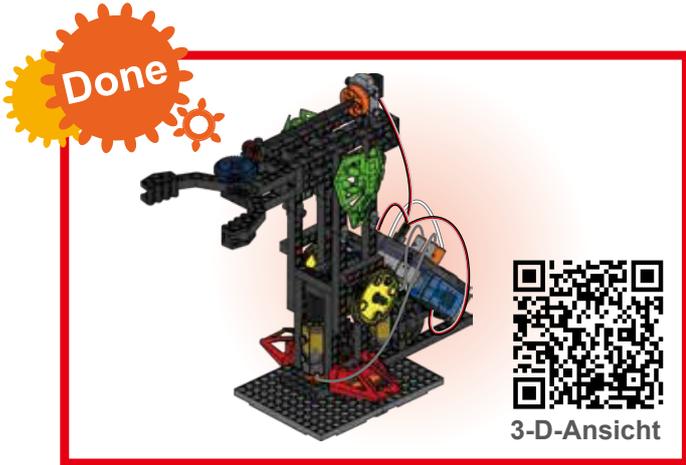
33



34



Roboterarm (wissenschaftlich: Automation)



Scanne den QR-Code mit deinem Smartphone, um dir ein Video anzuschauen, wie dein Modell funktioniert.

Die Videos sind auf Englisch.

Programmbeispiel

```
on start
  set items to 0
  set amp to 0
  servo write pin P12 to amp
  call function stop

function stop
  Mcontrol pin P13 (write only)
  direction of Mcontrol(0-1) 0
  MSpeed pin P14 (write only)
  speed of MSpeed(0-255) 0
  Mcontrol pin P15 (write only)
  direction of Mcontrol(0-1) 0
  MSpeed pin P16 (write only)
  speed of MSpeed(0-255) 0

forever
  if button 1 is pressed
  then
    change amp by 10
    servo write pin P12 to amp
    pause (ms) 50
  if button 2 is pressed
  then
    change amp by -10
    servo write pin P12 to amp
    pause (ms) 50
  if digital read pin P20 == 0
  then
    call function stop
    if items == 1
    then
      change items by 1
      show icon
    else
      set items to 0
      show icon
    pause (ms) 500

forever
  if items == 0
  then
    if digital read pin P21 == 0
    then
      if on == 0
      then
        change on by 1
        Mcontrol pin P13 (write only)
        direction of Mcontrol(0-1) 0
        MSpeed pin P14 (write only)
        speed of MSpeed(0-255) 60
      else
        set on to 0
        call function stop
    else if items == 1
    then
      if digital read pin P22 == 0
      then
        if on == 0
        then
          change on by 1
          Mcontrol pin P15 (write only)
          direction of Mcontrol(0-1) 1
          MSpeed pin P16 (write only)
          speed of MSpeed(0-255) 60
        else
          set on to 0
          call function stop
    else
      call function stop
  pause (ms) 300
```

Das Programm kannst du unter <https://www.dropbox.com/sh/ovqmn33oc2v6i7v/AABHe8kmv8eREAW2EnUKw11Ra?dl=0> herunterladen.

Suche den Schwerpunkt des Roboterarms und probiere aus, wie du den Roboterarm am wirkungsvollsten steuern kannst.

Ändere das Modell so, dass der Roboterarm in unterschiedlichen Winkeln greifen kann.

Fernbedienung mit Sensor (wissenschaftlich: Drahtlose Fernsteuerung)



Viele Erfindungen imitieren oder erweitern die menschlichen Fähigkeiten und das gilt auch für die Fernsteuerung. Sie wurde um etwa 1950 in den USA erfunden. Der Eigentümer einer Elektronikfirma sah zwar sehr gern fern, konnte aber die Werbung nicht ausstehen. Jedesmal, wenn Werbung kam, musste er also aufstehen und umschalten. Es ist aber sehr lästig, wenn man jeden Abend so oft vom Sofa aufstehen muss. Daher forderte er seine Mitarbeiter auf, ein Fernbedienungsgerät für Fernsehapparate zu konstruieren.

Die Mitarbeiter strengten sich an und entwickelten eine Fernbedienung mit Kabel. Sie bedeutete für alle Kunden einen großen Fortschritt, aber auch ihre Mängel zeigten sich rasch: Viele Leute stolperten über das Kabel. Daraufhin wurden verschiedene Lösungen wie Licht oder Schall vorgeschlagen und irgendwann wurden Ultraschall-Fernbedienungen entwickelt. Im Zuge der Fortschritte in der Schaltkreis- und Infrarottechnik wurden die Fernbedienungen immer besser. Da Infrarot-Fernbedienungen kaum störungsanfällig sind, werden sie heute nicht nur für Fernsehapparate, sondern auch für viele andere Geräte verwendet.

Im Alltag

Heute denken wir bei dem Wort Fernbedienung automatisch an eine drahtlose Übertragung. Drückt man auf eine Taste, erkennt der Chip automatisch die Information, die er weiterleiten soll, und die IR-Diode sendet das entsprechende Infrarotsignal aus. Das Empfangsgerät erkennt das optische Signal, wandelt es wieder in ein elektrisches Signal um und stellt dann das Haushaltsgerät entsprechend ein. Dein micro:bit kann auch die Funktion einer Fernbedienung übernehmen. Du kannst ein Programm mit den gewünschten Steuerungsanweisungen schreiben und es an ein anderes Gerät senden.

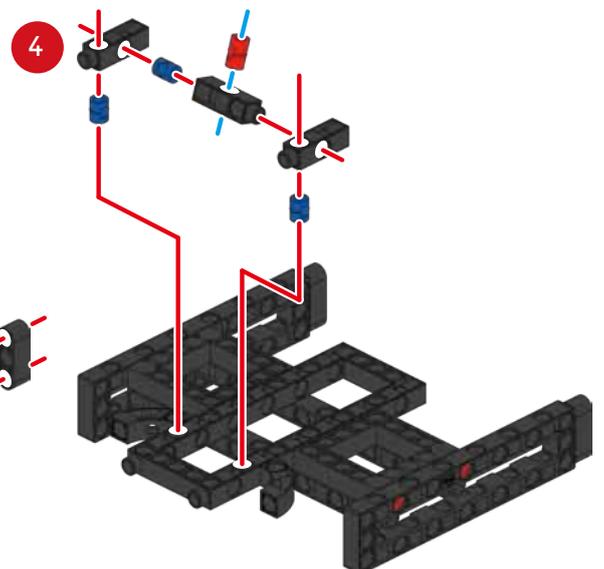
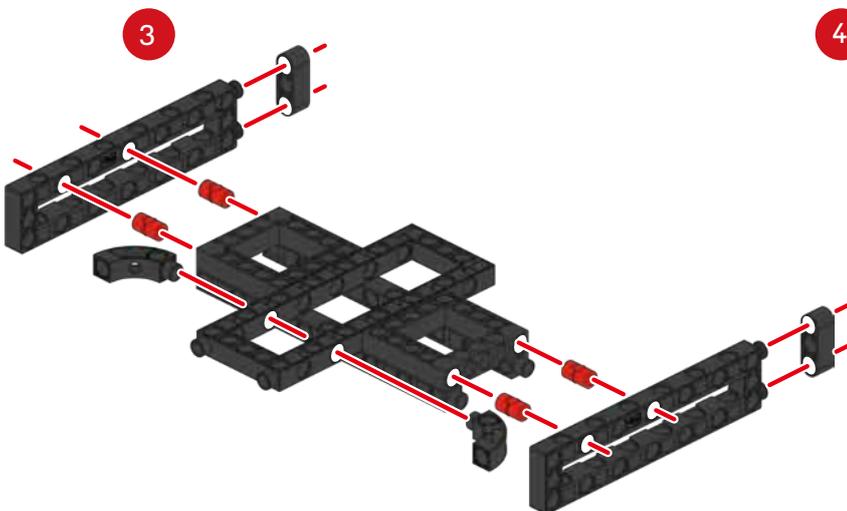
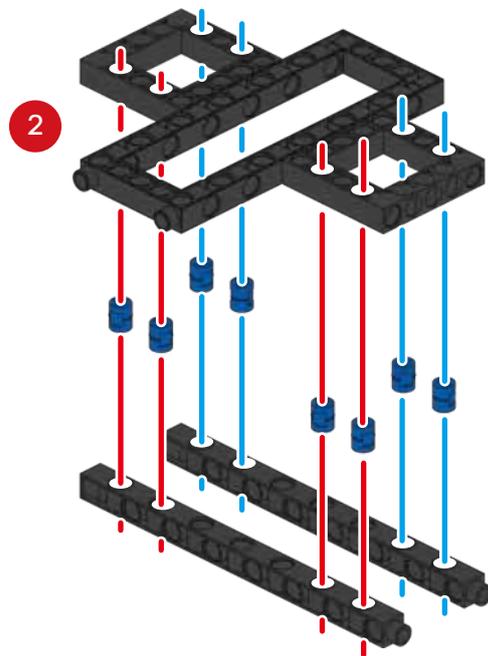
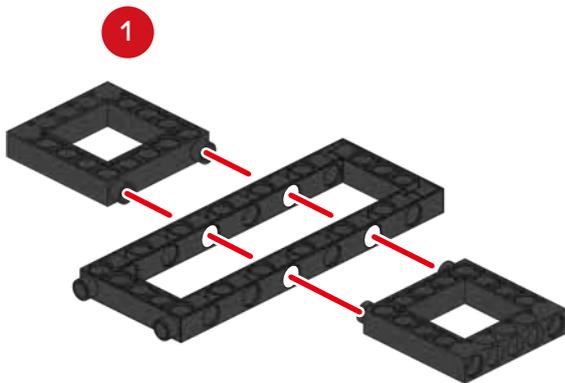
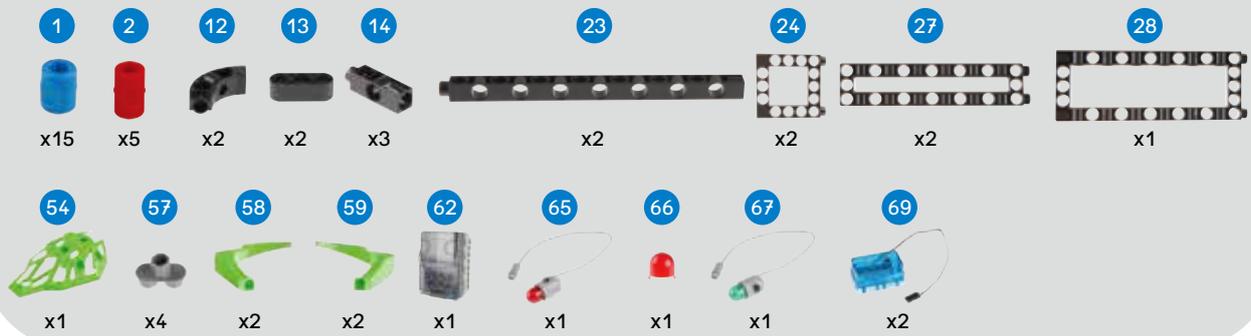


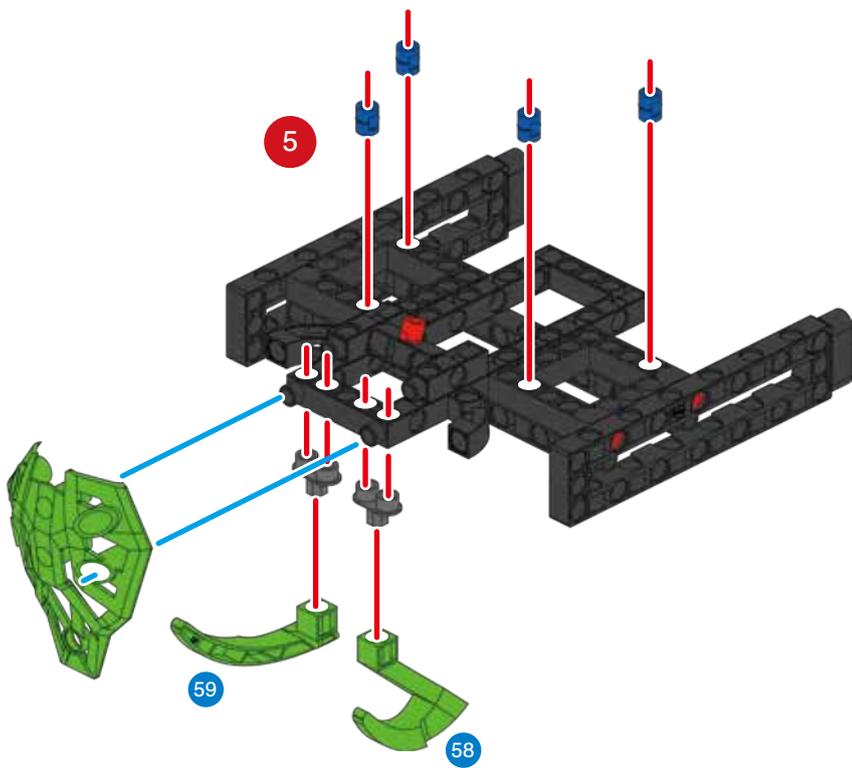
Brainstorming

Welche anderen, häufig verwendeten Geräte nutzen sonst noch das Prinzip der drahtlosen Übertragung?

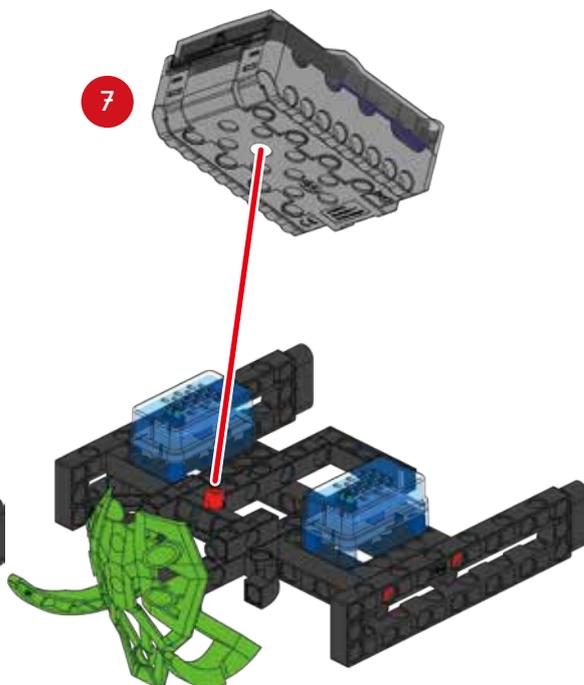
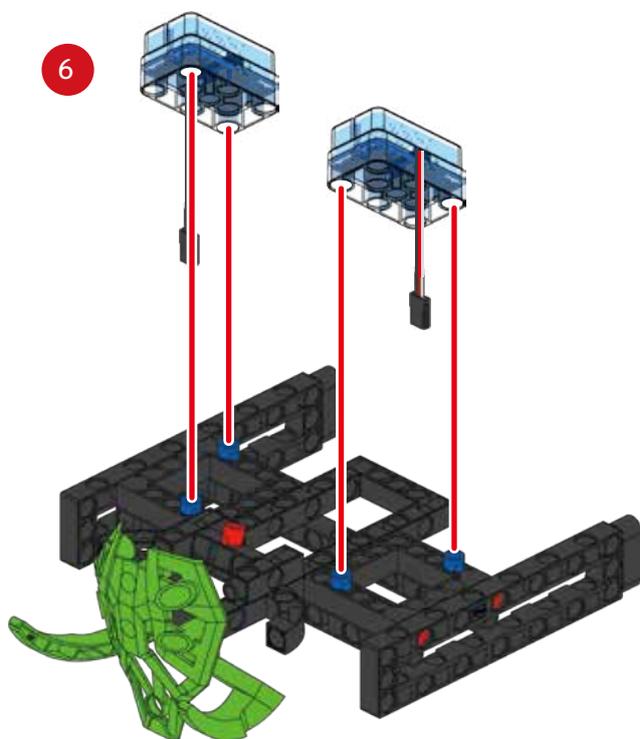
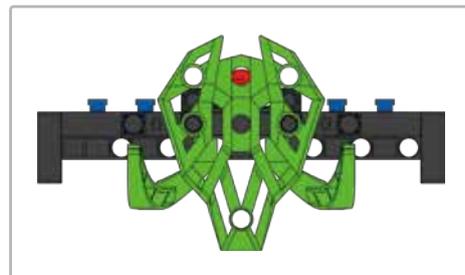
Fernbedienung mit Sensor (wissenschaftlich: Drahtlose Fernsteuerung)

Du brauchst:

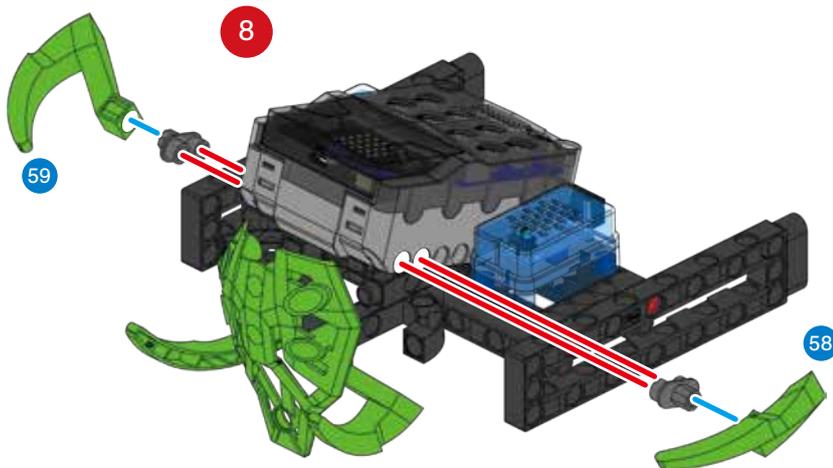




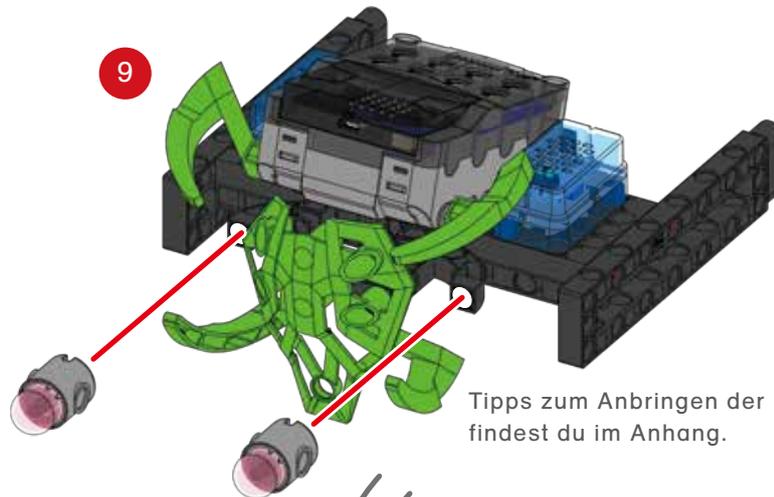
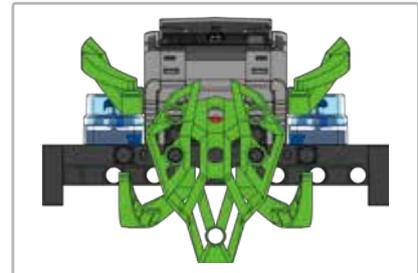
Vorderansicht



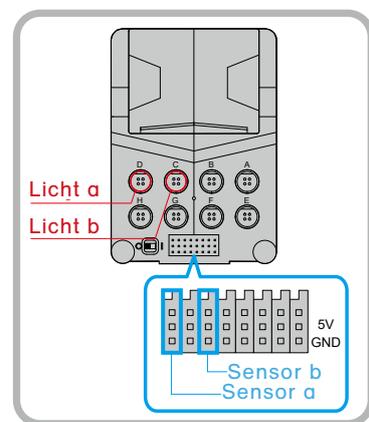
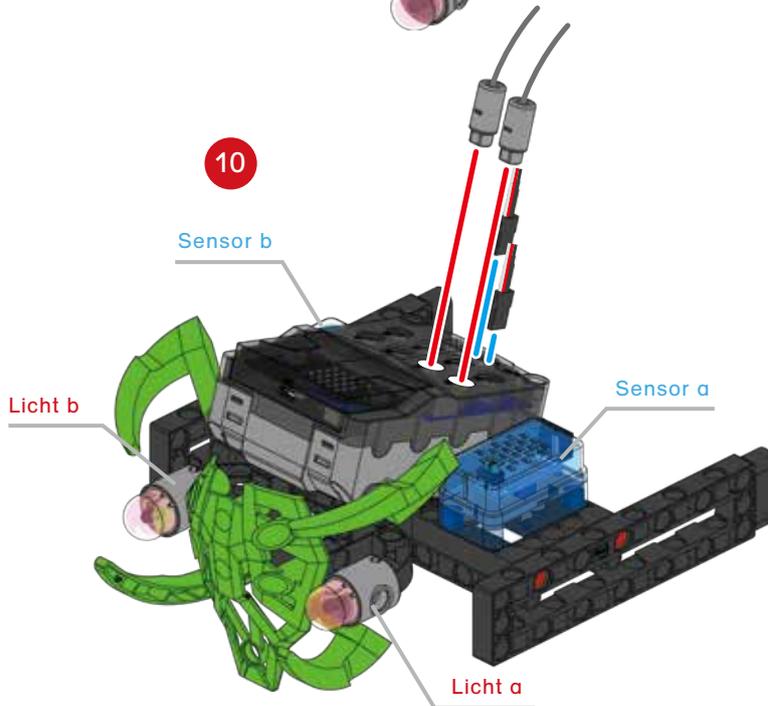
Fernbedienung mit Sensor (wissenschaftlich: Drahtlose Fernsteuerung)

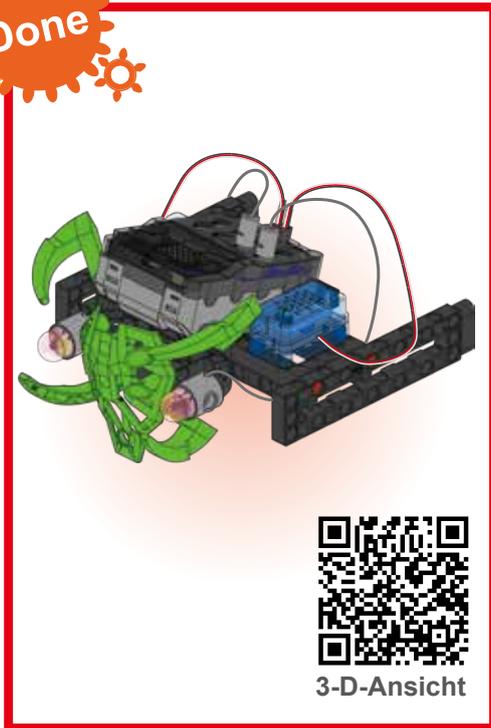


Vorderansicht



Tipps zum Anbringen der LED-Abdeckungen findest du im Anhang.





3-D-Ansicht

Das Programm kannst du unter <https://www.dropbox.com/sh/ov-qmn33oc2v6i7v/AABHe8kmv8eREA-W2EnUKwL1Ra?dl=0> herunterladen.

Programmbeispiel

```

on start
  set score to 0
  create sprite at x: 2 y: 2
  on button A pressed
    reset
  set brightness to 255
  set food to 0
  create sprite at x: pick random 0 to 4 y: pick random 0 to 4
  food set blink to 100
  set lives to 1000
  set item to 0

forever
  set x to rotation (*) roll
  set y to rotation (*) pitch
  if absolute of x > 20 or absolute of y > 20
  then
    if x > 0
    then
      score change score by 1
    else if x < 0
    then
      score change score by -1
  else
    if y > 0
    then
      score change score by 1
    else if y < 0
    then
      score change score by -1
  if score touching food ?
  then
    change score by 1
    start melody power up repeating once
    food set x to pick random 0 to 4
    food set y to pick random 0 to 4
    change lives by -20
  if lives < 0
  then
    set x to 0
    create sprite at x: 2 y: 2
    set brightness to 100
    set item to 1
  else
    set x to 0
    set y to 0
  pause (ms) 1000
  set x to 0
  set y to 0
  while score touching item ?
  do
    show number score
    start melody power down repeating once
    pause (ms) 1000
    game over
  
```

Scanne den QR-Code mit deinem Smartphone, um dir ein Video anzuschauen, wie dein Modell funktioniert.

Die Videos sind auf Englisch.



Prüfe, was passiert, wenn du den micro:bit in verschiedenen Winkeln hältst. Wie weit musst du ihn bewegen? Gibt es ein Minimum? Versuche, die Richtung der Schlange auf dem Display zu lenken.

Ändere das Modell so, dass sich die Fernbedienung mit einer Hand bedienen lässt.

Max Bot (wissenschaftlich: Künstliche Intelligenz)



Die KI (künstliche Intelligenz) ist auf dem Vormarsch. Heute hört man viel von Robotern, künstlicher Intelligenz, Algorithmen und dem „Internet der Dinge“. Damit können zwar die meisten Leute nicht viel anfangen, aber jeder versteht, dass in Zukunft Roboter viele Aufgaben übernehmen werden.

Warum sind Roboter so toll? Weil sie auch ein Gehirn (KI) haben! Aber wie bei unserem IQ gibt es auch bei der KI hohe und niedrige Werte.

Daten sind wie Bücher, die die KI in ihrem Gehirn speichert. Je mehr Daten sie einliest, desto reichhaltiger wird ihr Erfahrungsschatz. Algorithmen übernehmen dann die Rolle der Nerven, die die vielen Daten verarbeiten. Wenn die Sensoren Informationen empfangen oder wenn das „Internet der Dinge“ neue Daten erhält, müssen Algorithmen die Signale interpretieren und die richtigen Ergebnisse liefern. Algorithmen sind sehr wichtig, weil eine gute KI intelligente Algorithmen braucht. Sobald du programmieren kannst, kannst du eigene Algorithmen entwickeln.

Im Alltag

Die KI schlägt das menschliche Gehirn nicht nur in Brettspielen wie Schach, sie kann auch selbst Aufgaben lernen, die sie nie zuvor erledigt hat. Der Trend geht zur Personalisierung. In Saudi Arabien und Japan haben KI-Roboter schon die Staatsbürgerschaft und ein Aufenthaltsrecht erhalten. Es ist wie im Film, nur echt!

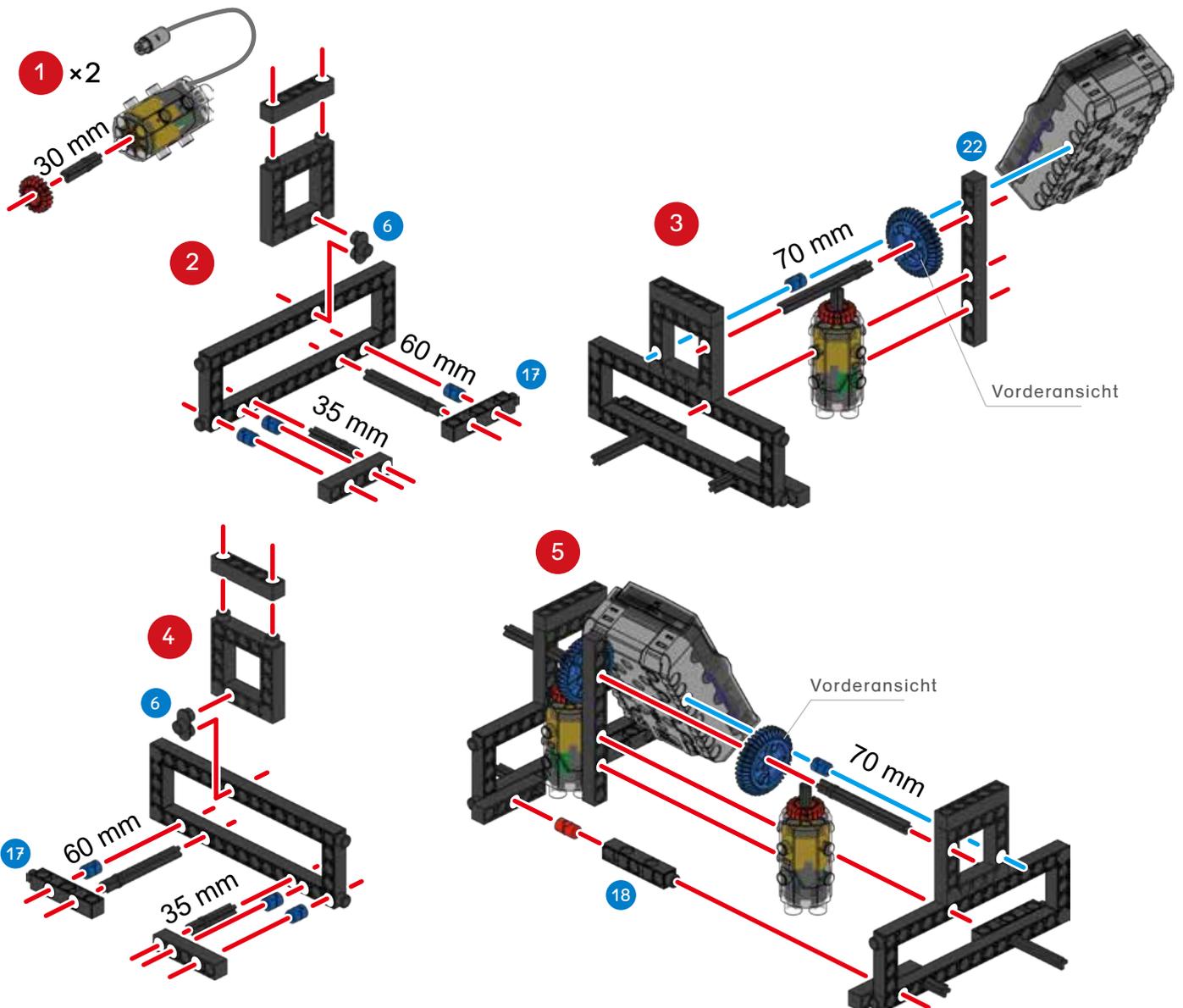
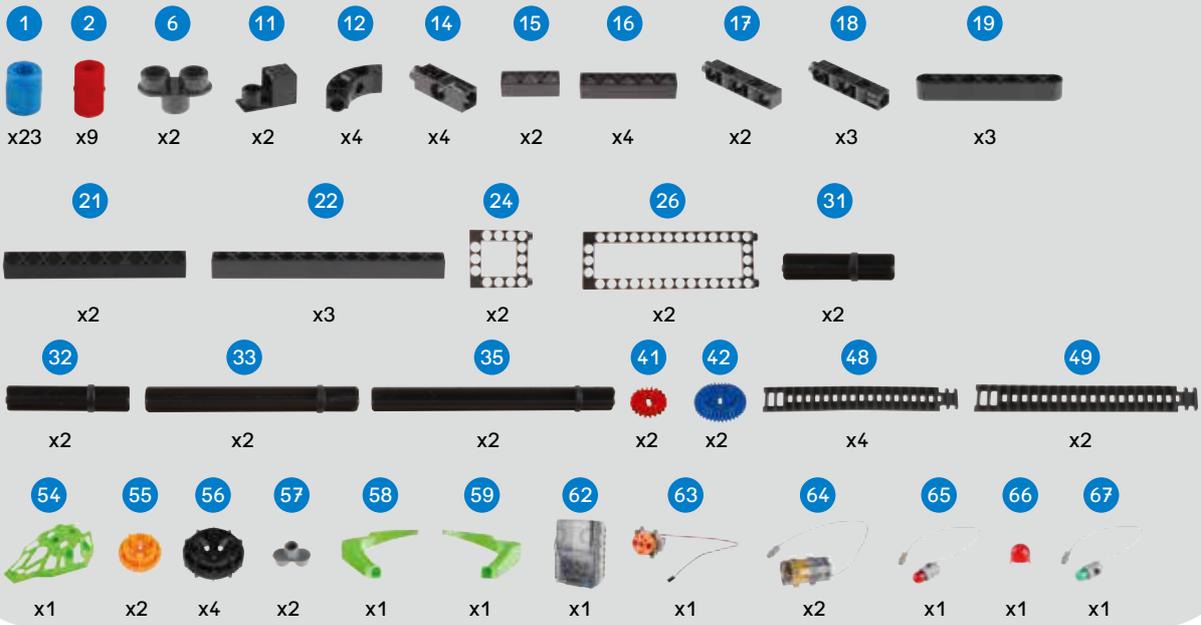
Des Weiteren wird die künstliche Intelligenz bei Suchmaschinen und bei digitalen Sprachassistenten genutzt. Zudem nutzen Streaminganbieter Algorithmen, um eine Auswahl von Filmen und Serien auf den individuellen Geschmack abzustimmen.



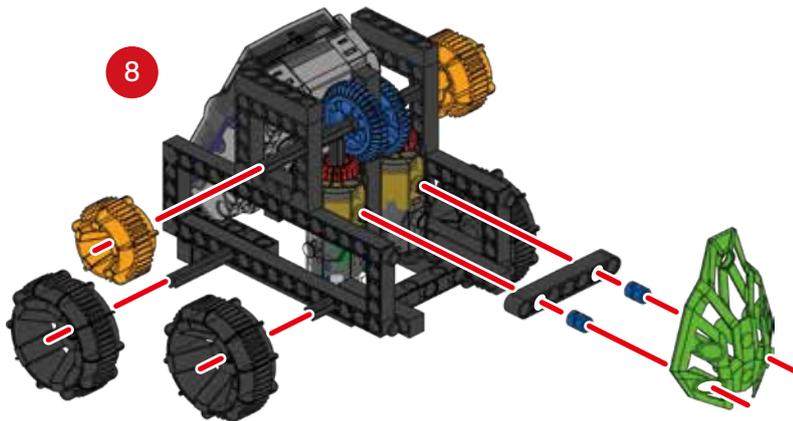
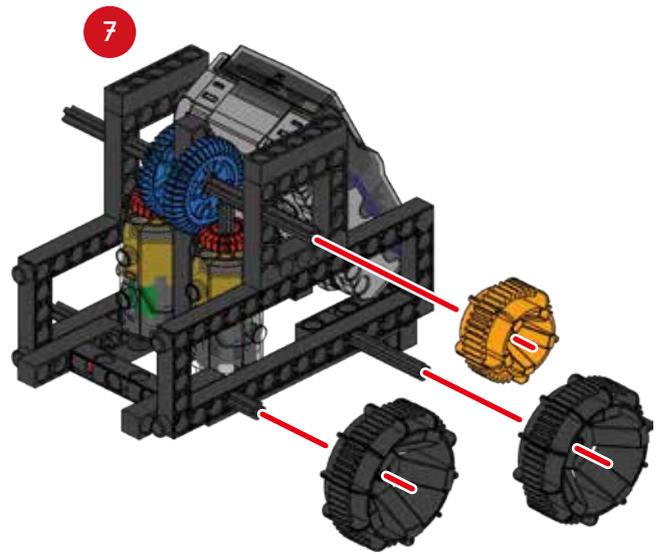
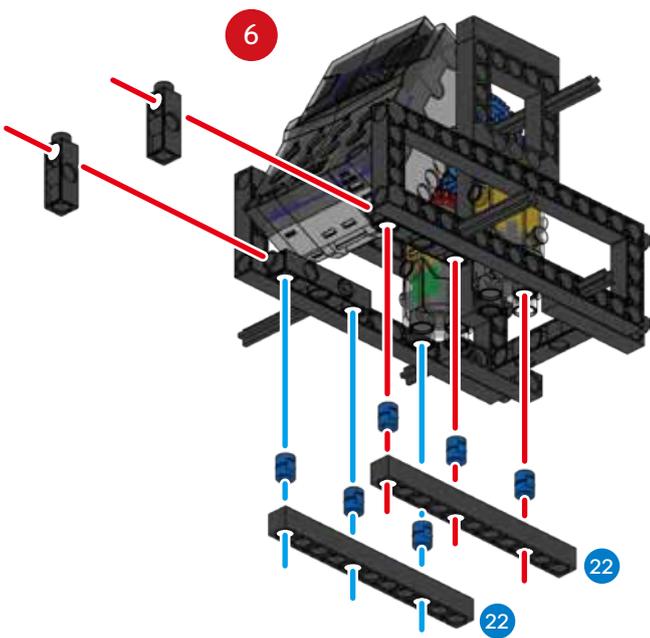
Brainstorming

Bei welchen Aufgaben kann die künstliche Intelligenz das menschliche Gehirn nicht ersetzen?

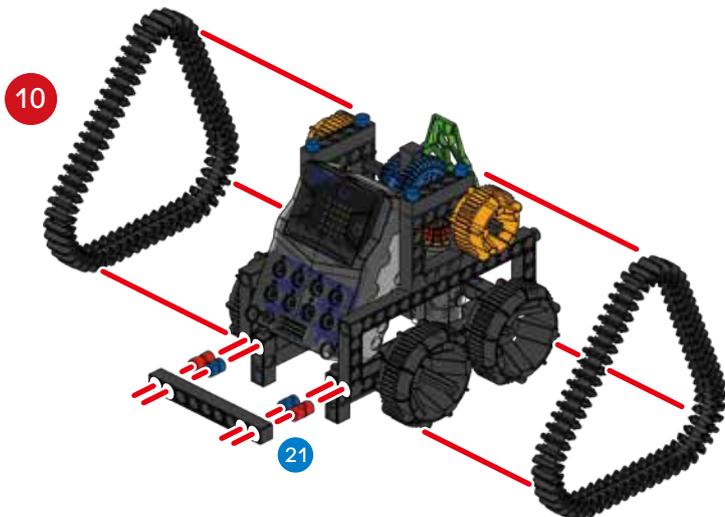
Du brauchst:



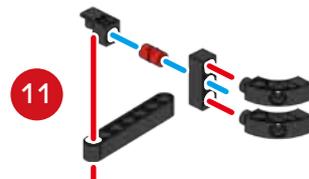
Max Bot (wissenschaftlich: Künstliche Intelligenz)

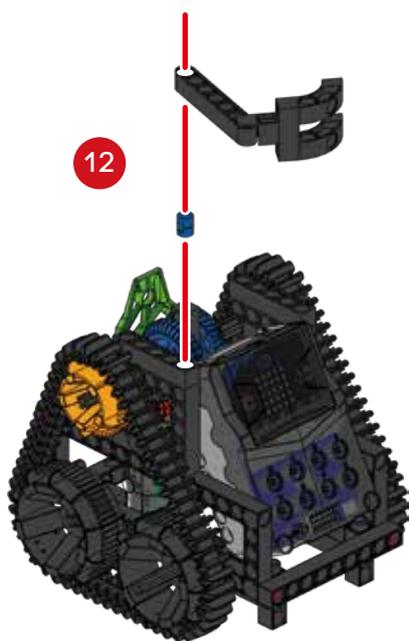


- 48 × 1
- 49 × 2



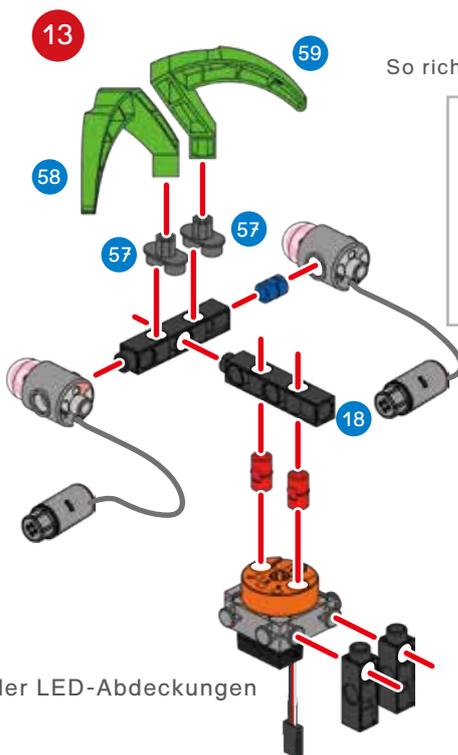
Tipps zum Schließen des Kettenriemens findest du im Anhang.





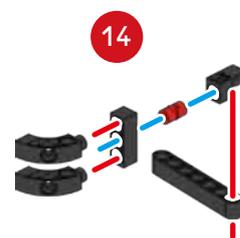
12

Tipps zum Anbringen der LED-Abdeckungen findest du im Anhang.

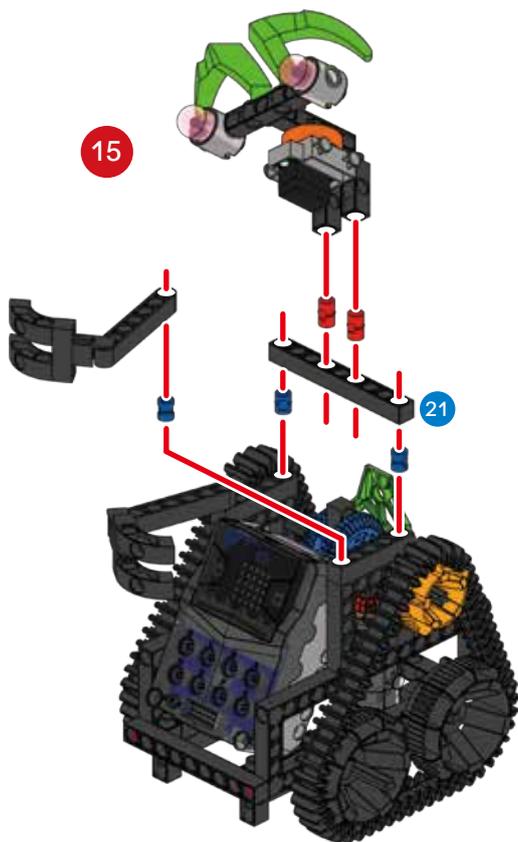


13

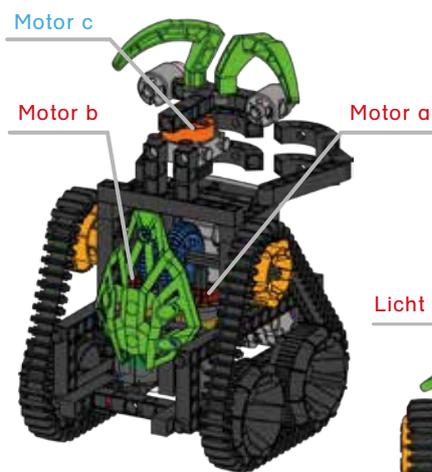
So richtest du deinen Motor vertikal aus:



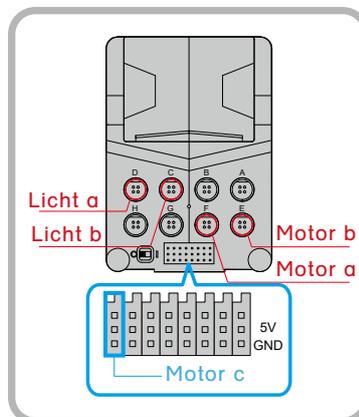
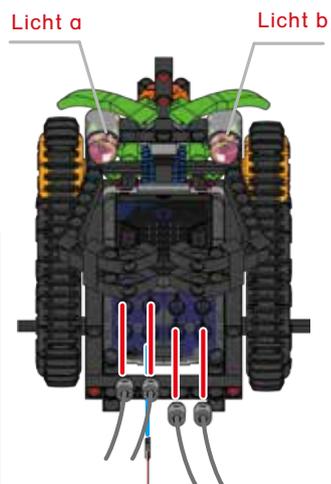
14



15



16



Max Bot (wissenschaftlich: Künstliche Intelligenz)



3-D-Ansicht

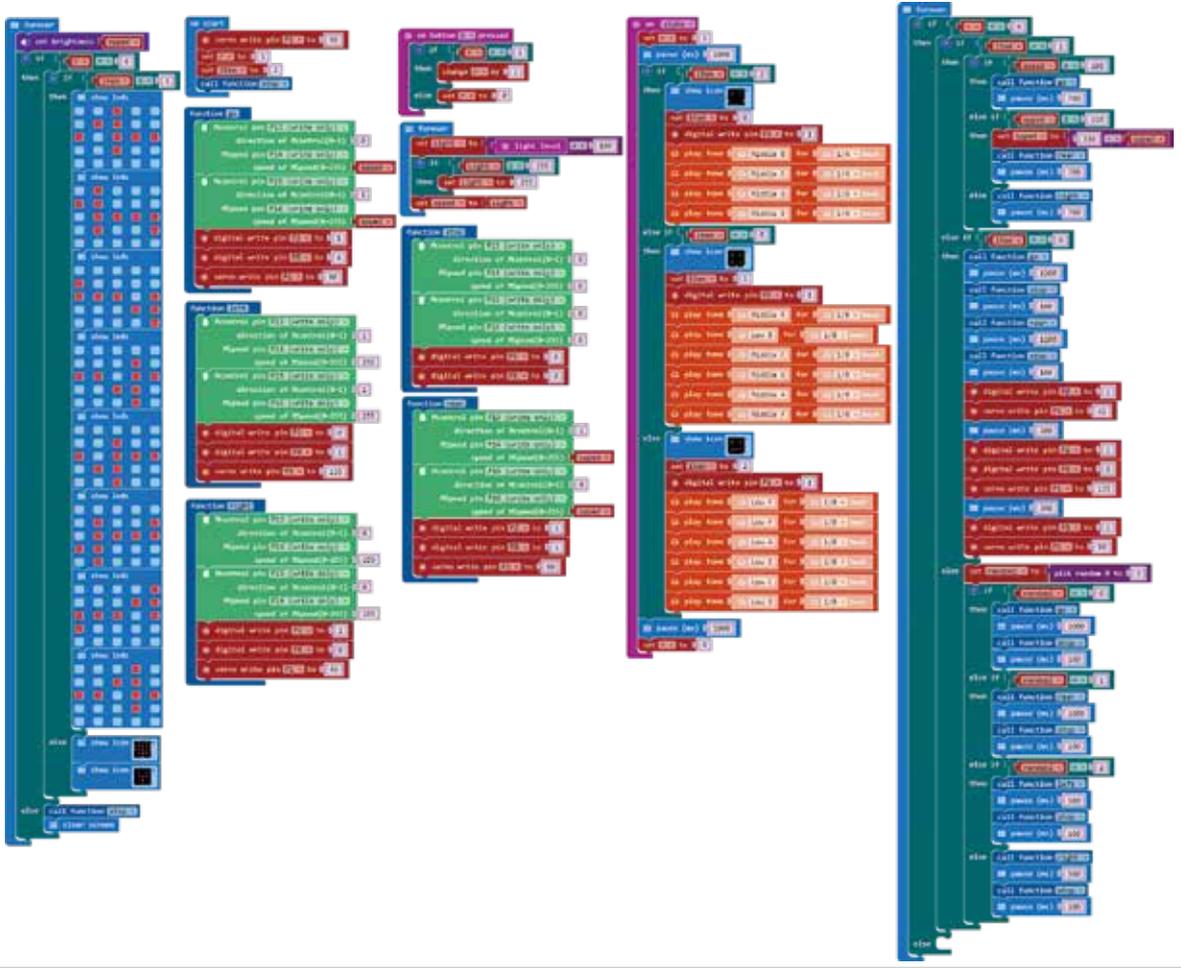
Vielleicht funktioniert es besser mit einer Taschenlampe.

Scanne den QR-Code mit deinem Smartphone, um dir ein Video anzuschauen, wie dein Modell funktioniert.



Die Videos sind auf Englisch.

Programmbeispiel



Das Programm kannst du unter <https://www.dropbox.com/sh/ovqmn33oc2v6i7v/AABHe8kmv8eREAW2EnUKw11Ra?dl=0> herunterladen.

Ändere die Riemenlänge und vergleiche, wie sich die Bewegung verändert. Nimm z. B. zwei 20T-Riemen und einen 21T-Riemen oder auch einen 20T-Riemen und zwei 21T-Riemen. Notiere die Unterschiede.

Ändere Modell und Programm so, dass aus dem Raupenfahrzeug ein Tracking-Roboter wird.

Wiederholung 4

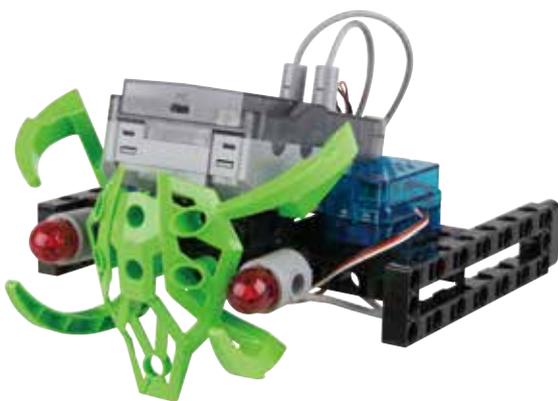
Gestalte nun mithilfe der Dinge, die du bisher gelernt hast, einen ferngesteuerten Roboterarm.



16. Telegraf



17. Roboterarm



18. Fernbedienung mit Sensor

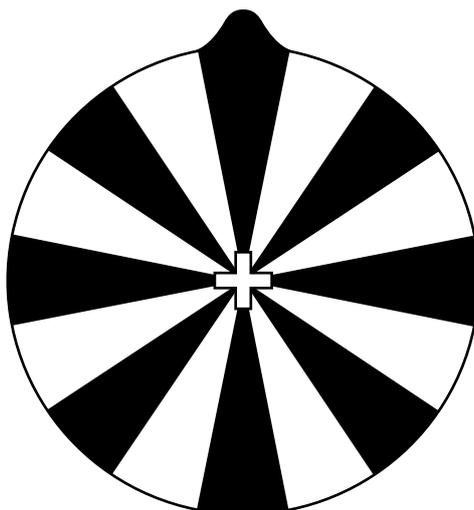
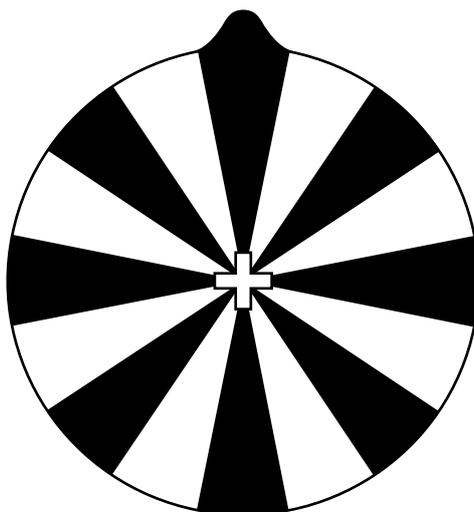


19. Max Bot

Anhang

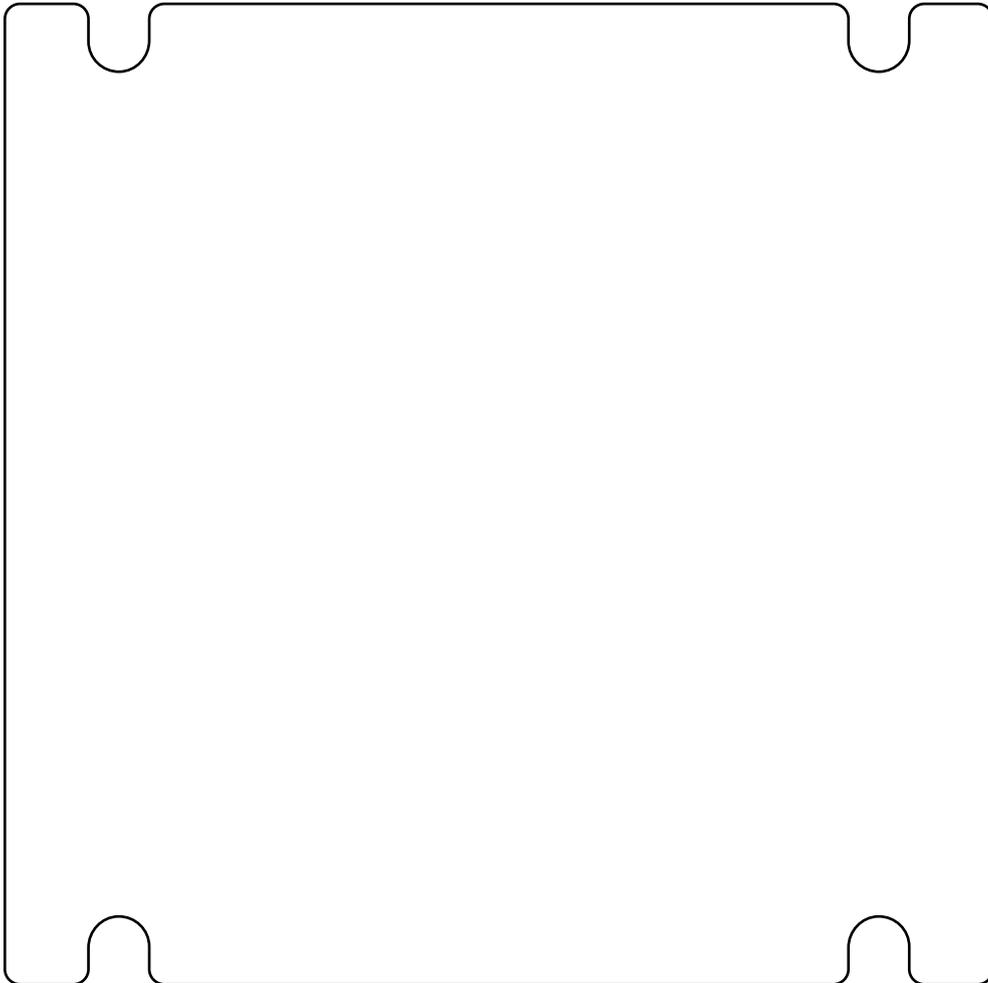
L6 Papierkarte Messrad

Bitte nutze nur Fotokopien des Bildes.



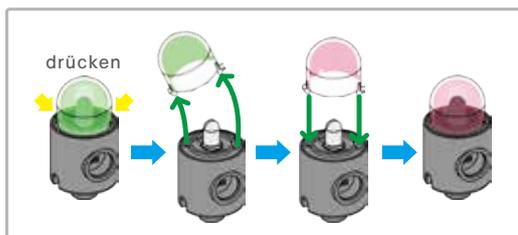
L9 Microcomputer-Plotterpapier

Bitte nutze nur Fotokopien des Bildes.
(Verwende am besten festes Papier oder klebe
es auf Karton.)

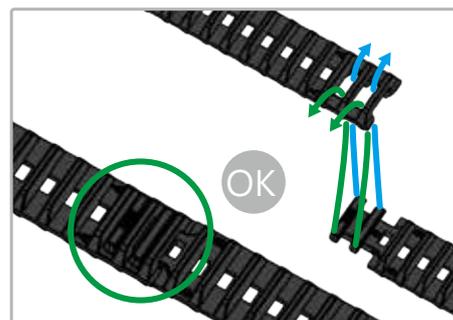


TIPPS

So tauschst du die Abdeckungen der Lampen aus



So verbindest du die Kettenriemen



Kopierrecht für eine Schule

Mit dem Kauf der beiliegenden Kopiervorlagen haben Sie das Kopierrecht für eine Schule erworben.

Jede weitere Vervielfältigung ohne ausdrückliche Genehmigung des Händlers ist unzulässig. Jegliche weitere Veröffentlichung, insbesondere durch das Internet, ist untersagt und führt zu Schadensersatzforderungen.



D
Arnulf Betzold GmbH
Ferdinand-Porsche-Str. 6
73479 Ellwangen
Telefon: +49 7961 90 00 0
Telefax: +49 7961 90 00 50
E-Mail: service@betzold.de
www.betzold.de

AT
Arnulf Betzold GmbH
Seebühel 1
6233 Kramsach/Tirol
Telefon: +43 5337 644 50
Telefax: +43 5337 644 59
E-Mail: service@betzold.at
www.betzold.at

CH
Betzold Lernmedien GmbH
Winkelriedstrasse 82
8203 Schaffhausen
Telefon: +41 52 644 80 90
Telefax: +41 52 644 80 95
E-Mail: service@betzold.ch
www.betzold.ch

Nr./Art. 762762
LOTBB20-0017331112020
© Arnulf Betzold GmbH

