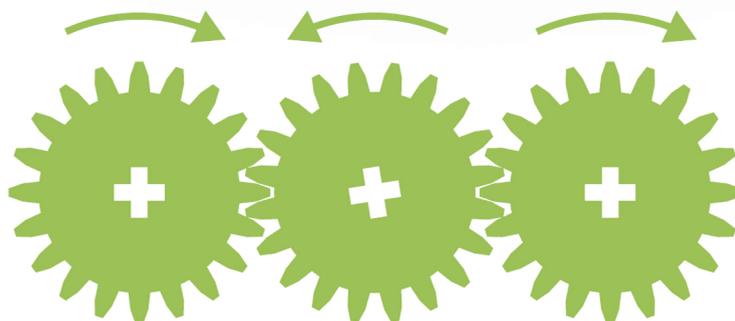


DAS **LEGO® MINDSTORMS®** **ROBOTER-ERFINDER** **IDEENBUCH**



YOSHIHITO ISOGAWA

128 Maschinen und smarte Ideen für eigene Roboter



dpunkt.verlag

Yoshihito Isogawa

Lektorat & Übersetzung: Gabriel Neumann

Lektoratsassistentz: Anja Weimer

Satz: Veronika Schnabel

Herstellung: Stefanie Weidner

Umschlaggestaltung: Helmut Kraus, www.exclam.de, nach Vorlage von No Starch Press Inc.

Druck und Bindung: Schleunungdruck GmbH, Marktheidenfeld

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

ISBN:

Print 978-3-86490-897-2

PDF 978-3-96910-792-8

ePub 978-3-96910-793-5

mobi 978-3-96910-794-2

1. Auflage 2022

Translation Copyright für die deutschsprachige Ausgabe © 2022 dpunkt.verlag GmbH

Wieblingen Weg 17

69123 Heidelberg

Copyright © 2021 by Yoshihito Isogawa. Title of English-language original: *LEGO MINDSTORMS Robot Inventor Idea Book: 128 Simple Machines and Clever Contraptions*, ISBN 9781718501775, published by No Starch Press Inc. 245 8th Street, San Francisco, California United States 94103.

The German-language edition Copyright © 2022 by dpunkt.verlag under license by No Starch Press Inc.

All rights reserved.

Hinweis:

Der Umwelt zuliebe verzichten wir auf die Einschweißfolie.

Schreiben Sie uns:

Falls Sie Anregungen, Wünsche und Kommentare haben, lassen Sie es uns wissen: hallo@dpunkt.de.

Die vorliegende Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung der Texte und Abbildungen, auch auszugsweise, ist ohne die schriftliche Zustimmung des Verlags urheberrechtswidrig und daher strafbar. Dies gilt insbesondere für die Vervielfältigung, Übersetzung oder die Verwendung in elektronischen Systemen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die im Buch verwendeten Soft- und Hardware-Bezeichnungen sowie Markennamen und Produktbezeichnungen der jeweiligen Firmen im Allgemeinen warenzeichen-, marken- oder patentrechtlichem Schutz unterliegen.

LEGO, LEGO-Figuren und LEGO-Bausteine sind Warenzeichen der LEGO-Gruppe. Dieses Buch ist von der LEGO-Gruppe weder unterstützt noch autorisiert worden.

Alle Angaben und Programme in diesem Buch wurden mit größter Sorgfalt kontrolliert. Weder Autor noch Verlag noch Übersetzer können jedoch für Schäden haftbar gemacht werden, die in Zusammenhang mit der Verwendung dieses Buches stehen.

5 4 3 2 1 0

Papier
plus⁺
PDF.

Zu diesem Buch – sowie zu vielen weiteren dpunkt.büchern – können Sie auch das entsprechende E-Book im PDF-Format herunterladen. Werden Sie dazu einfach Mitglied bei dpunkt.plus⁺:

www.dpunkt.plus

Inhalt

Einleitung	viii
Warmlaufen	x

Teil 1 • Grundlegende Mechanismen



Drehende Motoren	2
------------------------	---



Drehbewegungen mit Zahnrädern übertragen	12
--	----



Die Richtung der Drehachse um 90° ändern	24
--	----



Pendelnde Mechanismen	28
-----------------------------	----



Kolbenmechanismen	34
-------------------------	----



Ändern des Achswinkels	40
------------------------------	----



Drehbewegung mit Gummibändern übertragen	44
--	----



Nockenantriebe	46
----------------------	----



Drehteller verwenden	50
----------------------------	----



Die zentrale Taste aufleuchten lassen 56



Die LED-Lichtmatrix steuern 58



Fernbedienung 60

Teil 2 • Bewegliche Mechanismen



Fahrzeuge mit einem Motor 64



Fahrzeuge mit zwei Motoren 72



Lenkung mit einem Steuerrad 80

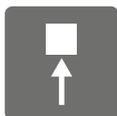


Gehende Maschinen 86

Teil 3 • Praktische Mechanismen



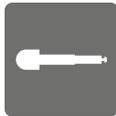
Greifwerkzeuge 96



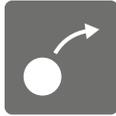
Hebevorrichtungen 104



Schlagende Flügel 110



Die Projektilkanone verwenden 116



Schießvorrichtungen 120



Windkraftanlagen 126

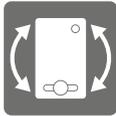
Teil 4 • Sensoren



Den Abstandssensor verwenden 132



Den Farbsensor verwenden 134



Den im Hub eingebauten Sensor verwenden 136



Fahrzeuge mit Sensoren 142



Wie man Sensoren noch einsetzen kann 160

Teil 5 • Andere unterhaltsame Mechanismen



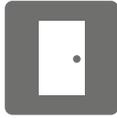
Verschiedene Bewegungsmechanismen 170



Kreisel 196



Zeichengeräte 206



Automatische Türen 226



Spiel und Spaß 232



Bonusmechanismen 248

Einleitung

Mit dem LEGO-Mindstorms-Roboter-Erfinder-Set und der dazugehörigen App kannst du tolle Roboter bauen und eine Menge lernen. Wenn du bereits die mitgelieferten Modelle ausprobiert hast, fragst du dich vielleicht, wie du noch mehr Spaß mit dem Set haben kannst. Dieses Ideenbuch wird dir dabei helfen. Die Erfahrungen, die du mit diesem Buch sammelst, werden deine Phantasie und deine Kreativität beflügeln.

Um die Modelle aus diesem Buch nachzubauen, brauchst du nur das Set »LEGO MINDSTORMS Roboter-Erfinder« (#51515) und ein Gerät, mit dem du die LEGO-Mindstorms-App bedienen kannst.

Wie man dieses Buch benutzt

Das Buch enthält keine Schritt-für-Schritt-Anleitungen. Farbenfrohe Fotos, die aus verschiedenen Blickrichtungen aufgenommen sind, sowie eine Auflistung der Teile, die für das jeweilige Modell benötigt werden, ermöglichen den Nachbau ohne ermüdende Anleitungen. Betrachte die Fotos genau und versuche, die Modelle nachzubauen. So zu bauen ist wie ein Puzzlespiel. Wenn du mit dieser Art des Bauens nicht vertraut bist, beginne mit dem Kapitel *Warmlaufen* auf der übernächsten Seite, um etwas Übung zu bekommen.

Es ist nicht nötig, die Modelle in der Reihenfolge, in der sie im Buch vorgestellt werden, nachzubauen. Blättere durch die Seiten und suche dir die Geräte, die du am interessantesten findest, aus. Du wirst hier eine Vielzahl an Modellen entdecken: einfache in der ersten und komplexere Modelle in der zweiten Buchhälfte. Sie sind so einfach wie möglich gehalten, damit du sie leicht nachbauen kannst und verstehst, wie sie funktionieren. Aber sie sind nur ein Ausgangspunkt. Ich lade dich dazu ein, deine eigenen Ideen einzubringen, um die Geräte besser und cooler zu machen. Wenn du ein Modell ein wenig zerbrechlich findest, verstärke seine Schwachstellen. Wenn du eine andere Möglichkeit siehst, einen Mechanismus zu benutzen, probiere sie aus. Diese Erfahrungen werden dir helfen, als Konstrukteur zu wachsen.

Wenn du weitere Modelle baust, kannst du sie immer wieder verändern und versuchen, verschiedene Mechanismen zu immer raffinierteren Robotern zu kombinieren. Solltest du bereits andere LEGO-Sets besitzen, wird es dir auch Spaß machen, sie mit dem Roboter-Erfinder-Set zu kombinieren. Das Endprodukt wird dein eigenes Originalmodell sein, das einzige seiner Art auf der Welt. Als Autor wünsche ich mir, dass meine Leserinnen und Leser so auch ihre Einzigartigkeit zeigen und außergewöhnliche Modelle schaffen, die Menschen auf der ganzen Welt begeistern.

Hinweise

- Die Motoren im Mindstorms-Roboter-Erfinder-Set sind sehr leistungsfähig. Achte darauf, dass du die rotierenden Zahnräder nicht berührst, sonst könntest du dir die Finger verletzen.
- Einige Modelle haben Teile, die sich mit hoher Geschwindigkeit drehen. Achte darauf, dass diese Teile nicht deine Augen treffen.
- Im Buch gibt es einige Modelle zum Zeichnen mit einem Stift. Wenn möglich, verwende einen Stift auf Wasserbasis. Ein Stift auf Ölbasis kann den Tisch oder den Boden verunreinigen.
- Die Programme in diesem Buch wurden mit der neuesten App-Version erstellt, die zum Zeitpunkt des Schreibens verfügbar war. Dein Bildschirm kann je nach Version der App (oder je nach Modell des von dir verwendeten Tablets, Smartphones oder anderem Computer) anders aussehen.

Buchempfehlungen

Eine Anleitung für Einsteigerinnen und Einsteiger in das LEGO-Mindstorms-Roboter-Erfinder-Set findest du in diesem Buch von Daniele Benedettelli:

Das LEGO®-MINDSTORMS®-Roboter-Erfinder-Labor. Bauen, programmieren und experimentieren mit 7 tollen Robots (dpunkt.verlag, 2022).

Wenn du tiefer in die Programmierung mit LEGO Mindstorms einsteigen willst, schau dir dieses Buch von Alexander Schulze an:

Programmieren mit LEGO® MINDSTORMS® 51515 und SPIKE® Prime. Scratch und Python für Einsteiger und Fortgeschrittene (dpunkt.verlag, 2021).

Danksagungen

Zur Erstellung der Illustrationen in diesem Buch wurden LDraw-Daten und LPub-Anwendung verwendet. Ich möchte mich bei denjenigen bedanken, die an der Entwicklung dieser Programme beteiligt waren.

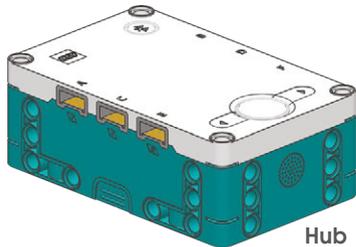
Warmlaufen

In diesem Buch findest du keine Schritt-für-Schritt-Bauanleitungen. Stattdessen verwendest du für den Nachbau des gezeigten Modells Fotos, die aus verschiedenen Blickwinkeln aufgenommen wurden. Du wirst bald den Dreh raushaben und Spaß daran finden! Lass uns anfangen und ein bisschen üben.

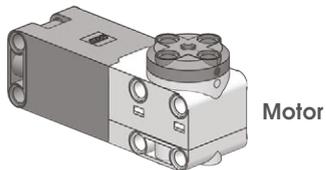
1

Dies ist die
Modellnummer

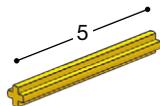
Alle Teile, die du für dieses Modell benötigst, sind in der Auswahl unten dargestellt. Finde sie in deinem Mindstorms-Roboter-Erfinder-Set und fang an zu bauen!



Hub



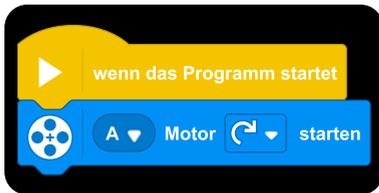
Motor



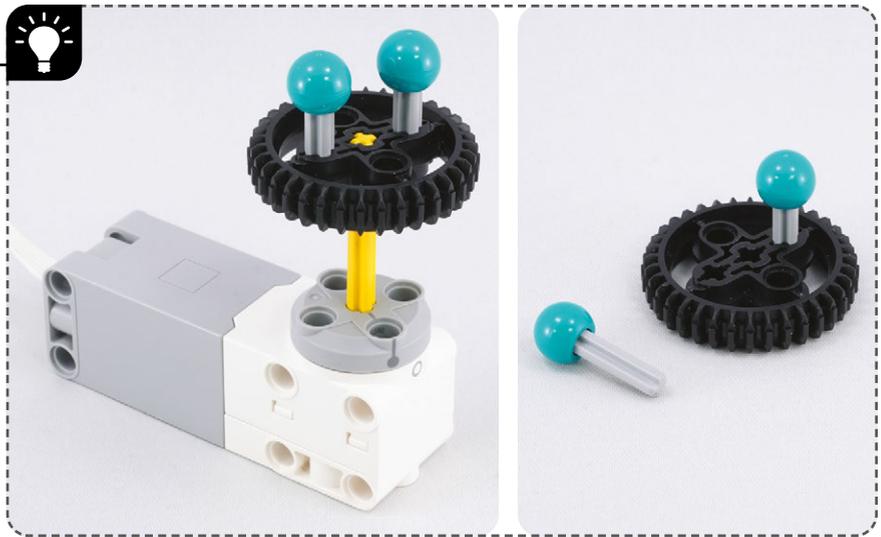
Stecke das Kabel in den Anschluss an der gleichen Stelle wie auf dem Bild.



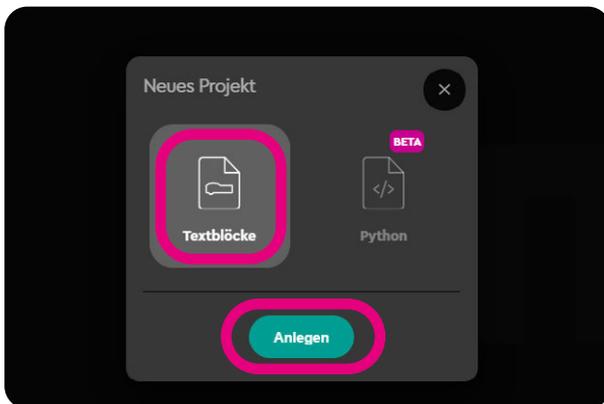
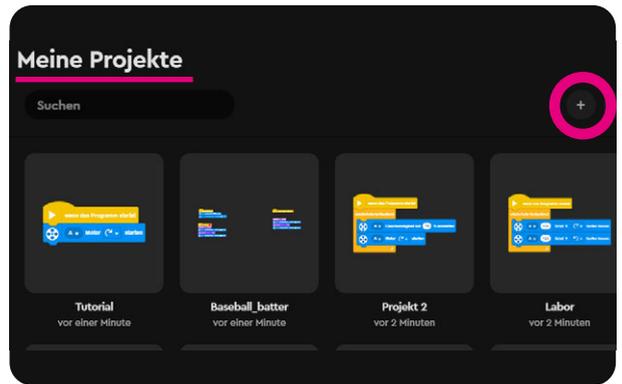
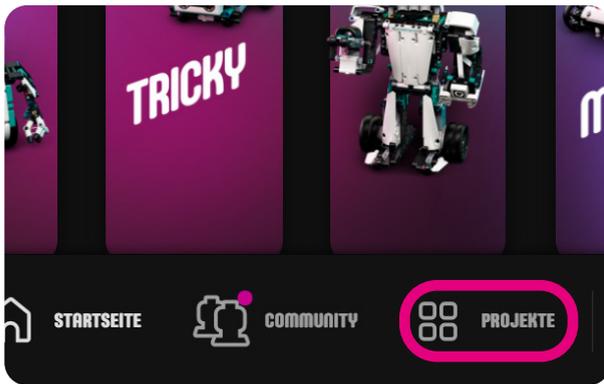
Wenn du die Teile zusammengesucht hast, versuche das Modell anhand der Fotos auf dieser und der nächsten Seite nachzubauen. Um schneller zu arbeiten, stelle dein Modell in dieselbe Position wie auf den Fotos und vergleiche sie beim Bau immer wieder.



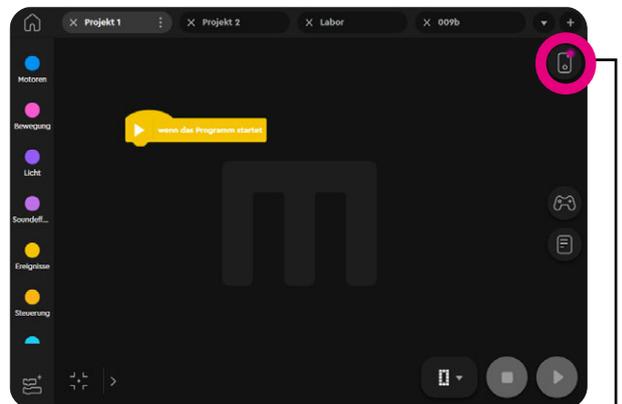
Dies ist ein Programm zum Bewegen des Modells. Wenn du ein neues Programm erstellst, befolge die folgenden Schritte.



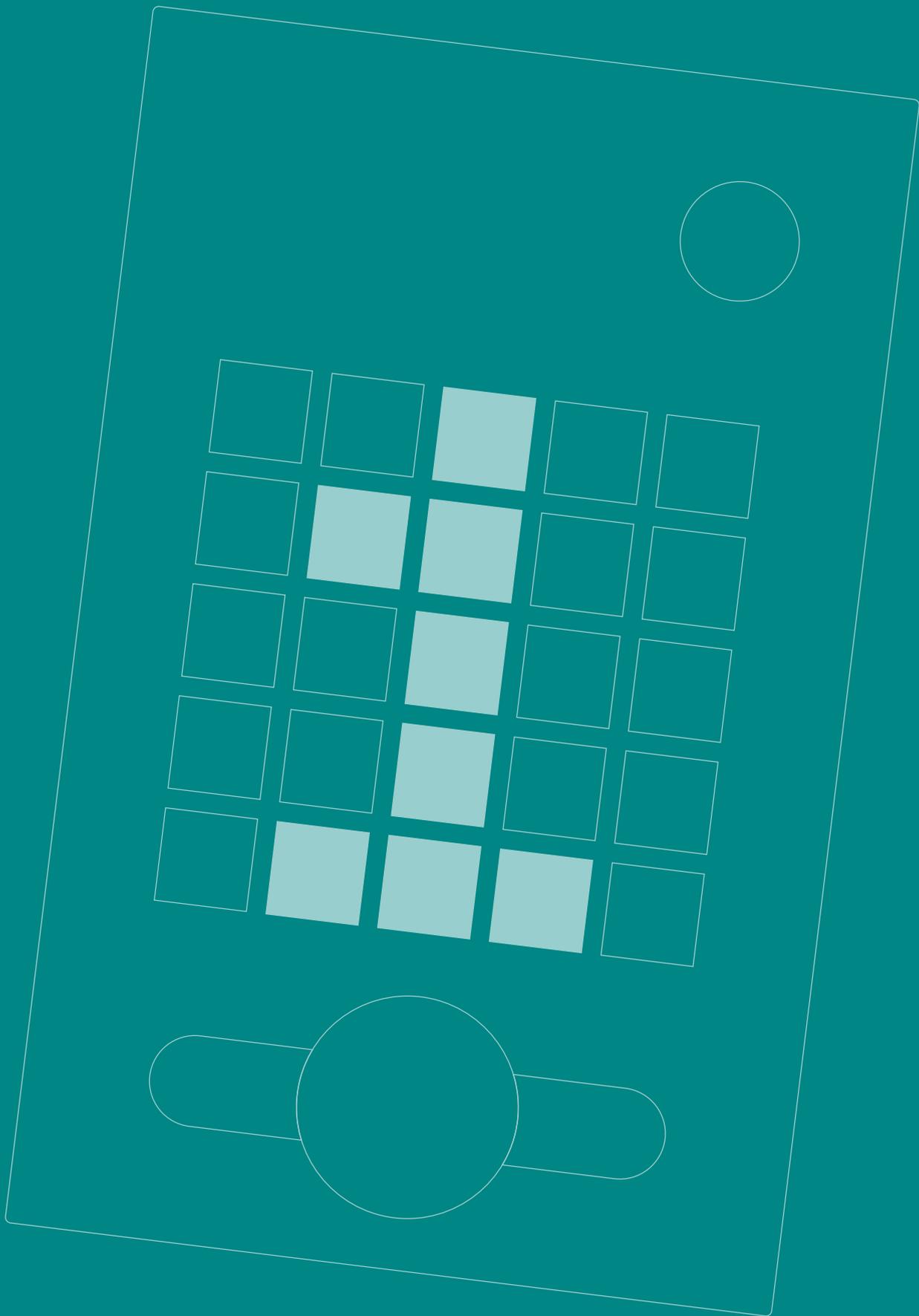
Dies ist das »Hinweis«-Symbol, das Bauvarianten und eine andere Programmierung anzeigt. Versuche mit diesen Tipps, deine eigenen einzigartigen und unterhaltsamen Modelle zu bauen.



Bitte beachte, dass der angezeigte Bildausschnitt je nach Version der Software anders aussehen kann.



Wenn der Hub und dein Tablet/Smartphone/Computer nicht verbunden sind, stelle die Verbindung von hier aus her.



Teil 1

Grundlegende Mechanismen



2



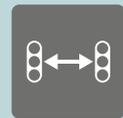
12



24



28



34



40



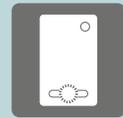
44



46



50



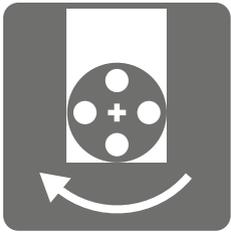
56



58

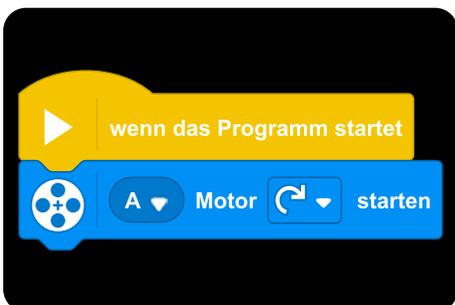
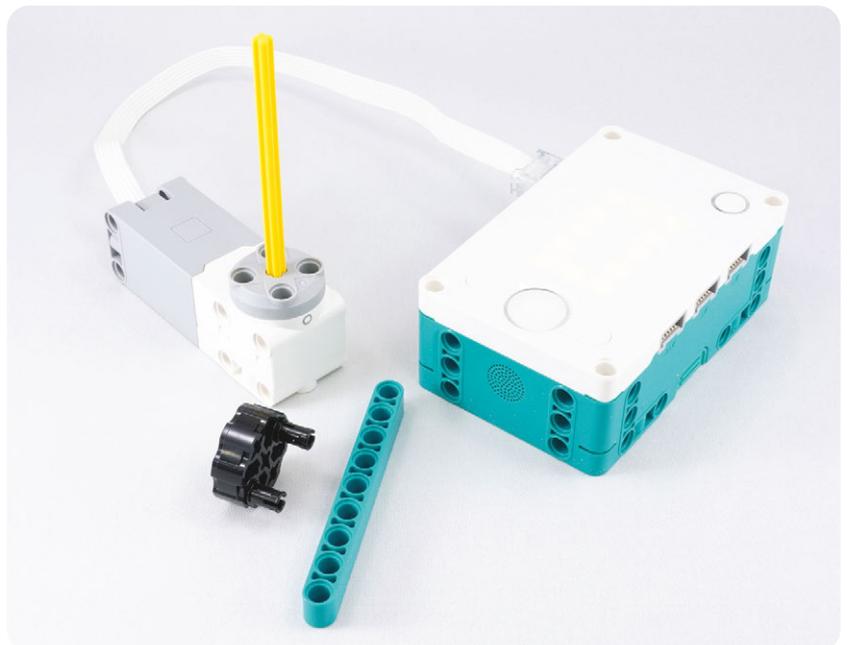
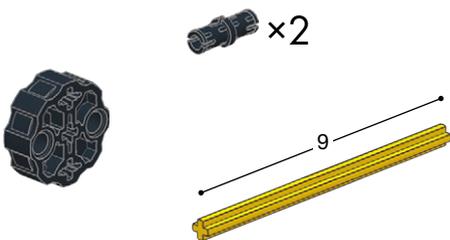
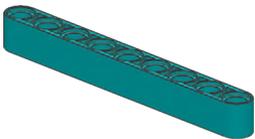
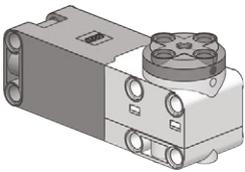
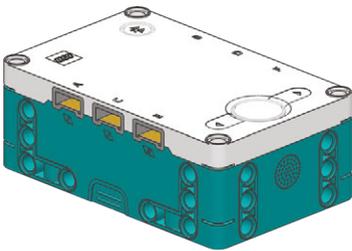


60



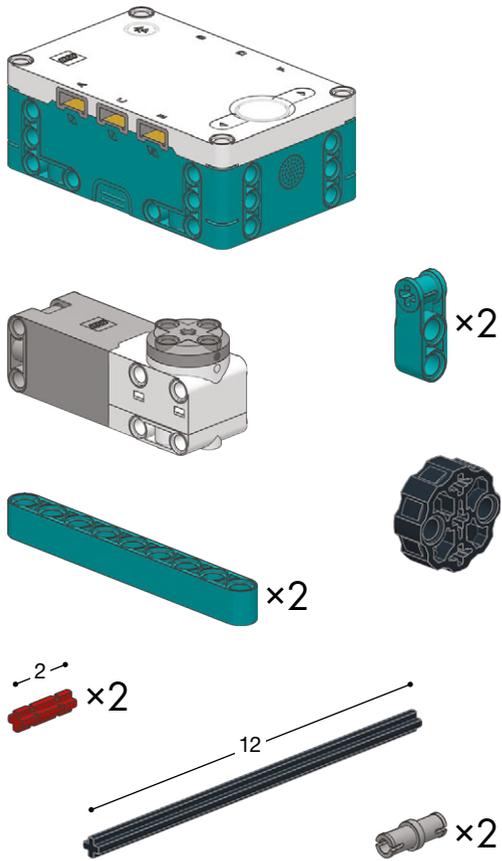
Drehende Motoren

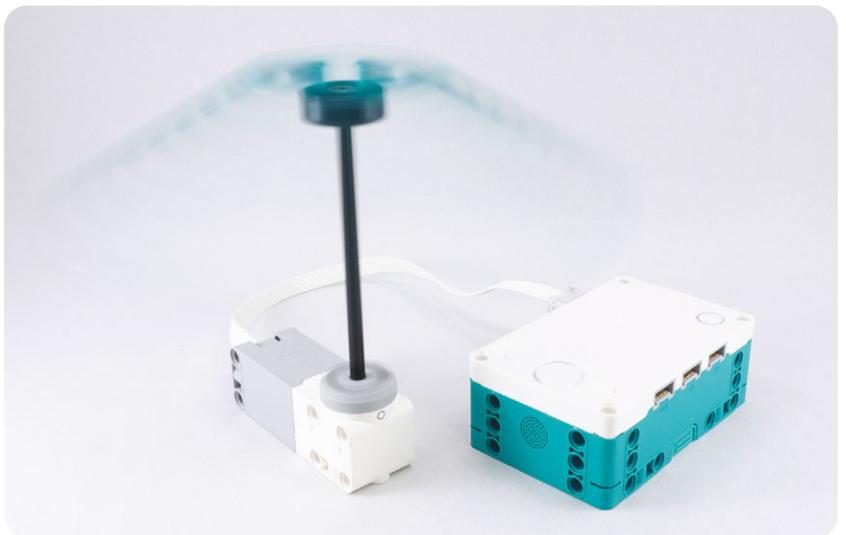
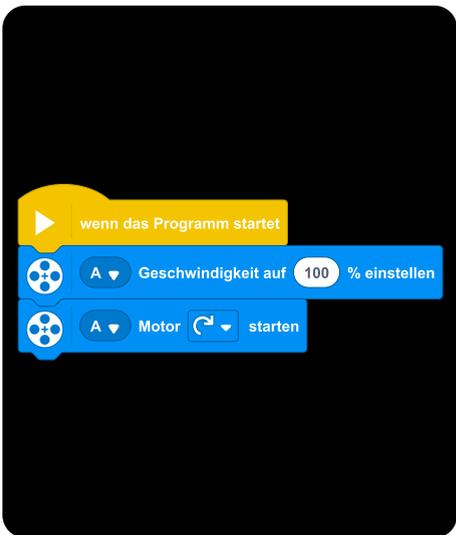
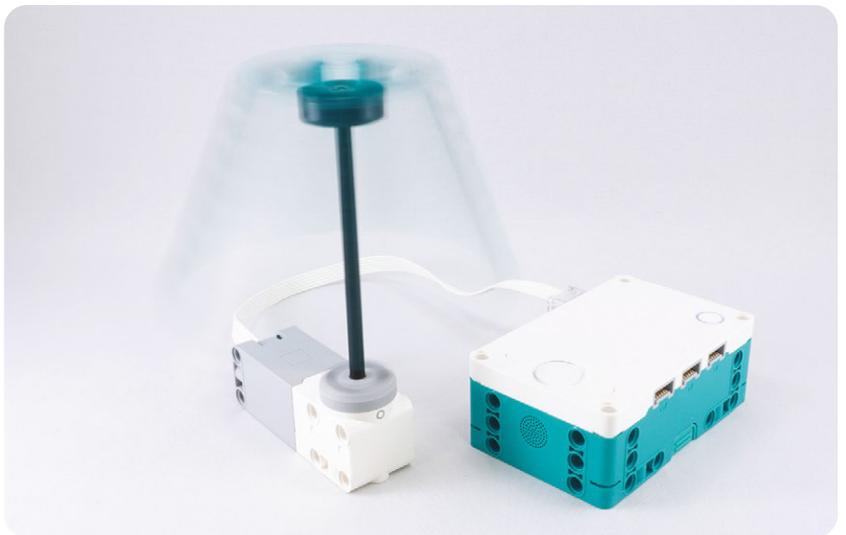
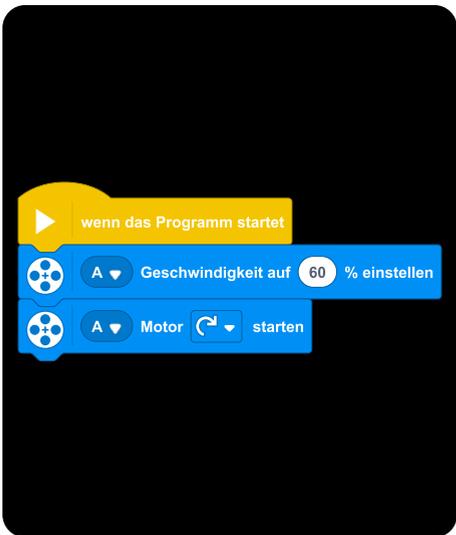
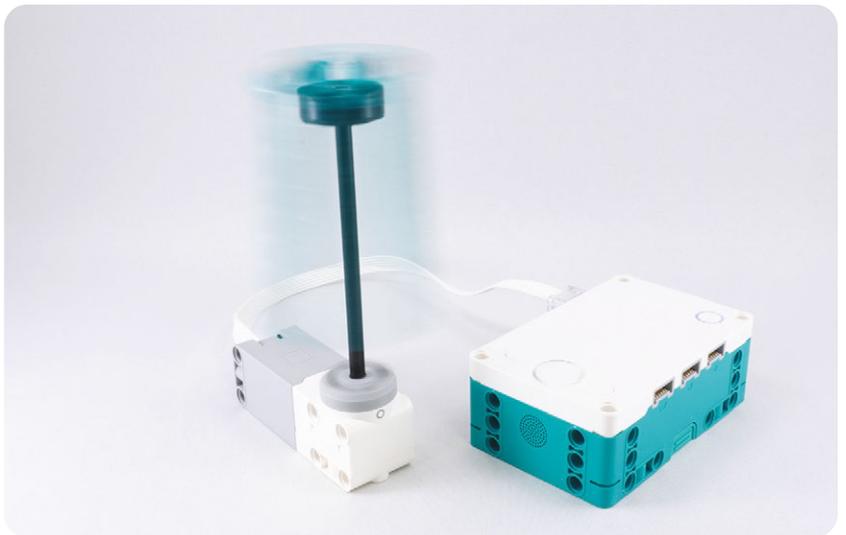
1



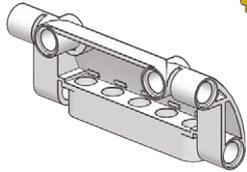
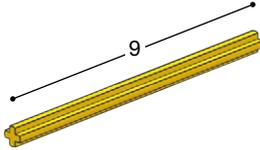
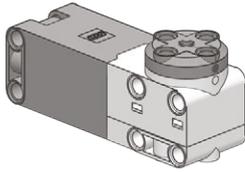
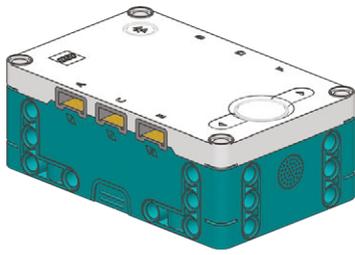


#2



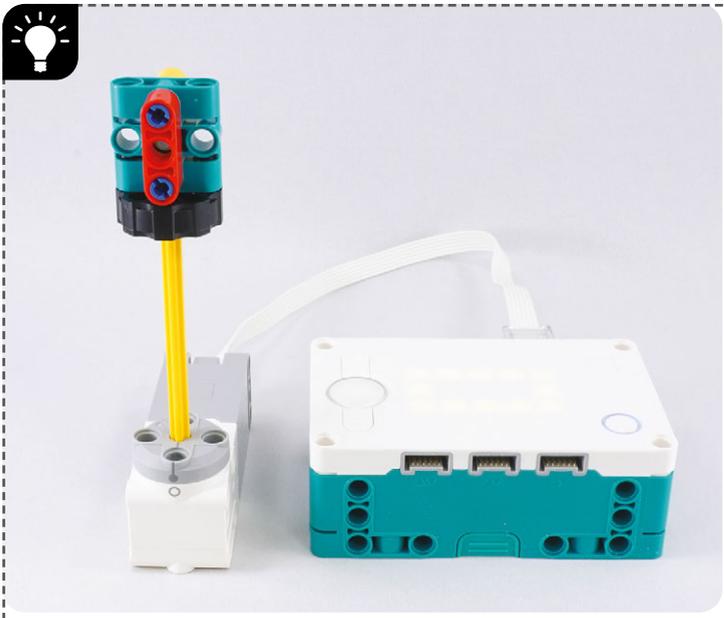


#3



```

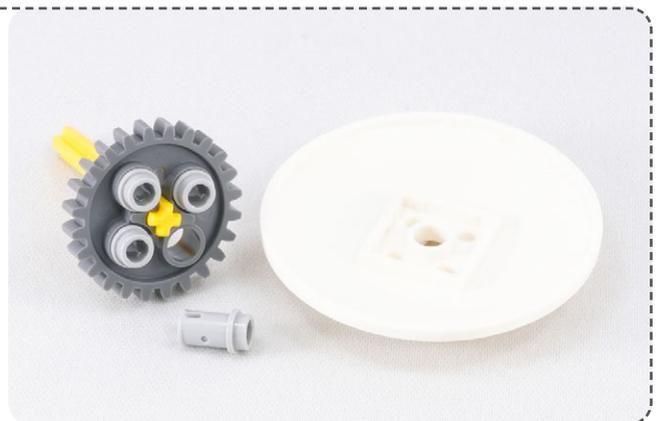
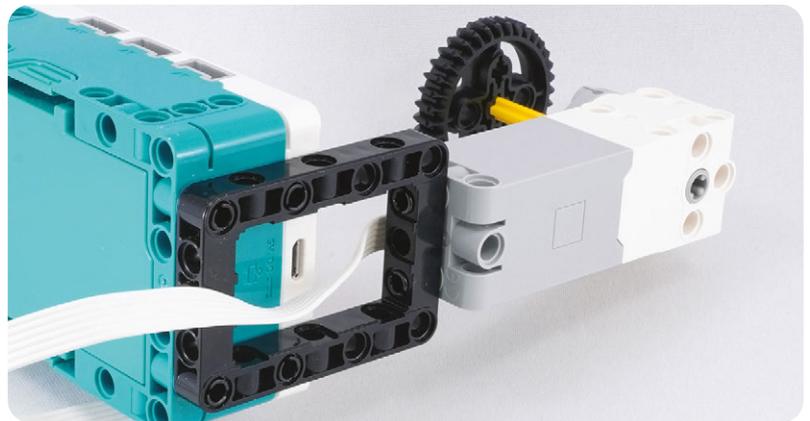
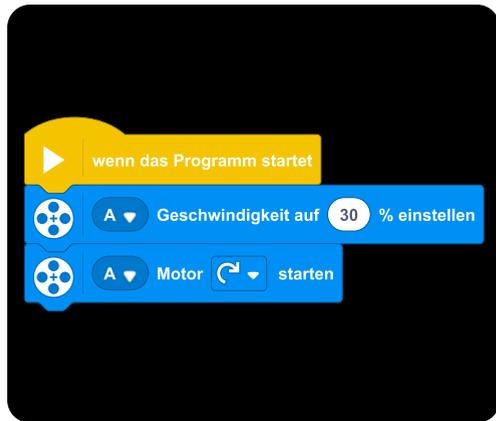
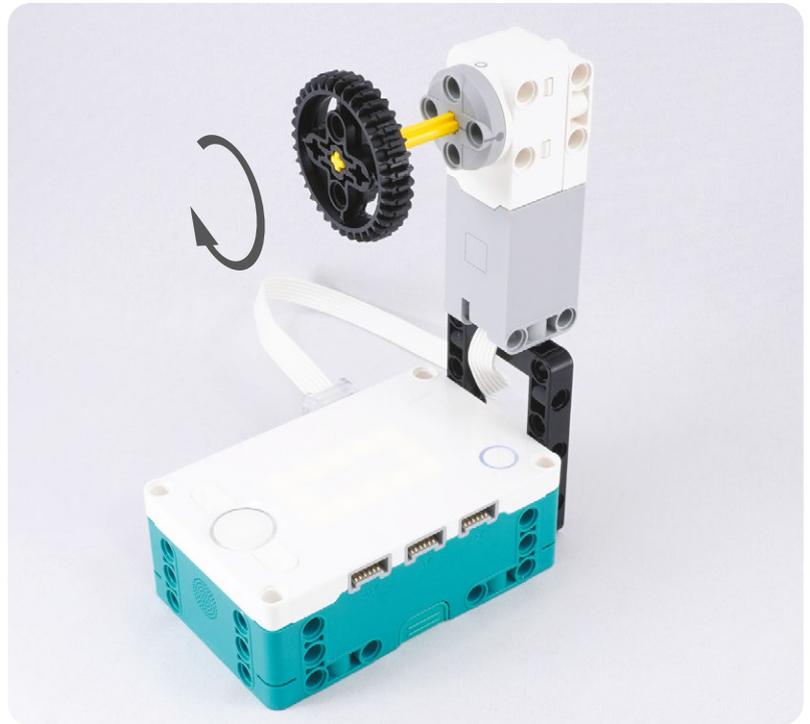
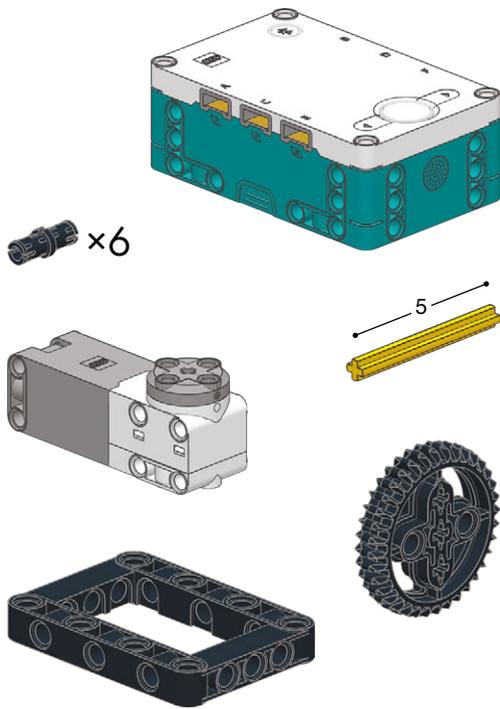
wenn das Programm startet
  wiederhole fortlaufend
    Motor A 90 Grad laufen lassen
    Motor A 90 Grad laufen lassen
  
```

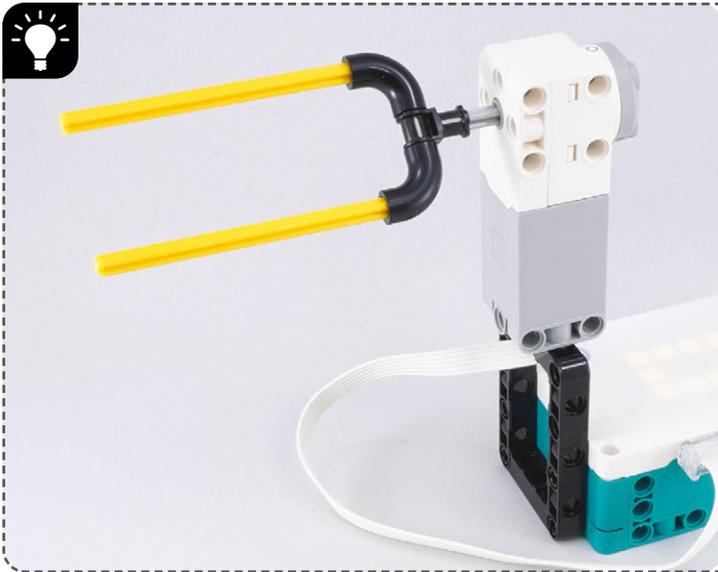


```

wenn das Programm startet
  wiederhole fortlaufend
    Motor A 120 Grad laufen lassen
    Motor A 120 Grad laufen lassen
  
```

#4

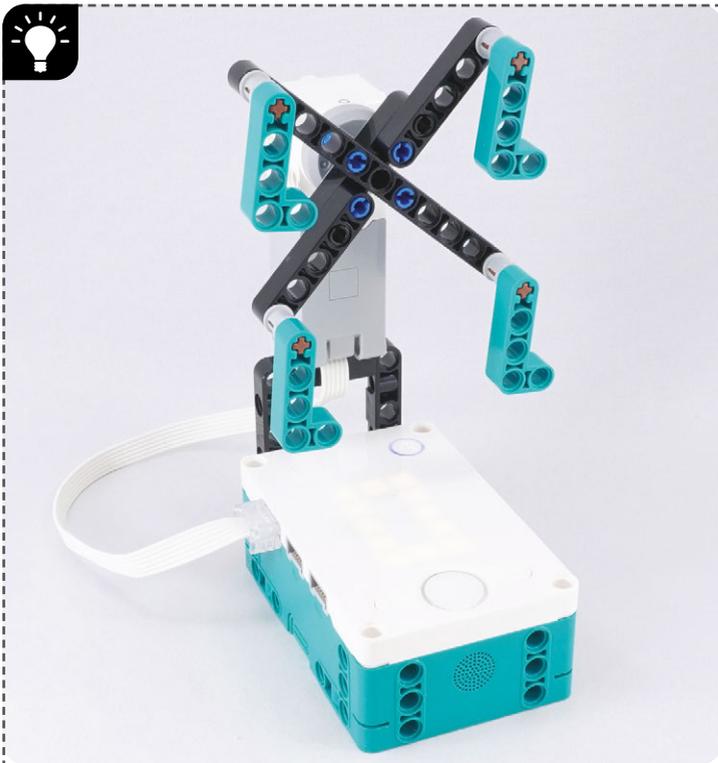




wenn das Programm startet

A ▾ Geschwindigkeit auf 100 % einstellen

A ▾ Motor ↻ starten

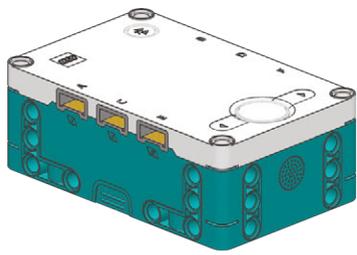


wenn das Programm startet

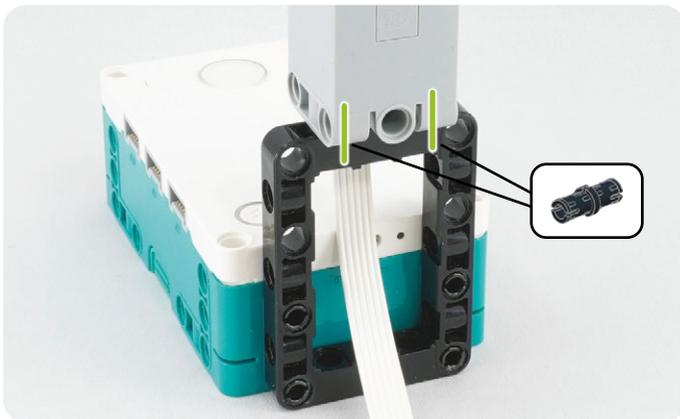
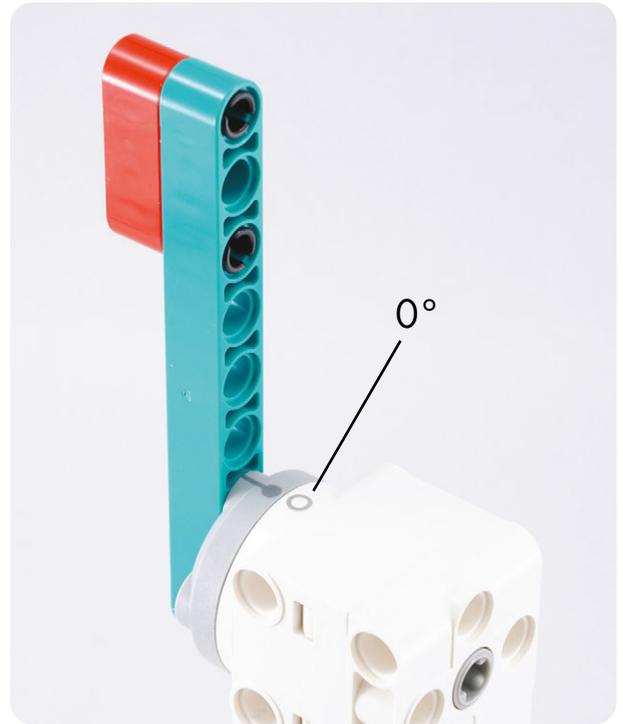
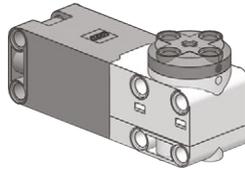
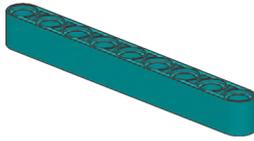
A ▾ Geschwindigkeit auf 10 % einstellen

A ▾ Motor ↻ starten

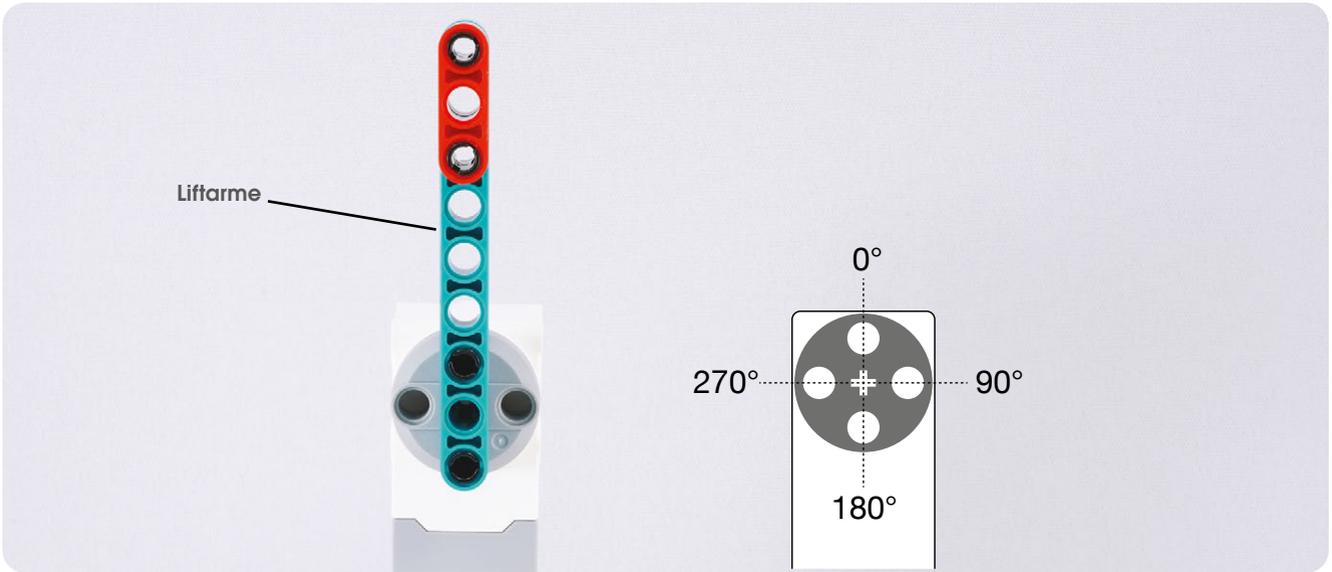
#5



×10



```
when the program starts
  A → auf kürzestem Wege → auf Position 0 bewegen
  warte 1 Sekunden
  A → auf kürzestem Wege → auf Position 120 bewegen
  warte 1 Sekunden
  A → auf kürzestem Wege → auf Position 0 bewegen
  warte 1 Sekunden
  A → auf kürzestem Wege → auf Position 240 bewegen
```



```

    A | im Uhrzeigersinn | auf Position 90 | bewegen
  
```

Der Motor dreht sich im Uhrzeigersinn, bis der Zielwinkel erreicht ist.

```

    A | gegen den Uhrzeigersinn | auf Position 90 | bewegen
  
```

Der Motor dreht sich gegen den Uhrzeigersinn, bis der Zielwinkel erreicht ist.

```

    A | auf kürzestem Wege | auf Position 90 | bewegen
  
```

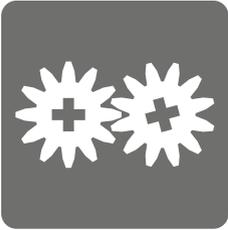
Der Motor dreht sich in die Richtung, die den Zielwinkel schneller erreicht.



Der Motor sorgt dafür, dass sich die Liffarme willkürlich bewegen.

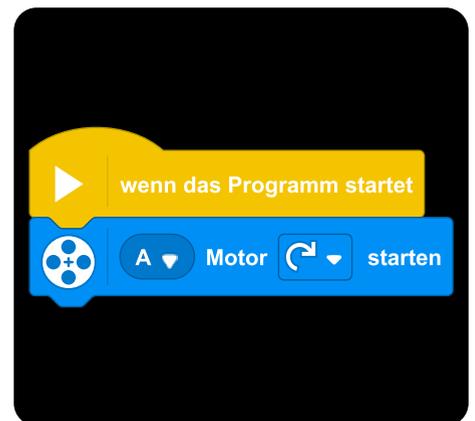
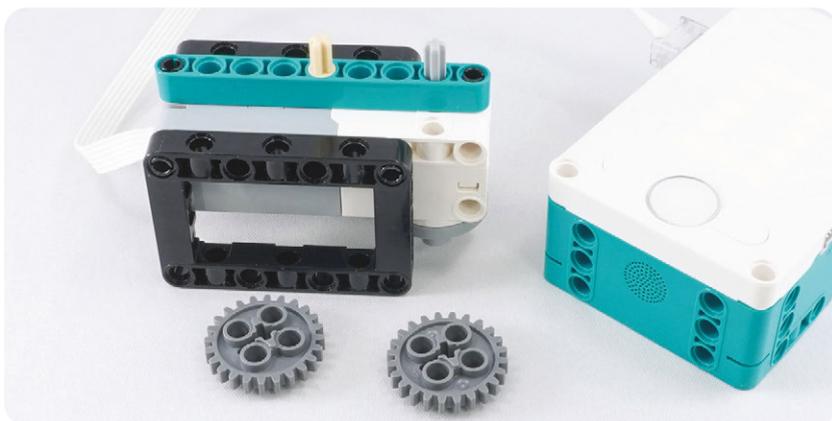
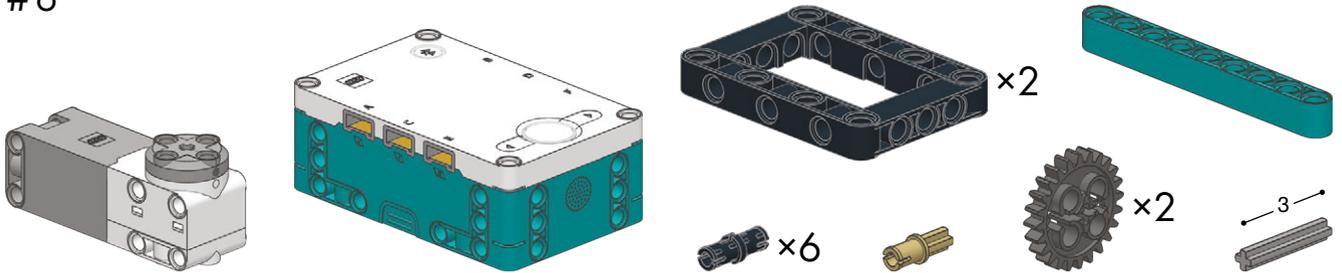
```

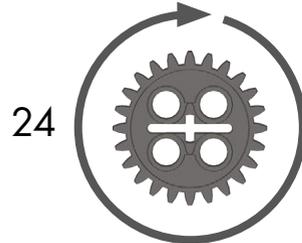
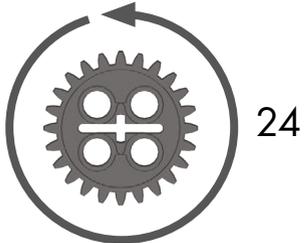
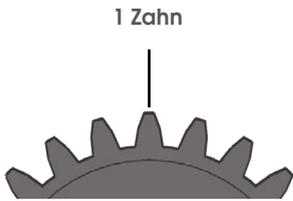
    wenn das Programm startet
    wiederhole fortlaufend
    A | auf kürzestem Wege | auf Position Zufallszahl von 0 bis 359 | bewegen
  
```



Drehbewegungen mit Zahnrädern übertragen

#6





GLEICHE
GESCHWINDIGKEIT

GLEICHE KRAFT

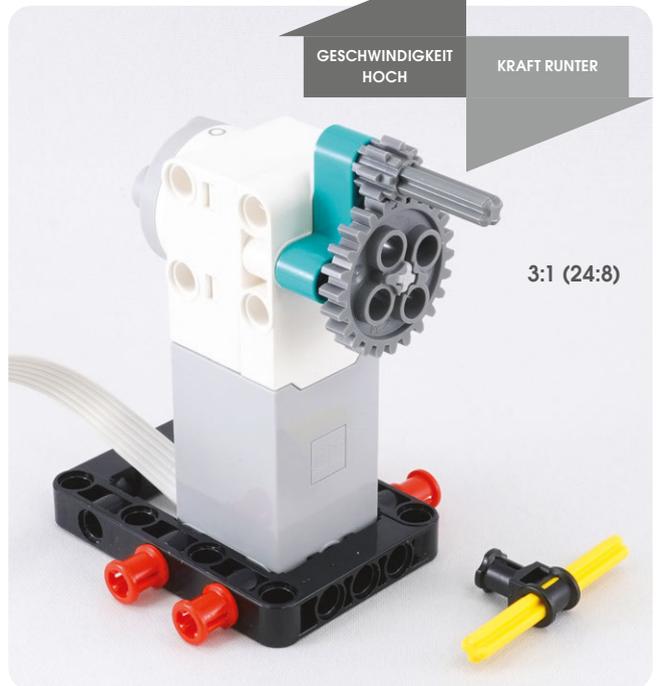
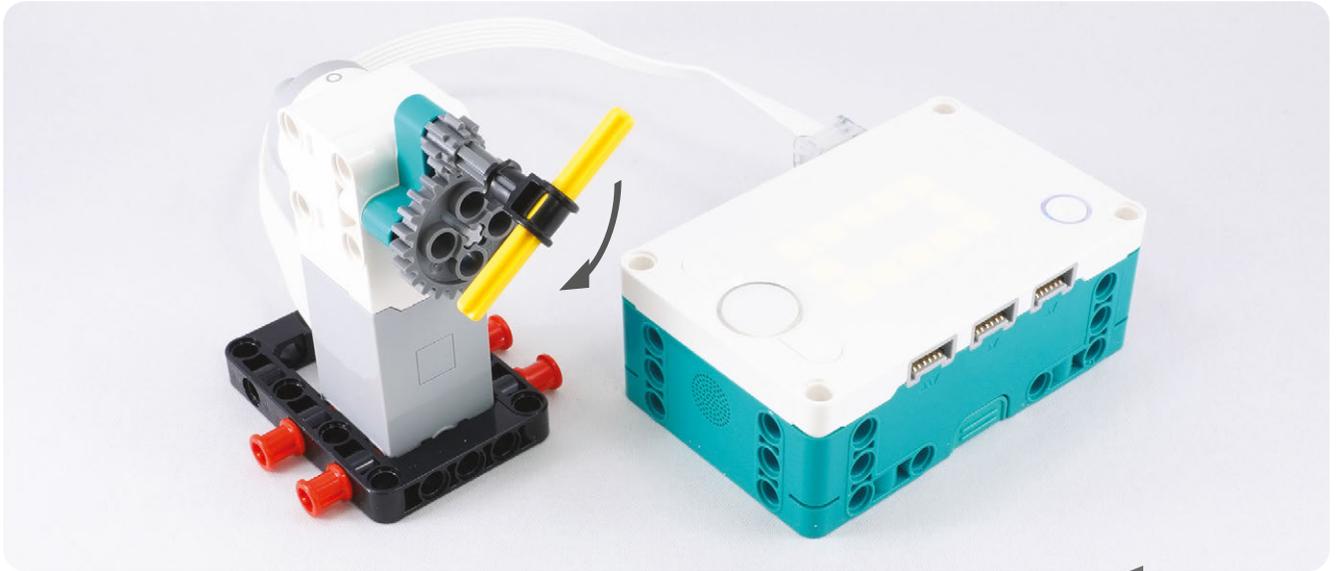
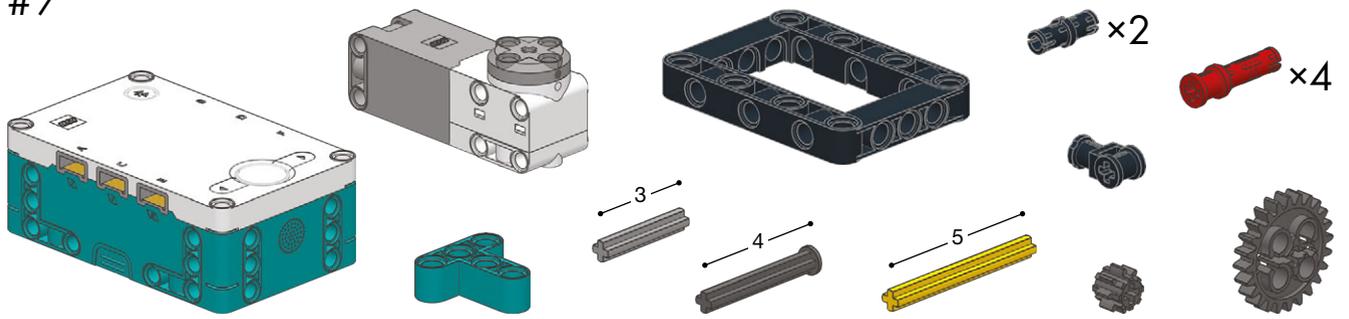
Wenn sich die Drehzahl nicht ändert, ist die Kraft des aufnehmenden Zahnrads dieselbe wie die des übertragenden Zahnrads.

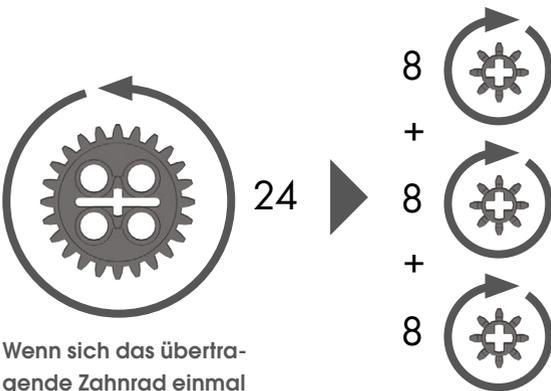
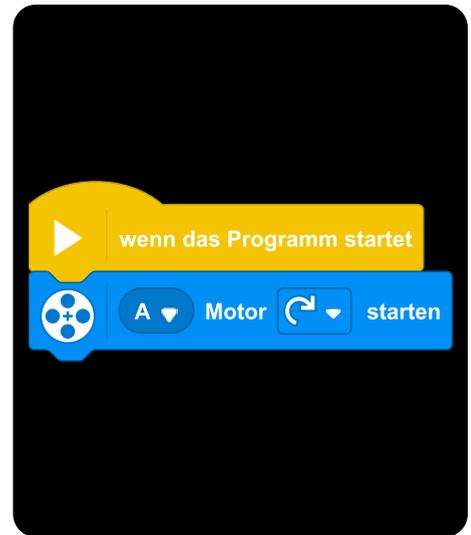
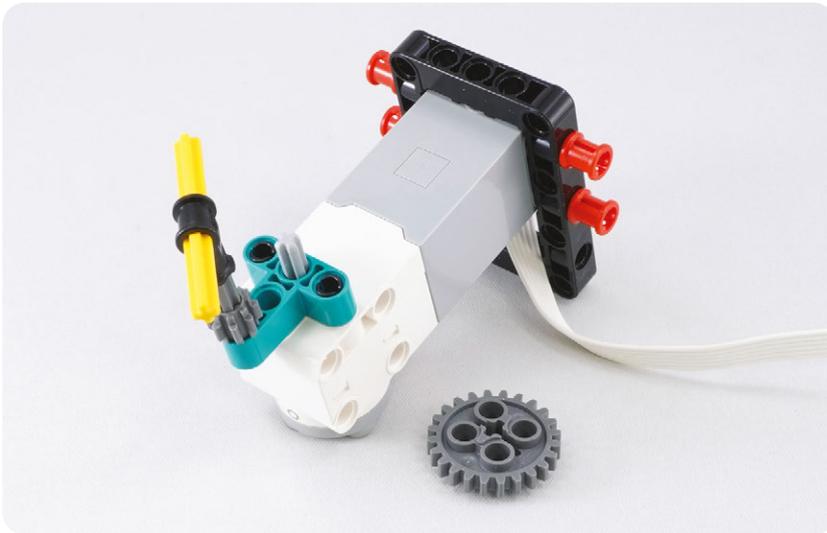
Wenn sich das übertragende Zahnrad einmal dreht, werden 24 Zähne vorwärtsbewegt.

Wenn 24 Zähne des aufnehmenden Zahnrads vorwärtsbewegt werden, macht es genau eine Umdrehung. Die Drehrichtung wird umgekehrt.



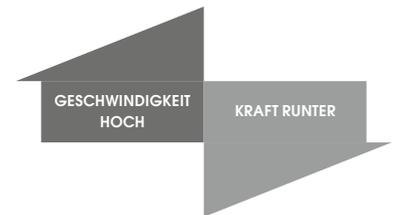
#7





Wenn sich das übertragende Zahnrad einmal dreht, werden 24 Zähne vorwärtsbewegt.

Das aufnehmende Zahnrad vollzieht eine Umdrehung, wenn 8 Zähne vorwärtsbewegt werden. Damit dreht es sich dreimal, während 24 Zähne bewegt werden.



Mit zunehmender Drehzahl nimmt die Kraft des aufnehmenden Zahnrad im Vergleich zu der des übertragenden Zahnrad ab. In diesem Modell wird die Drehzahl um das Dreifache erhöht und die Kraft auf ein Drittel verringert.



#8

