

**VARIOBOT**<sup>®</sup>

MECHATRONIK ENTDECKEN

zum  
stecken

# varikabi

Variabler Roboterbausatz mit  
**12** verblüffenden Funktionen

- > für Einsteiger und Profis
- > ohne Programmierung
- > patentierte Steuerung

**Anleitung** v20191224

ALTER

8+

BAUZEIT

1h

TEILE

30



# Sicherheitshinweise für Eltern und Kinder

**Achtung!** Bitte von Kindern unter 3 Jahren fernhalten. Erstickungsgefahr durch Verschlucken kleiner Teile.



Verletzungsgefahr durch scharfe Spitzen und Kanten einzelner Bauteile. Technische Änderungen vorbehalten.

**Bitte zu beachten:** Nur für Kinder über 8 Jahre geeignet. Benutzung unter Aufsicht von Erwachsenen empfohlen. Anleitung bitte vor Gebrauch lesen, befolgen und nachschlagebereit halten. Bitte Verpackung aufbewahren.

**Batterie:** Für den Bausatz ist eine 9 V Batterie erforderlich, die aufgrund der begrenzten Lagerfähigkeit nicht in der Packung enthalten ist.

Ein Kurzschluss der Batterie ist zu vermeiden, da er zum Überhitzen von

Leitungen und zum Explodieren der Batterie führen kann. Nach Gebrauch muss der Batterieclip von der Batterie abgehängt werden.

Nicht wiederaufladbare Batterien dürfen nicht geladen werden. Es besteht Explosionsgefahr.

Verformungen der Batterien sind zu vermeiden. Verbrauchte Batterien sind gemäß den Umweltbestimmungen zu entsorgen.

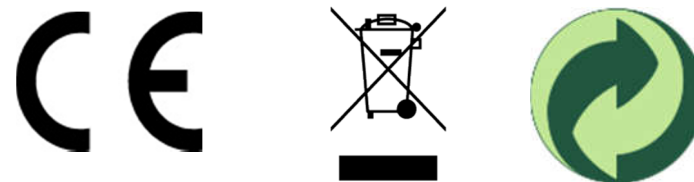
**Bitte zu beachten:** Die LEDs, die Sensoren und die Transistoren müssen richtig gepolt eingebaut werden, damit die Schaltungen funktionieren. Die beiden Transistoren haben eine unterschiedliche Bezeichnung und dürfen nicht verwechselt werden. Die Motoren müssen richtig angeschlossen werden.

# Allgemeine Informationen

Alle in dieser Anleitung vorgestellten Schaltungen wurden mit der größtmöglichen Sorgfalt entwickelt, geprüft und getestet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden. Der Autor haftet in Fällen des Vorsatzes oder der groben Fahrlässigkeit nach den gesetzlichen Bestimmungen. Im Übrigen haftet der Autor nur nach dem Produkthaftungsgesetz wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit oder wegen der schuldhaften Verletzung wesentlicher Vertragspflichten. Der Schadensersatzanspruch für die Verletzung wesentlicher Vertragspflichten ist auf den vertragstypischen, vorhersehbaren Schaden begrenzt, soweit nicht ein Fall der zwingenden Haftung nach dem Produkthaftungsgesetz gegeben ist.

Das Produkt wurde in Übereinstimmung mit den geltenden europäischen Richtlinien hergestellt und trägt daher das CE-Zeichen. Der bestimmungsmäßige Gebrauch ist in dieser Anleitung beschrieben. Bei jeder anderen Nutzung oder Veränderung des Produktes sind alleine Sie für die Einhaltung der geltenden Regeln verantwortlich. Bauen Sie die Schaltungen daher genau so auf, wie sie in der Anleitung beschrieben sind.

Das Symbol der durchgekreuzten Mülltonne bedeutet, dass dieses Produkt getrennt vom Hausmüll als Elektroschrott dem Recycling zugeführt werden muss. Wo Sie die nächste kostenlose Annahmestelle finden, sagt Ihnen Ihre kommunale Verwaltung.



# Einleitung

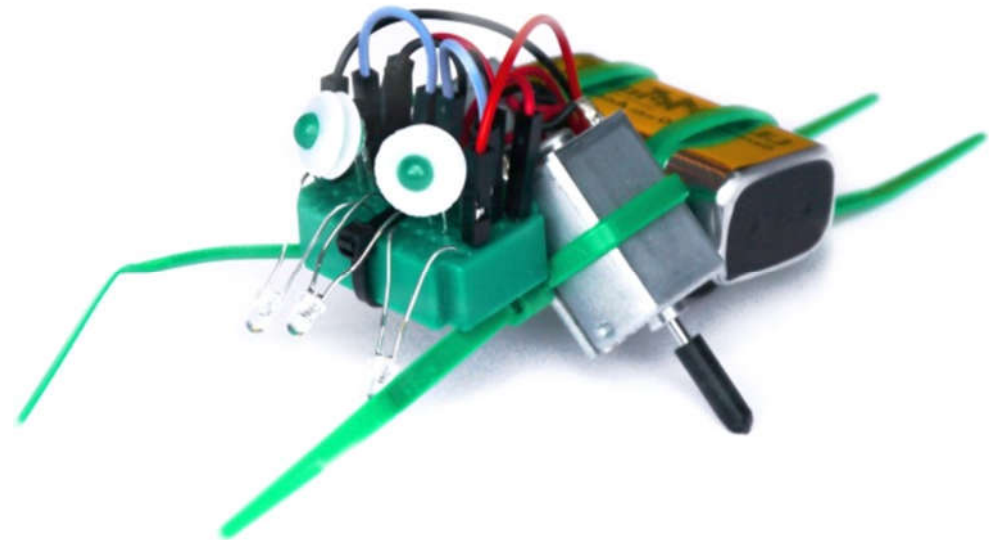
Wir freuen uns, dass Du dich für diesen vielseitigen Roboterbausatz entschieden hast. varikabi eröffnet dir einen spannenden und spielerischen Zugang zur Elektronik. Bestimmt wirst Du mit varikabi lange Zeit Spaß und Abwechslung am Experimentieren und Tüfteln haben.

varikabis „Muskeln“ sind zwei Motoren, seine „Gehirnzellen“ zwei Transistoren. Die einfachen Steuerschaltungen werden auf ein kleines Breadboard gesteckt und sind somit leicht abänderbar.

Mit Hilfe einer geschickten Kombination von drei Helligkeitssensoren nimmt varikabi kleinste Kontraste in seinem Umfeld wahr und reagiert darauf in unterschiedlichster Weise. Durch Variieren der Schaltung und der Sensoren erforscht Du 12 verblüffende Funktionen und Verhaltensweisen.

## varikabi kann viel:

- Bewältigen von Hindernisparcours
- Folgen von dunklen oder hellen Linien
- Verfolgen oder Schieben von Objekten
- Suchen, Verfolgen oder Umkreisen von Licht
- Verfolgen oder Umkreisen von Schatten
- Kreisen auf hellen oder dunklen Arealen





# Inhalt

## 1) Aufbau

varikabi ist in den sieben Farben Rot, Blau, Grün, Neongrün, Gelb, Pink und Schwarz erhältlich. Unabhängig von der Farbvariante stehen sieben verschiedene Tier-Modelle zur Auswahl. Zahlreiche Abbildungen zeigen dir Schritt für Schritt wie Du diese aufbaust. varikabi FT ist ein eigener Bausatz mit Fischertechnik-Teilen.

- S. 9 varikabi als Hund
- S. 17 varikabi als Seelöwe
- S. 23 varikabi als Frosch
- S. 29 varikabi als Vogel
- S. 35 varikabi als Giraffe
- S. 43 varikabi als Maus
- S. 51 varikabi als Käfer
- S. 60 varikabi FT

## 2) Funktionen

In der Experimentieranleitung ab Seite 66 werden die zwölf Funktionen von varikabi erläutert. Es wird gezeigt, wie Du die entsprechenden Schaltungen aufbaust, die Motoren anschließt und die drei Sensoren einstellst. Am Schluss findest Du eine Fehlerdiagnose für den Fall, dass mal etwas nicht wie erwartet funktioniert.

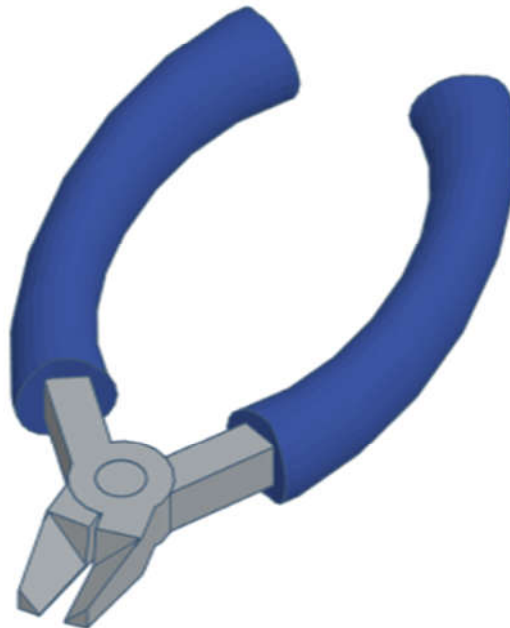
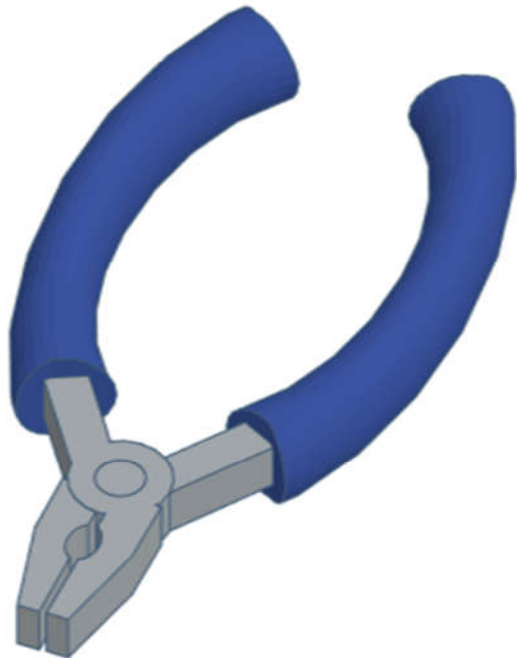
## 3) Funktionsweise

Ab Seite 89 erfährst Du, wie varikabis verschiedene Steuerschaltungen und die Komponenten des Bausatzes funktionieren. Du lernst seine Verhaltensweisen verstehen und begreifst, wie diese hervorgerufen werden.

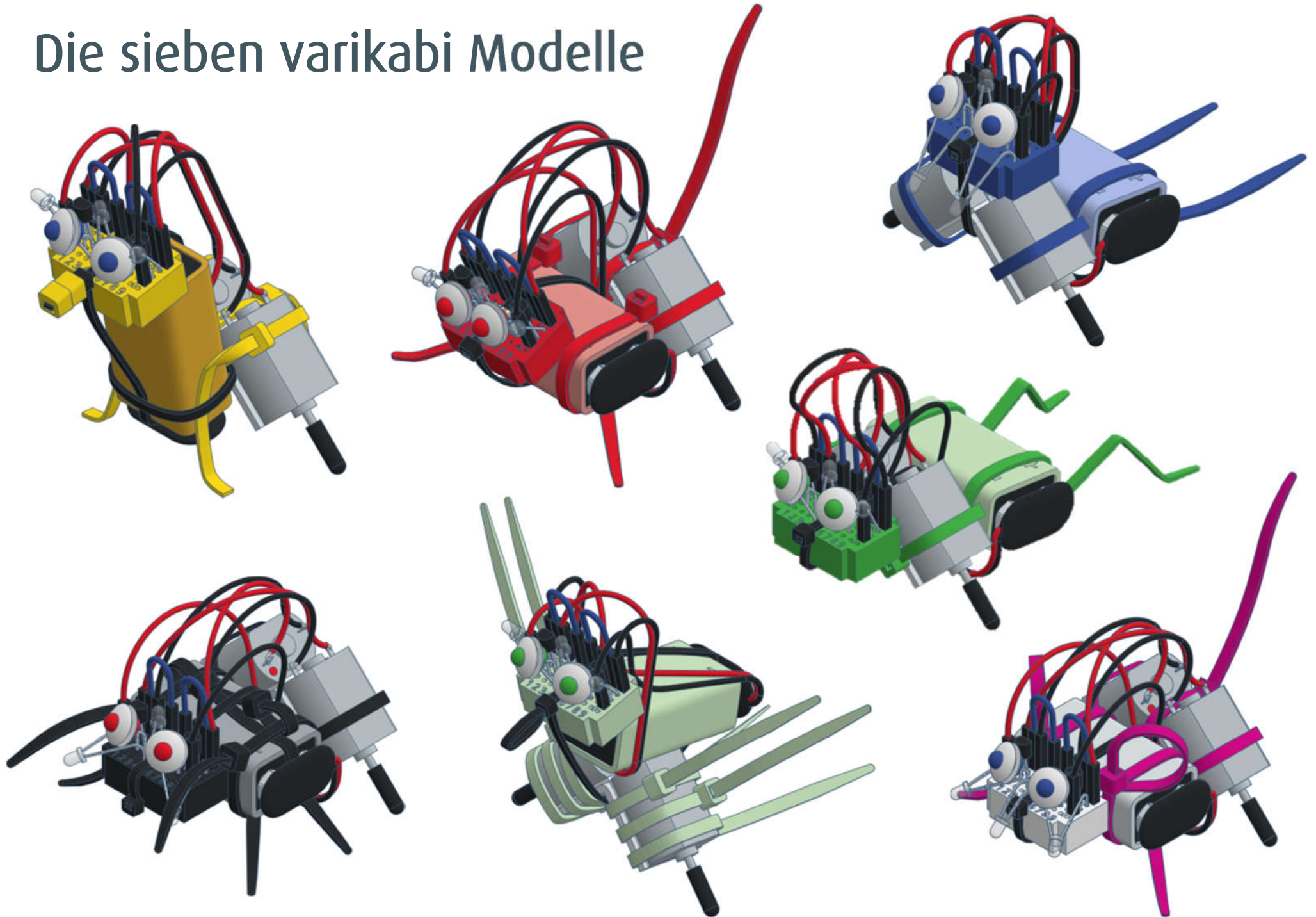
# 1) Aufbau

## Was Du dafür benötigst

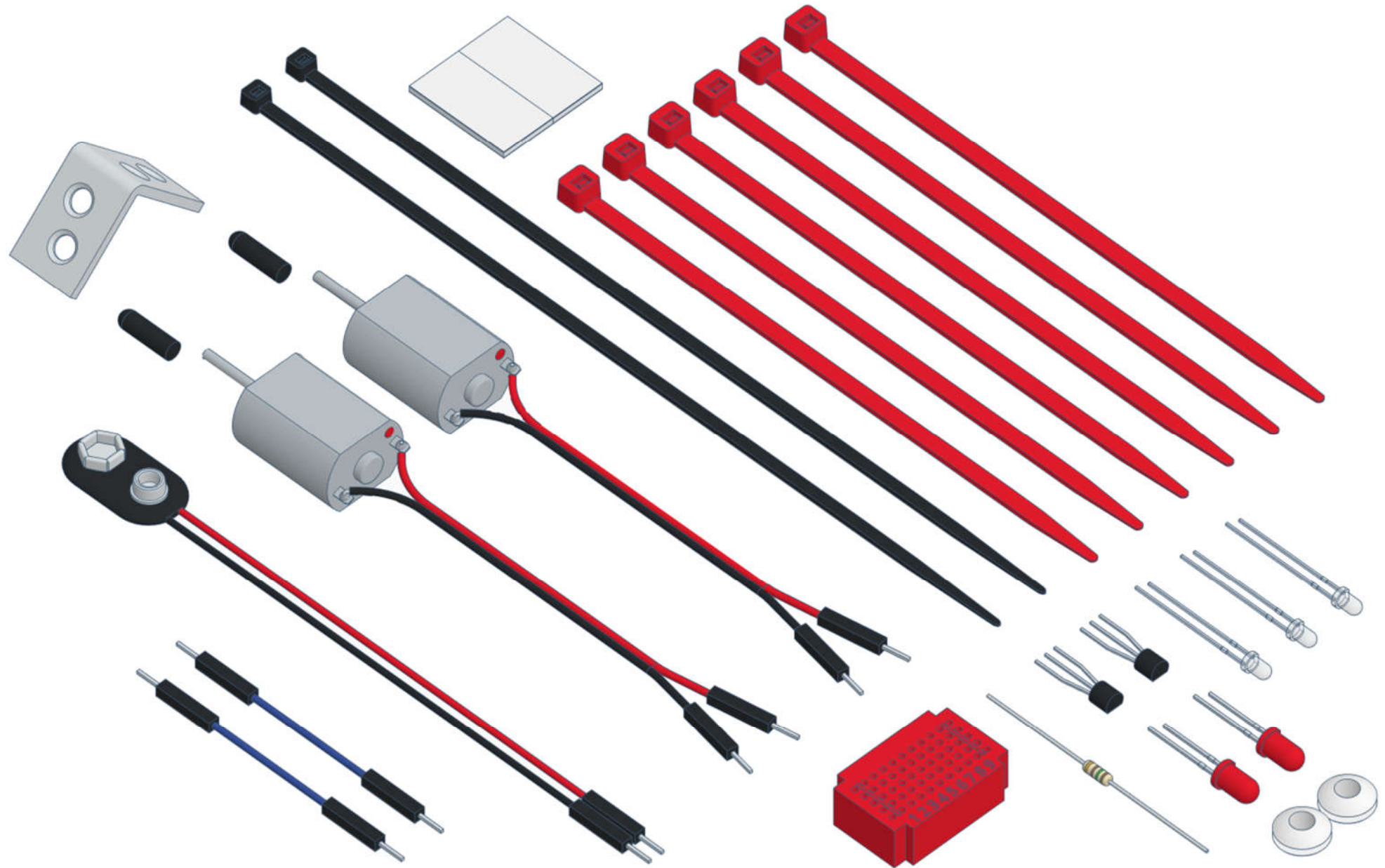
- 9 V Block-Batterie oder 9 V Akku
- Zange und Seitenschneider
- Schwarzes Isolierband
- Etwa eine Stunde Zeit



# Die sieben varikabi Modelle

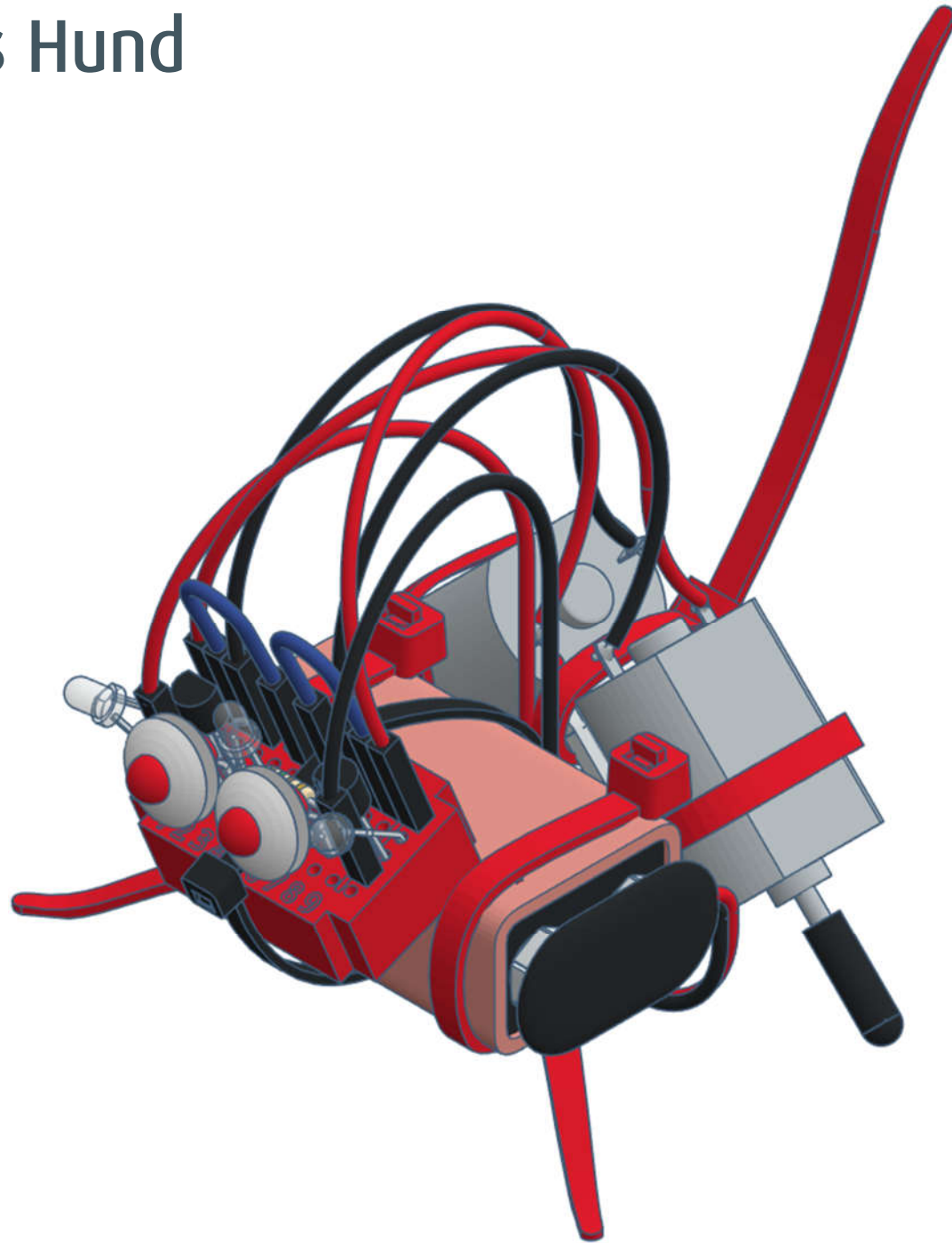


# Die Komponenten

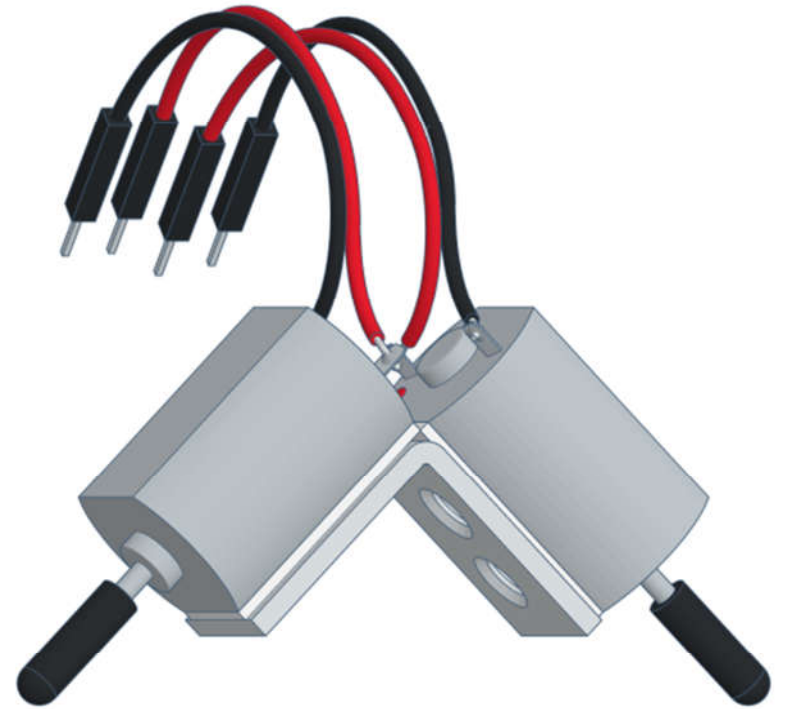
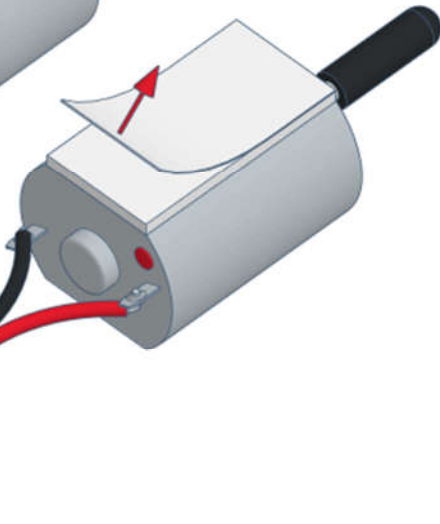
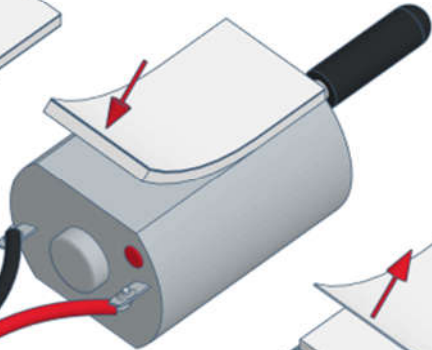
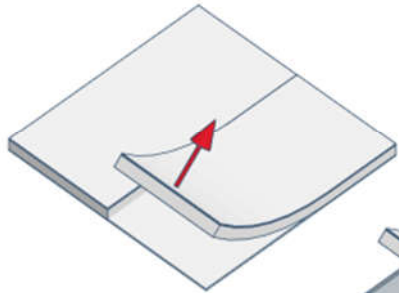
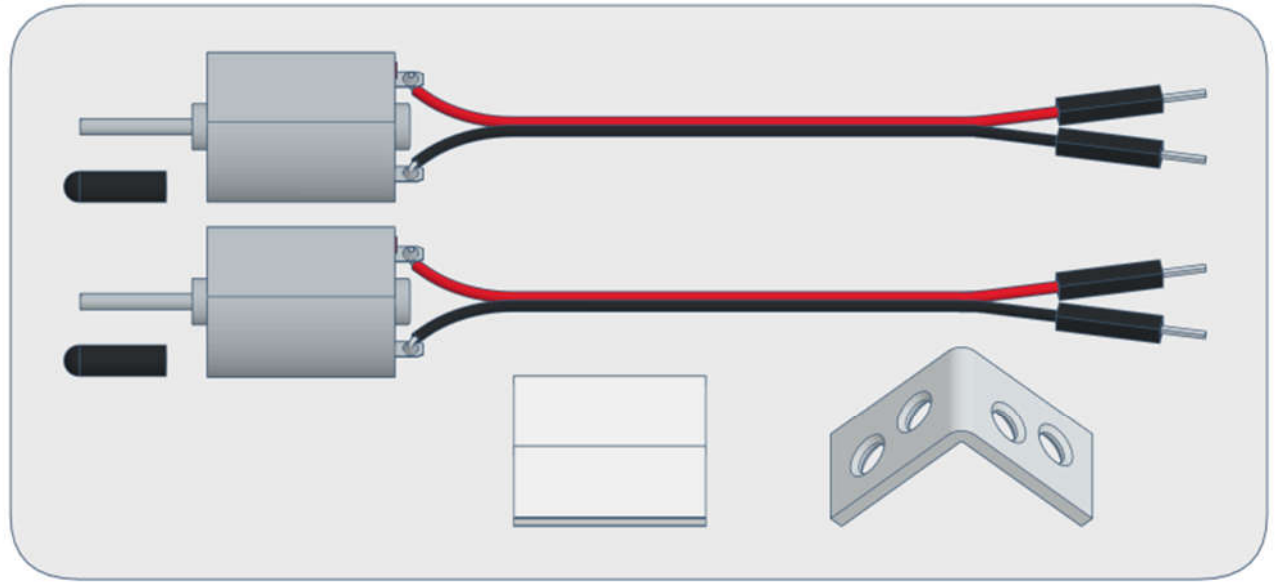
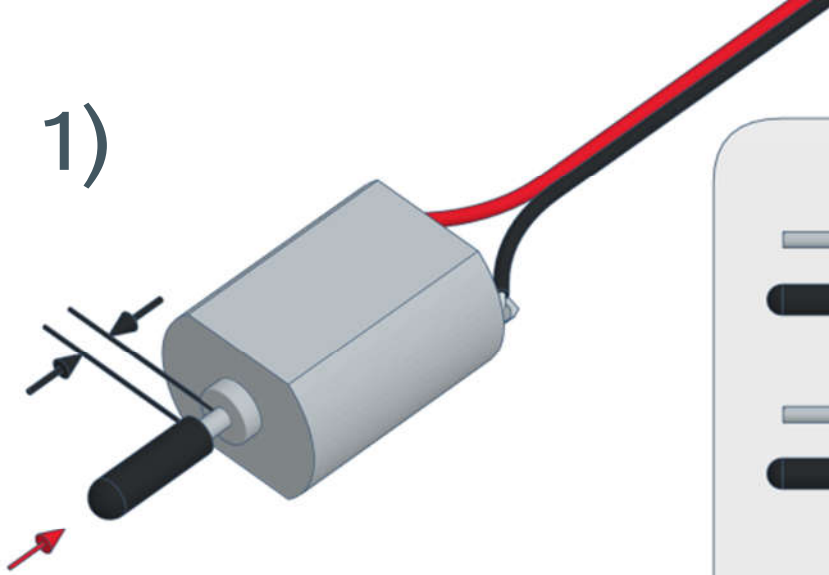




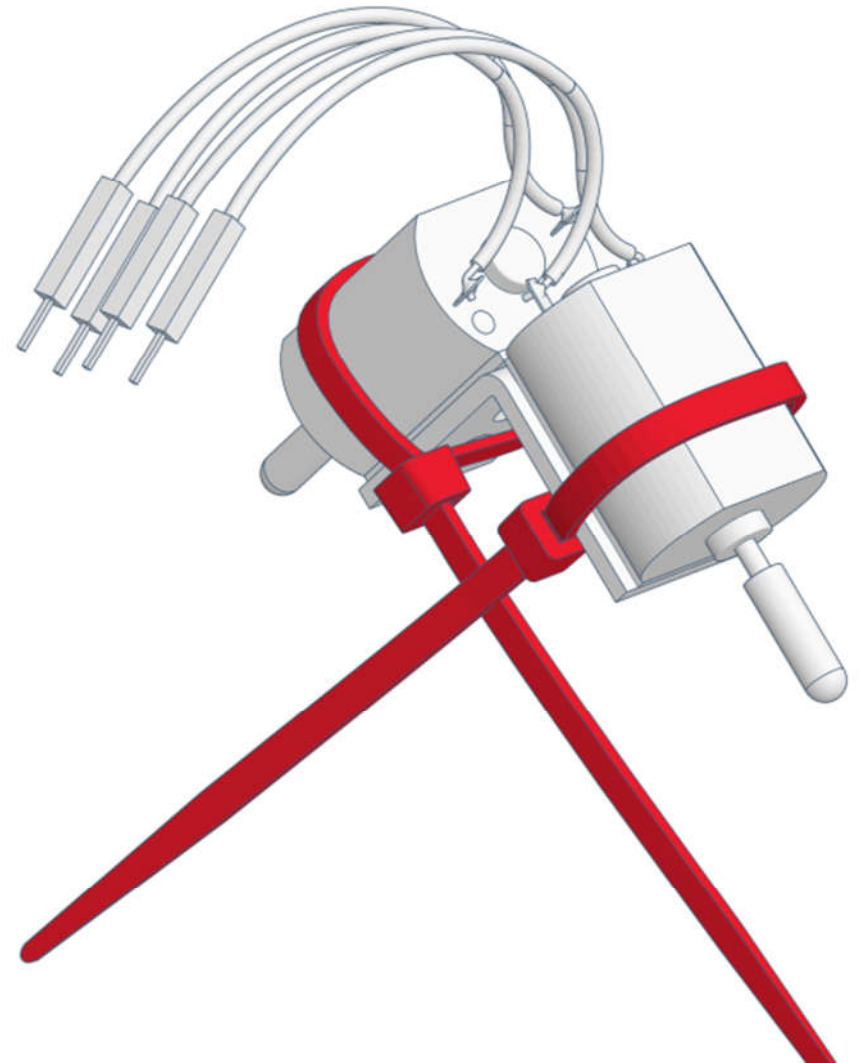
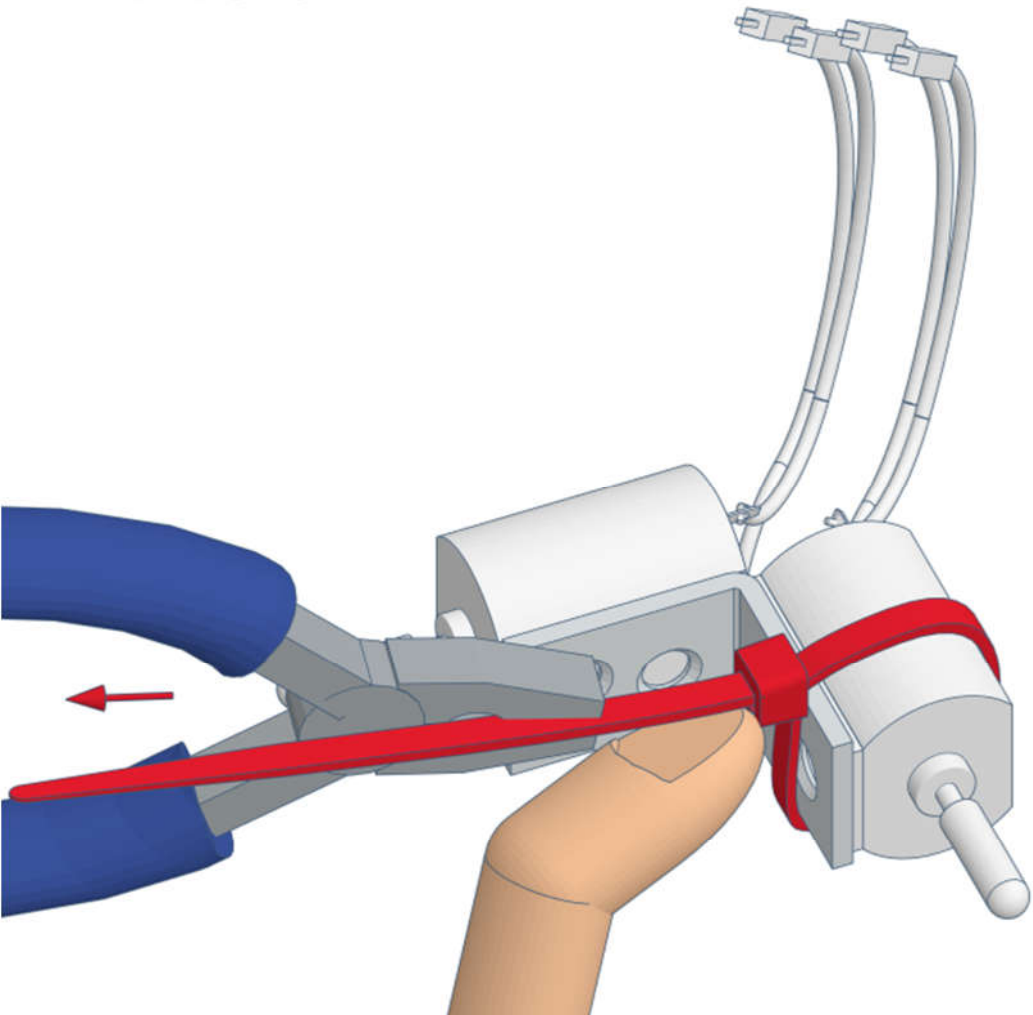
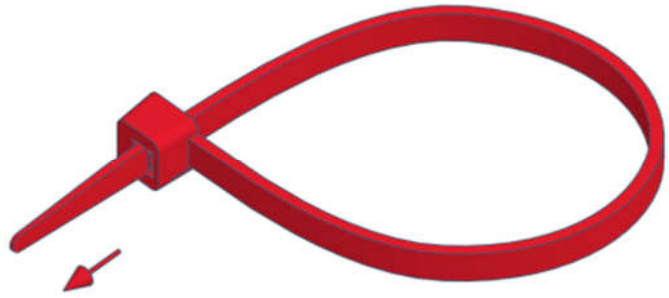
varikabi als Hund



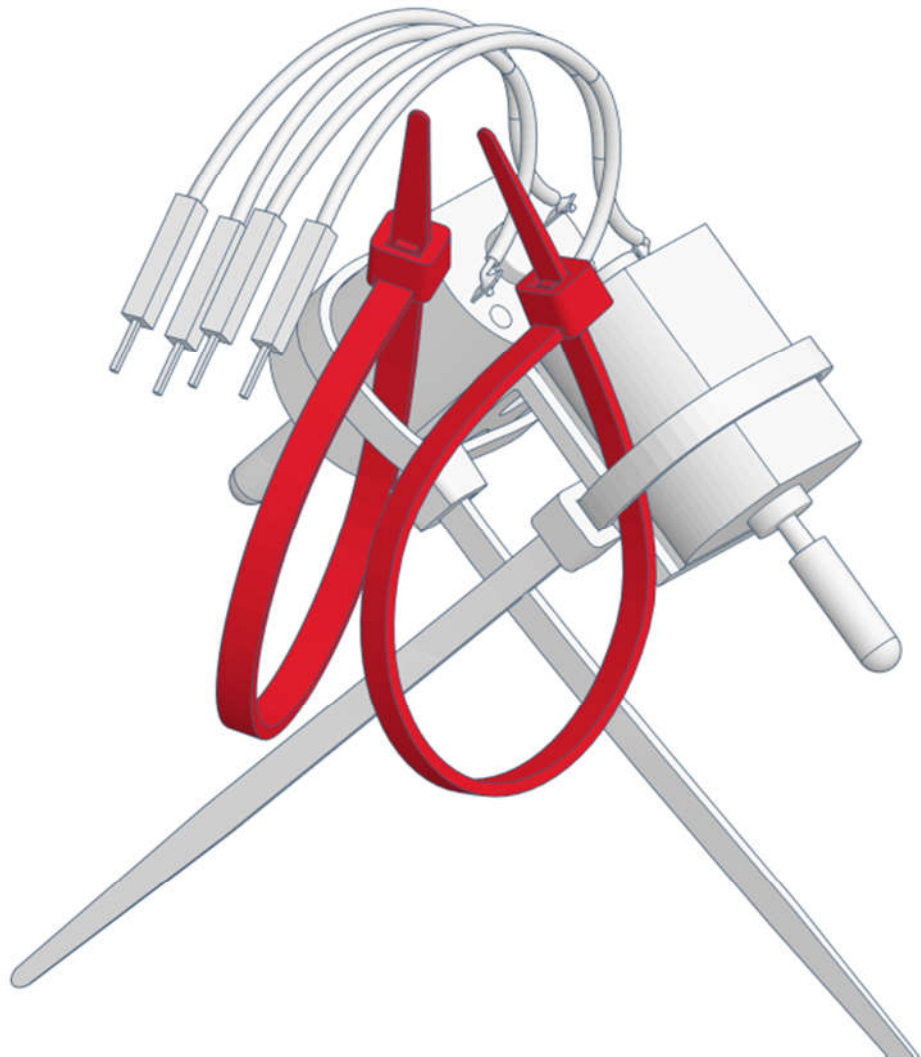
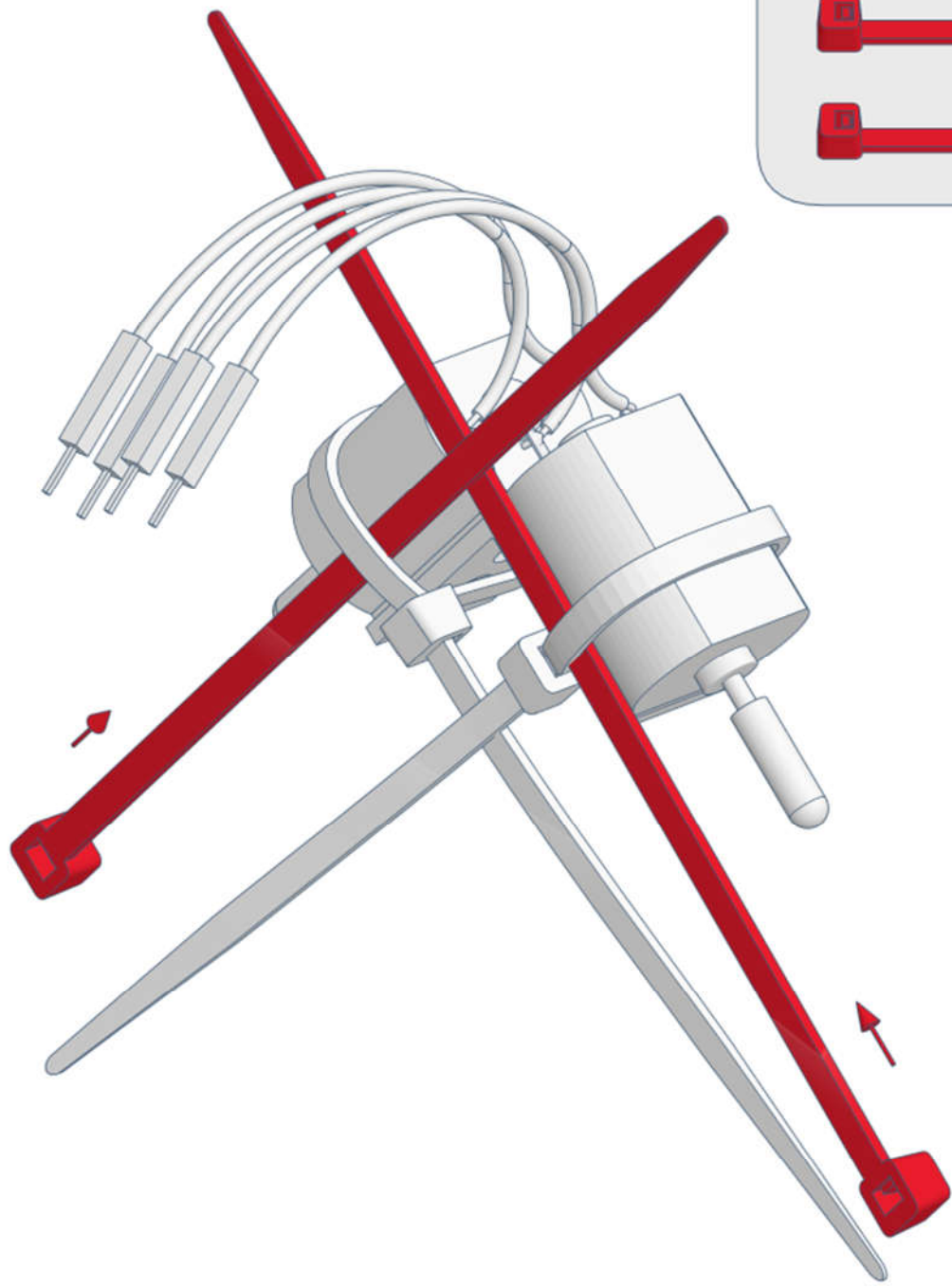
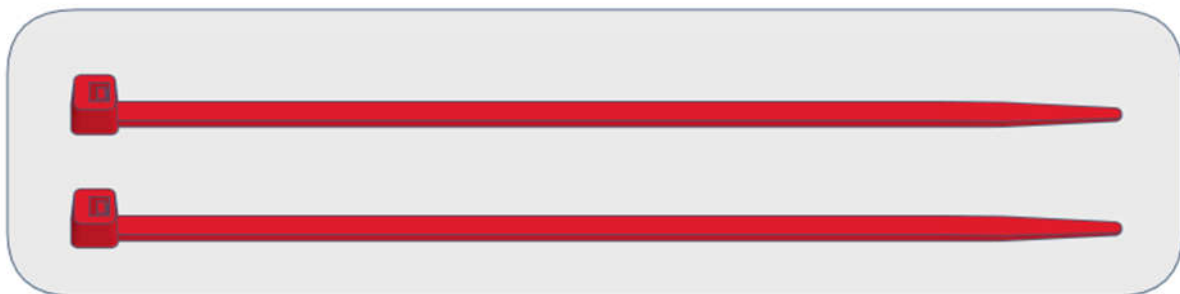
1)



2)

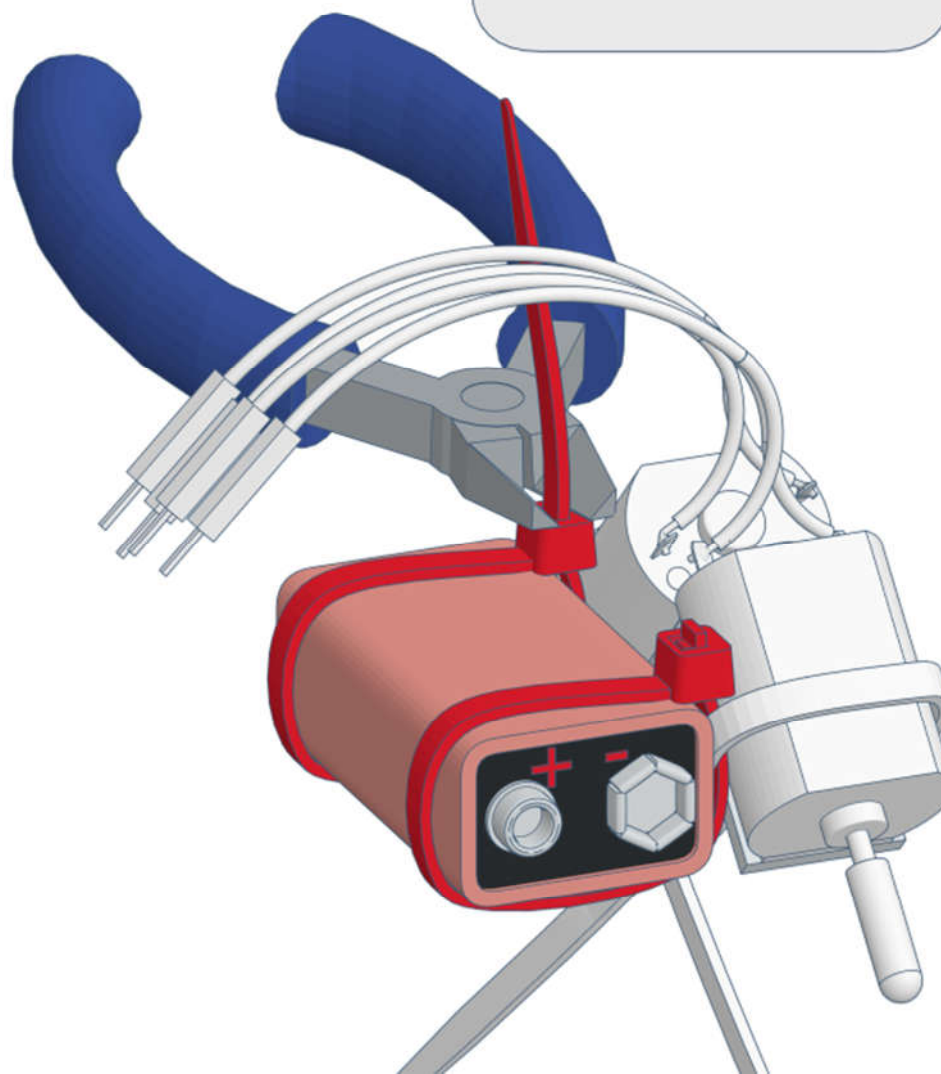
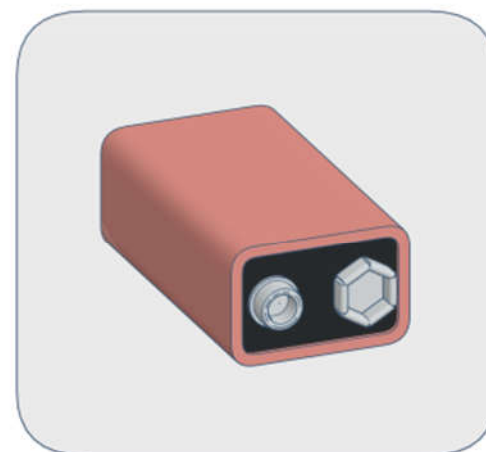
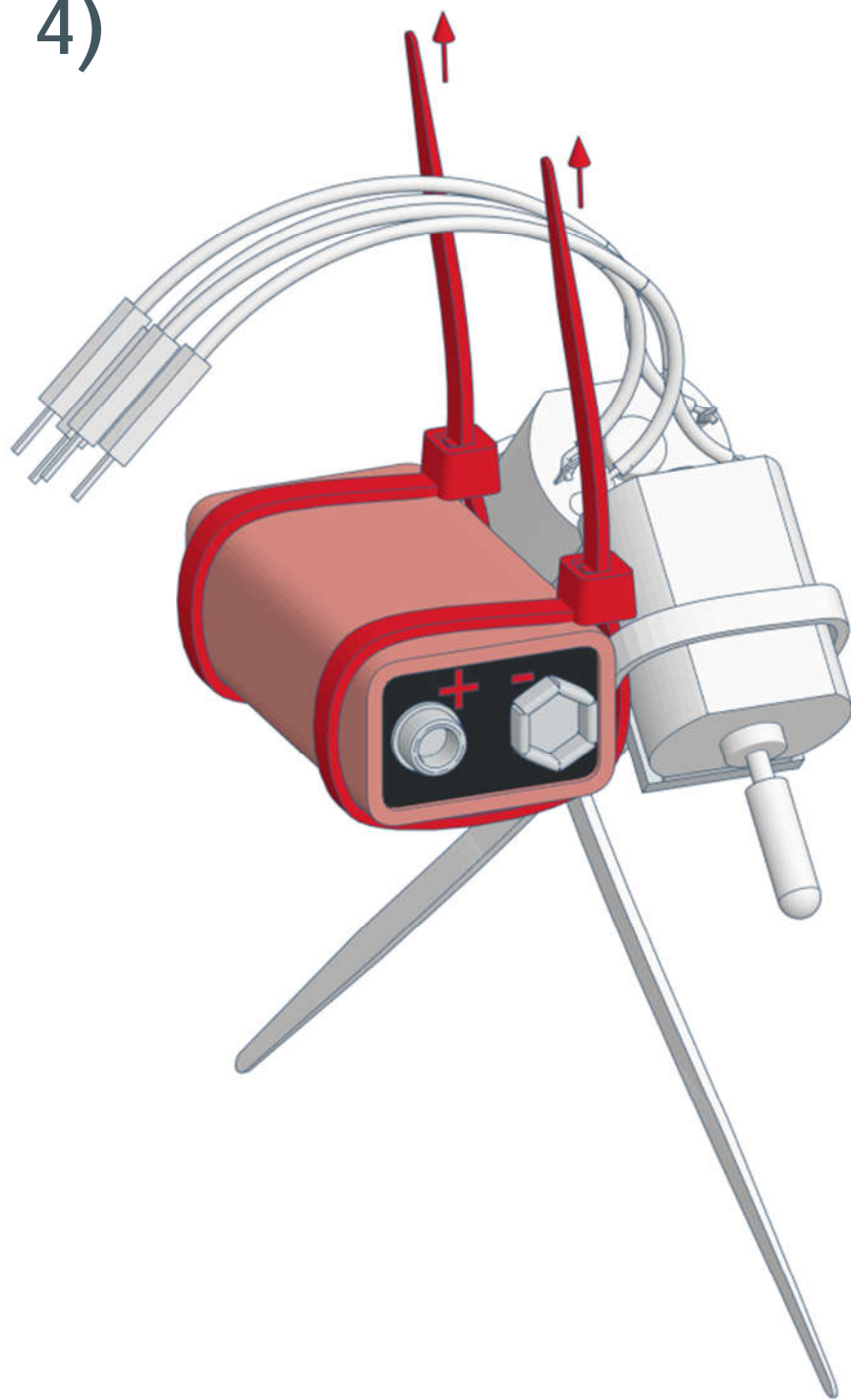


3)

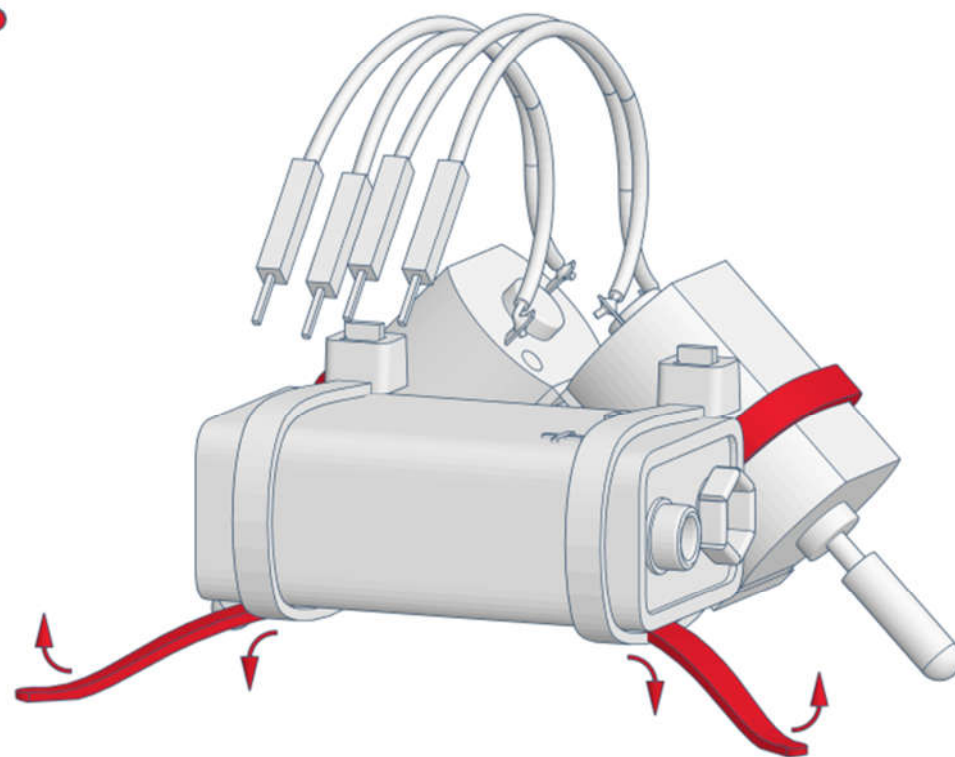
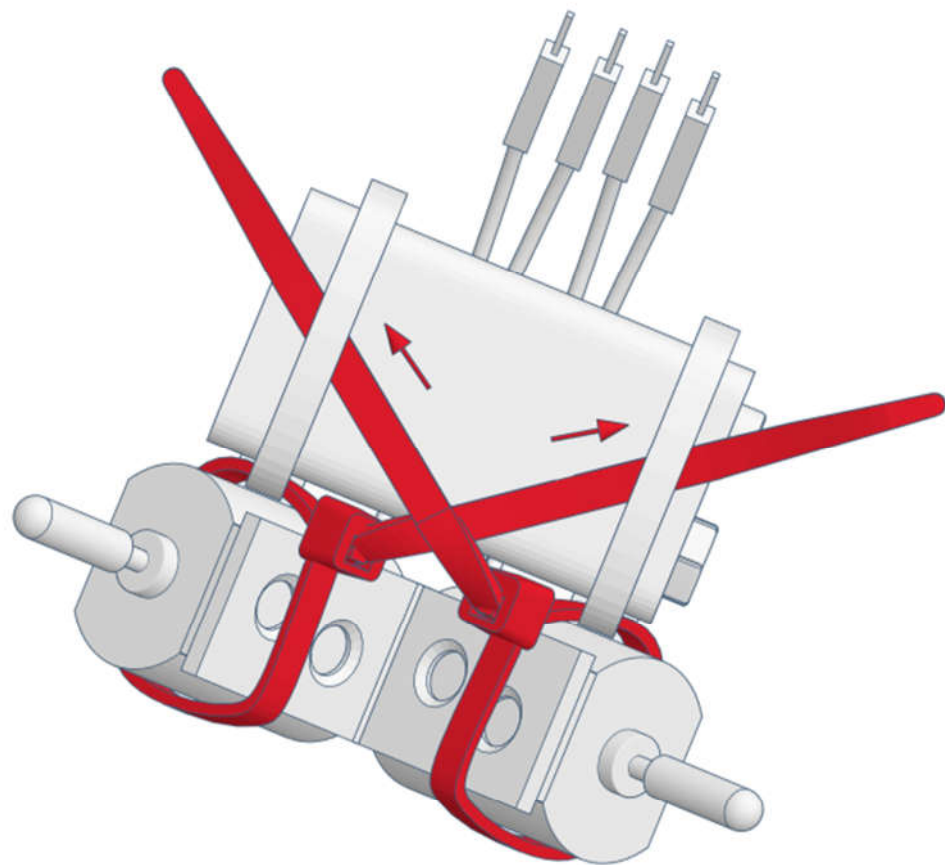




4)



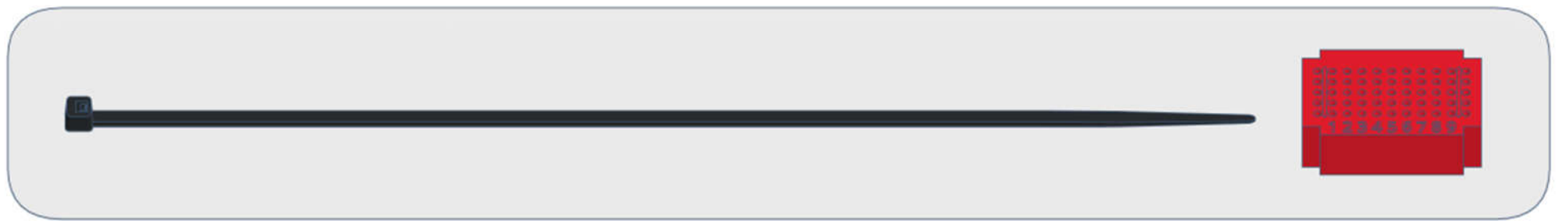
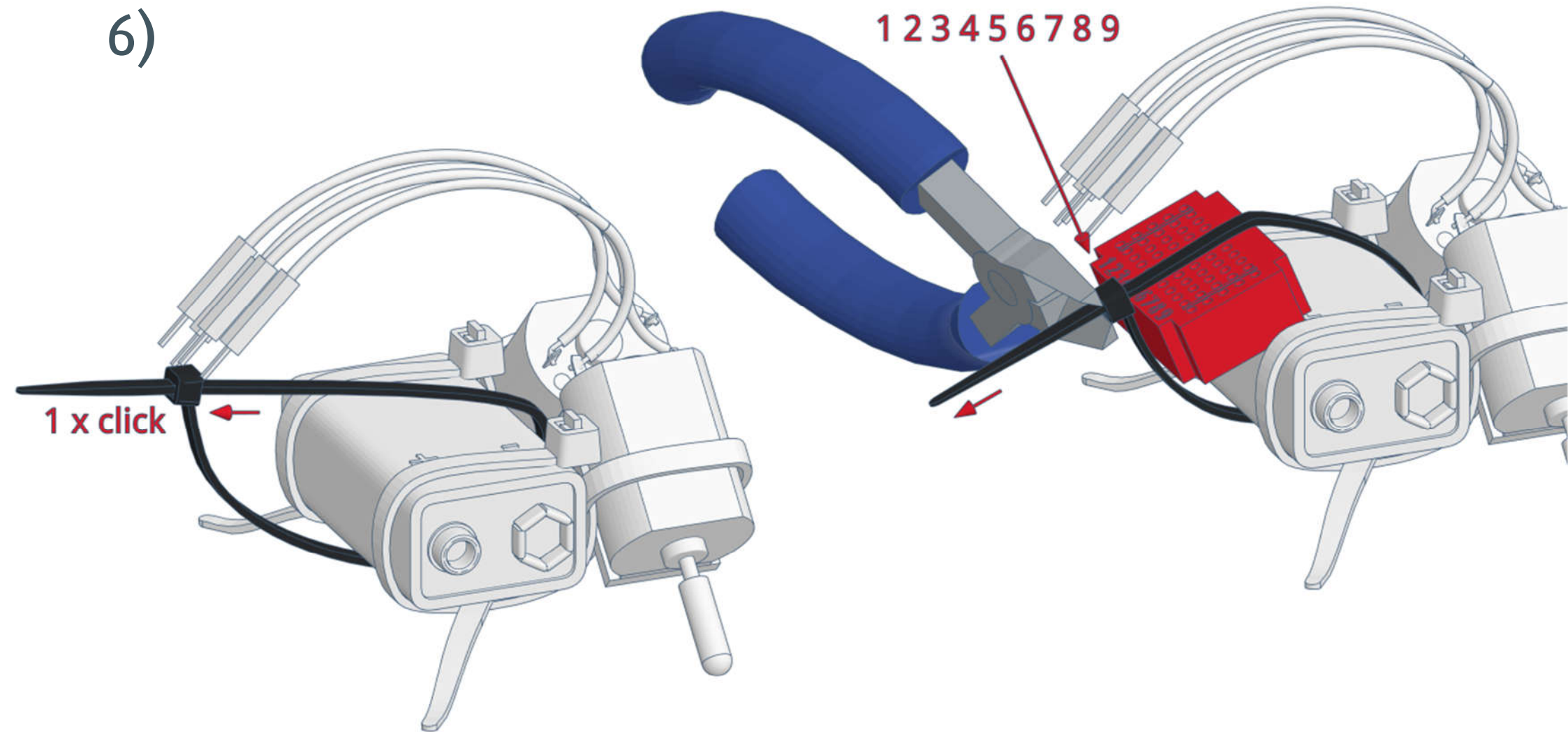
5)



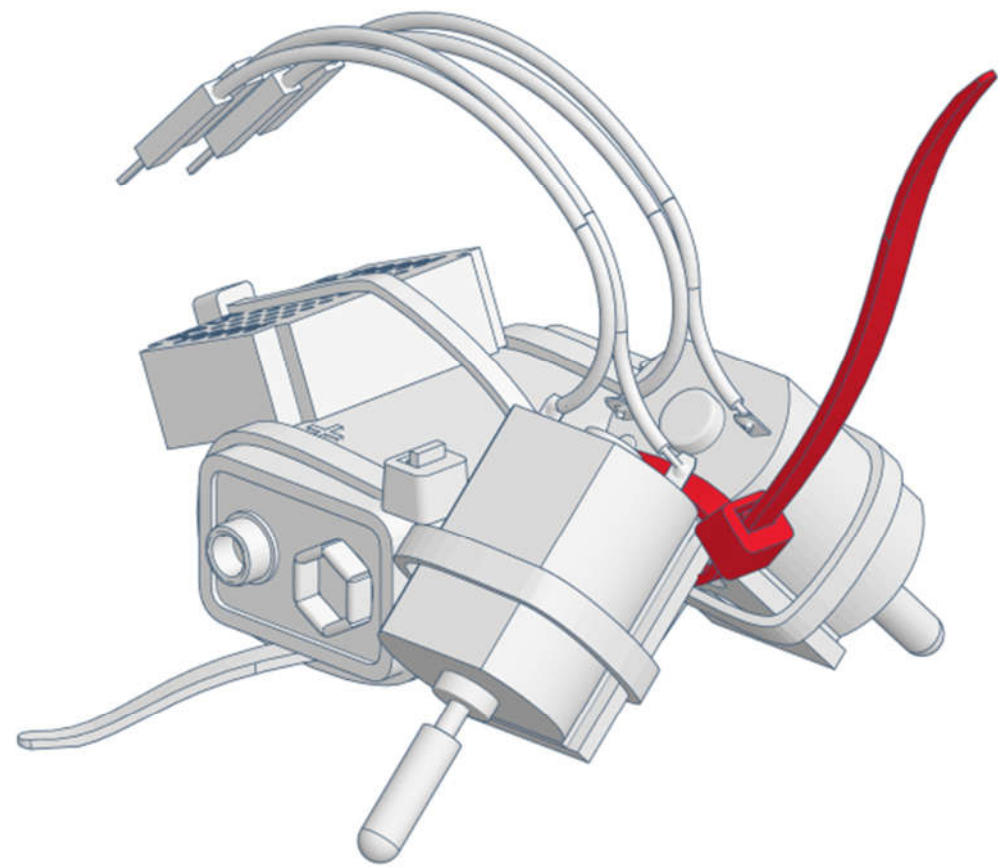
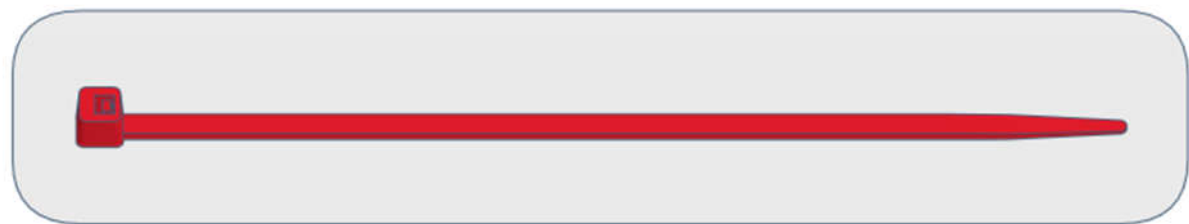
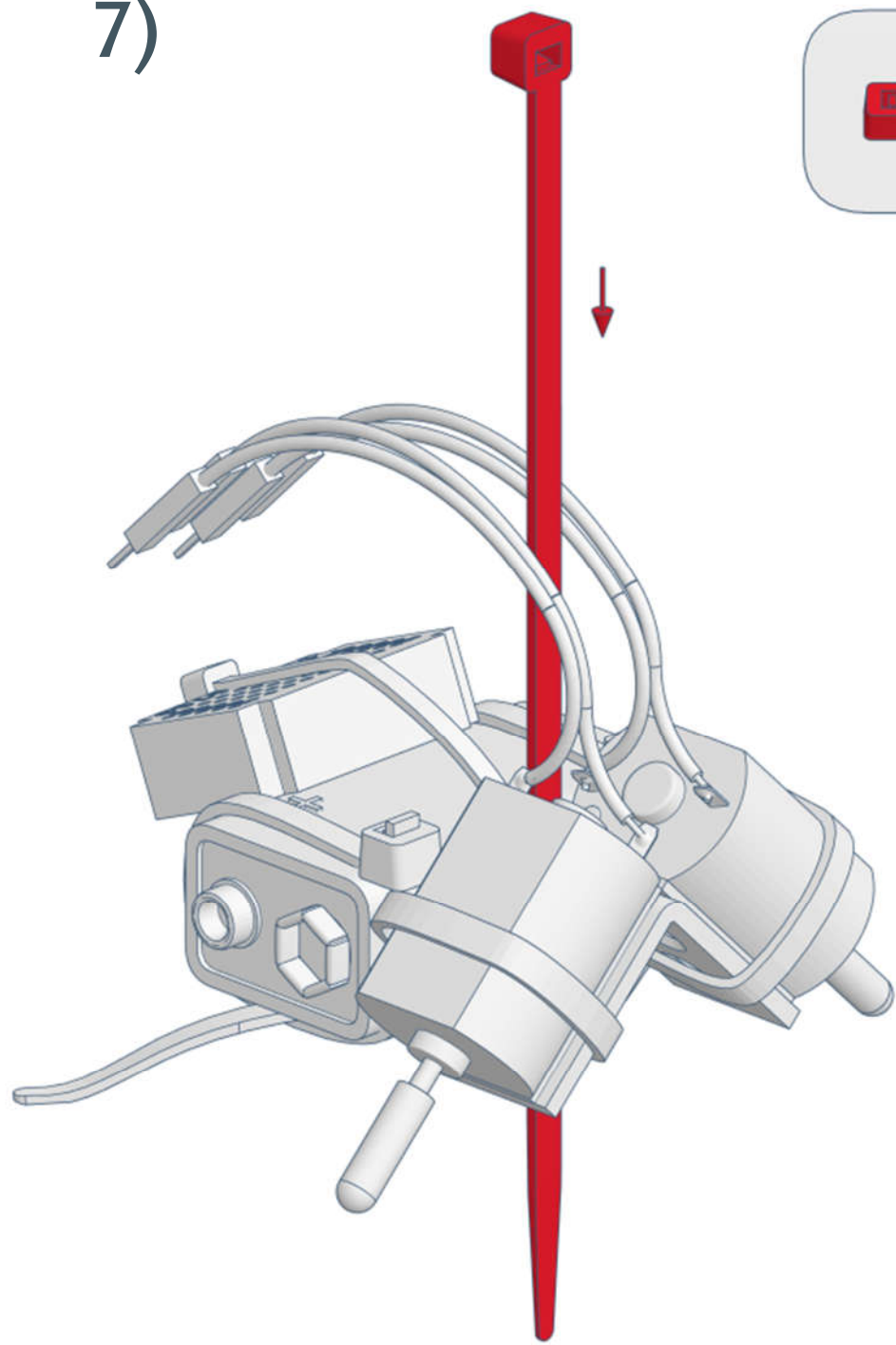
6)

1 x click

1 2 3 4 5 6 7 8 9

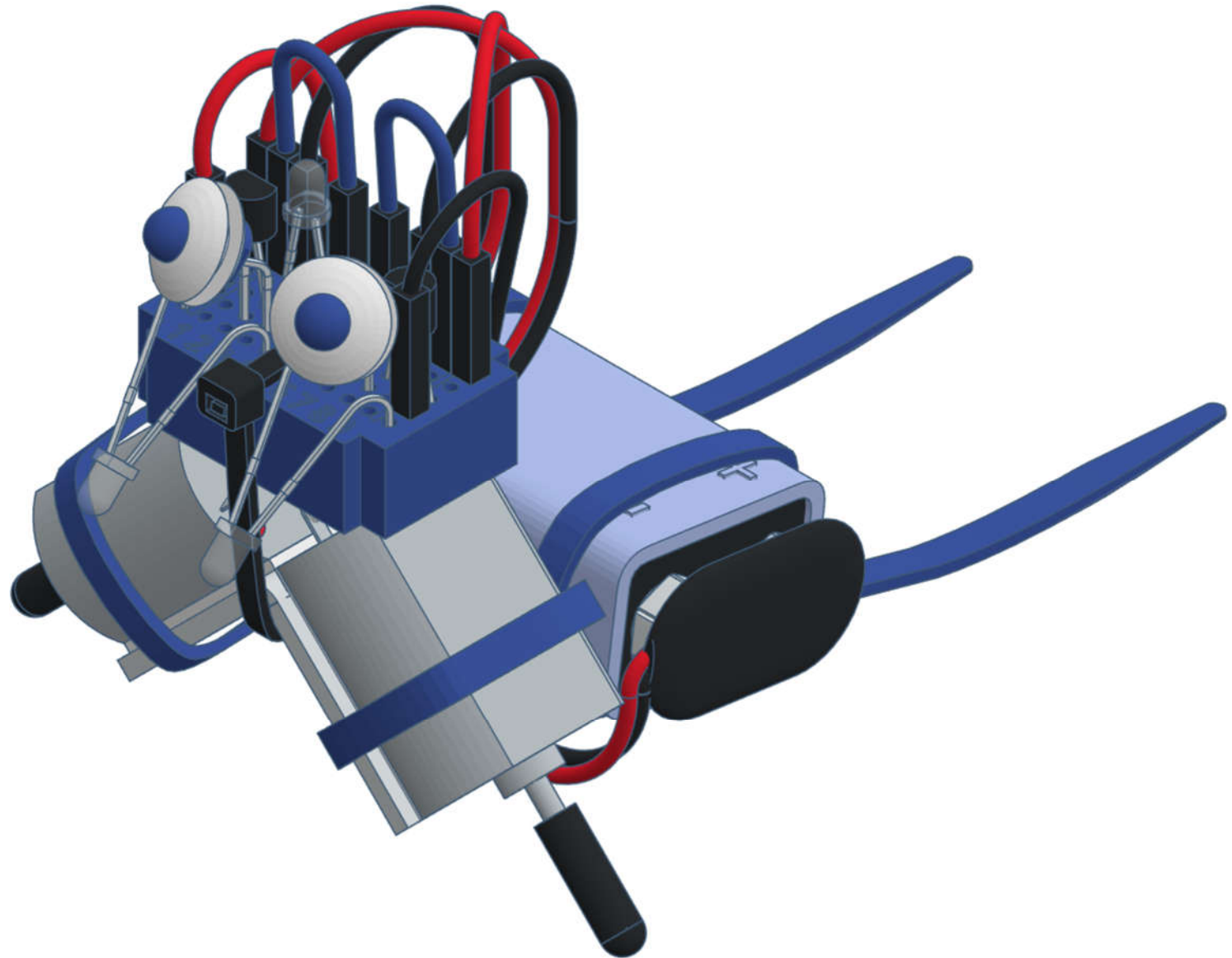


7)

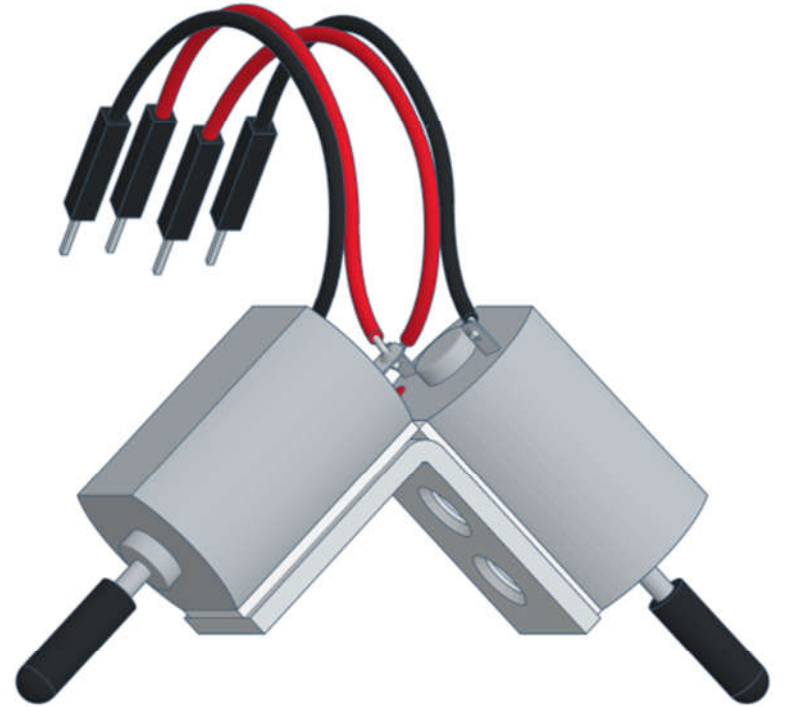
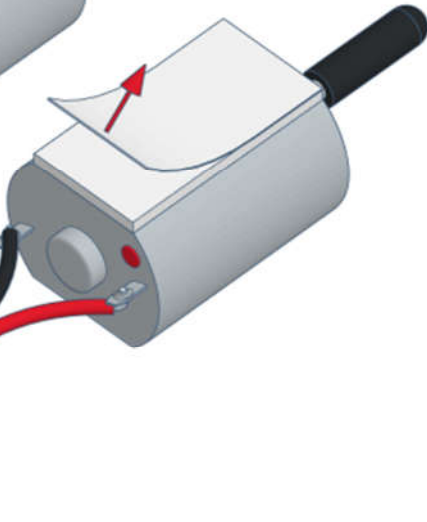
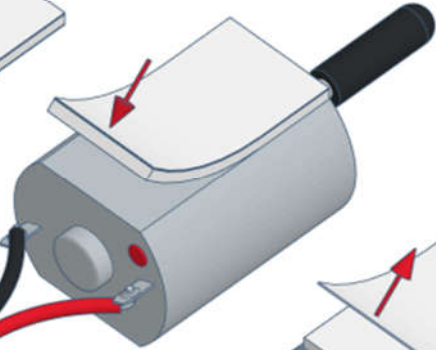
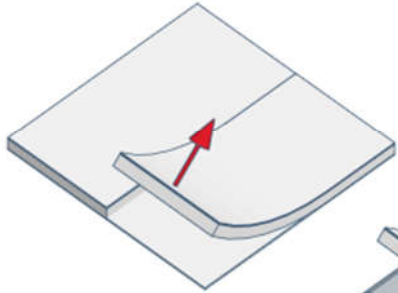
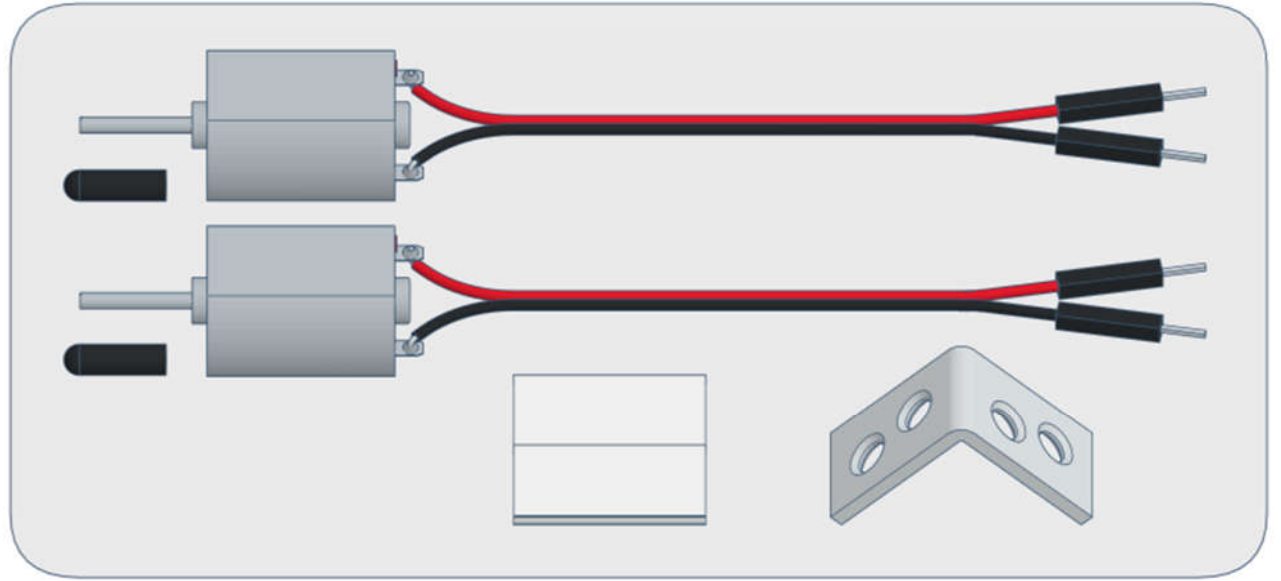
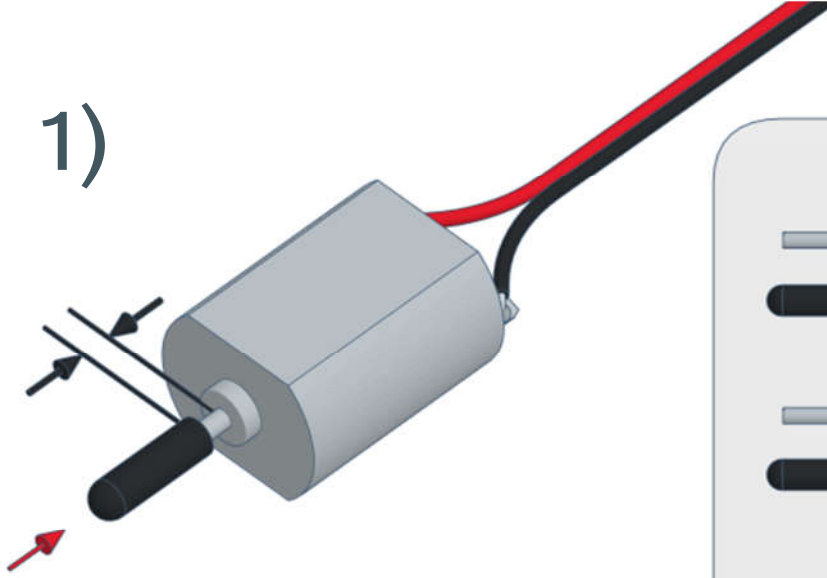




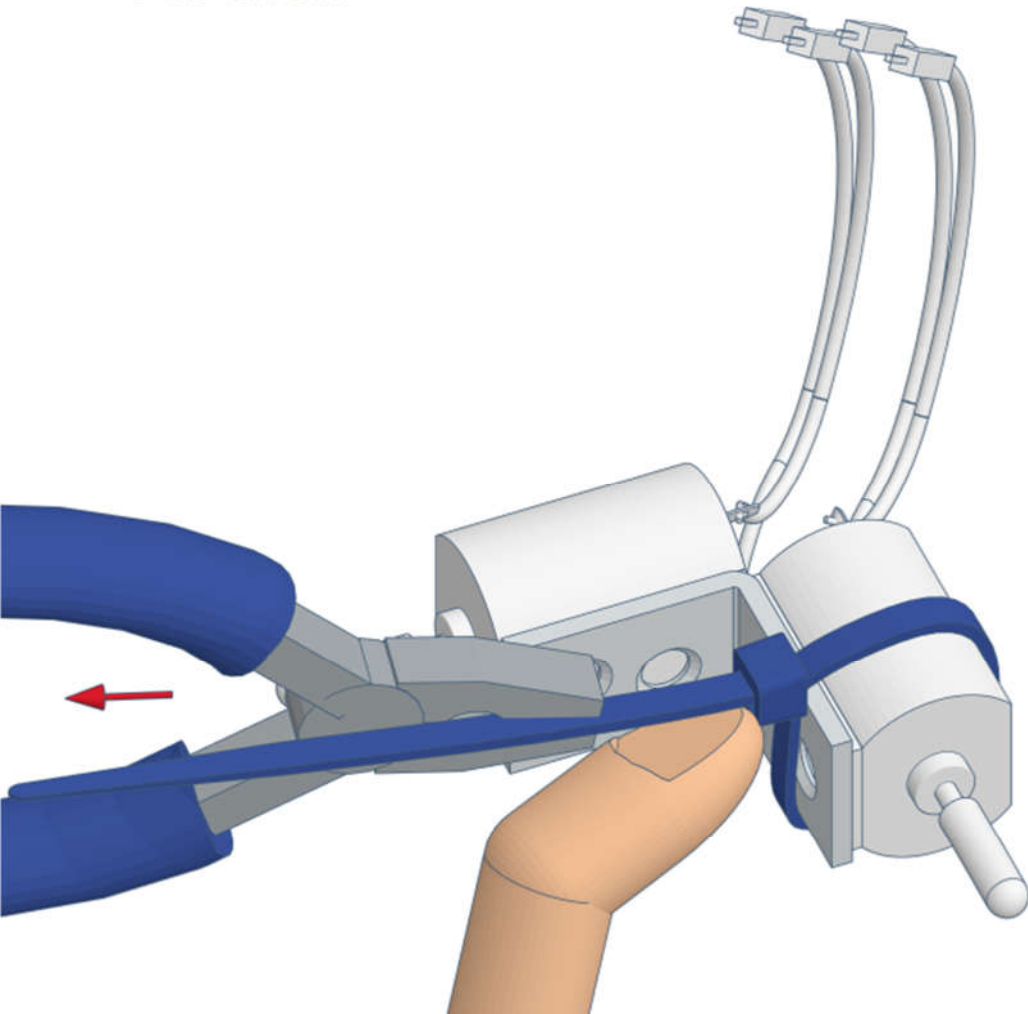
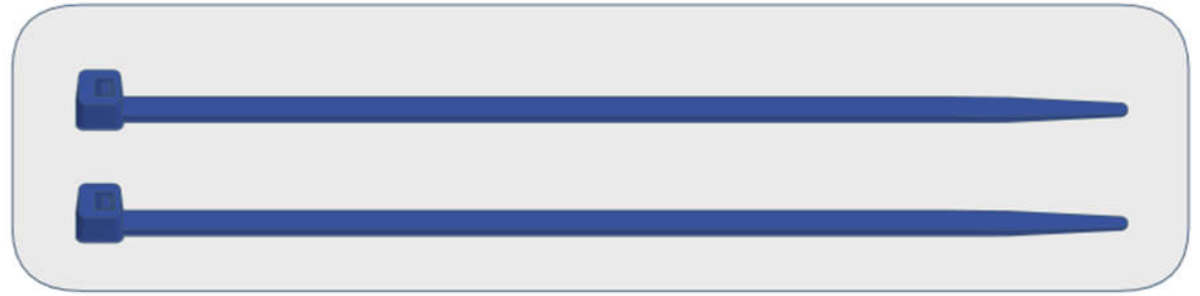
varikabi als Seelöwe



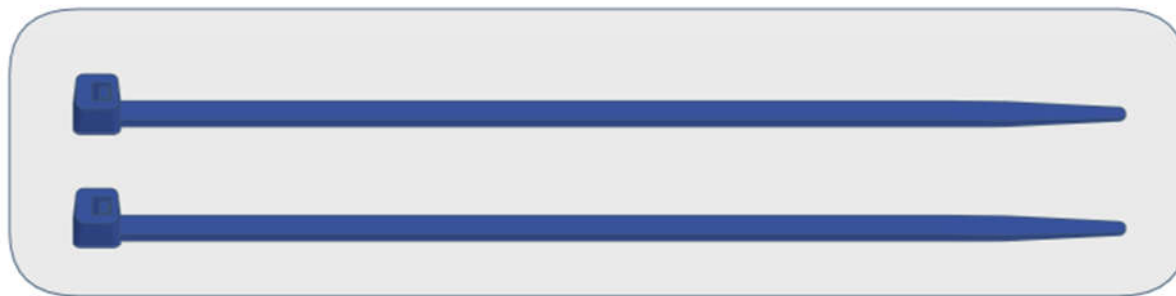
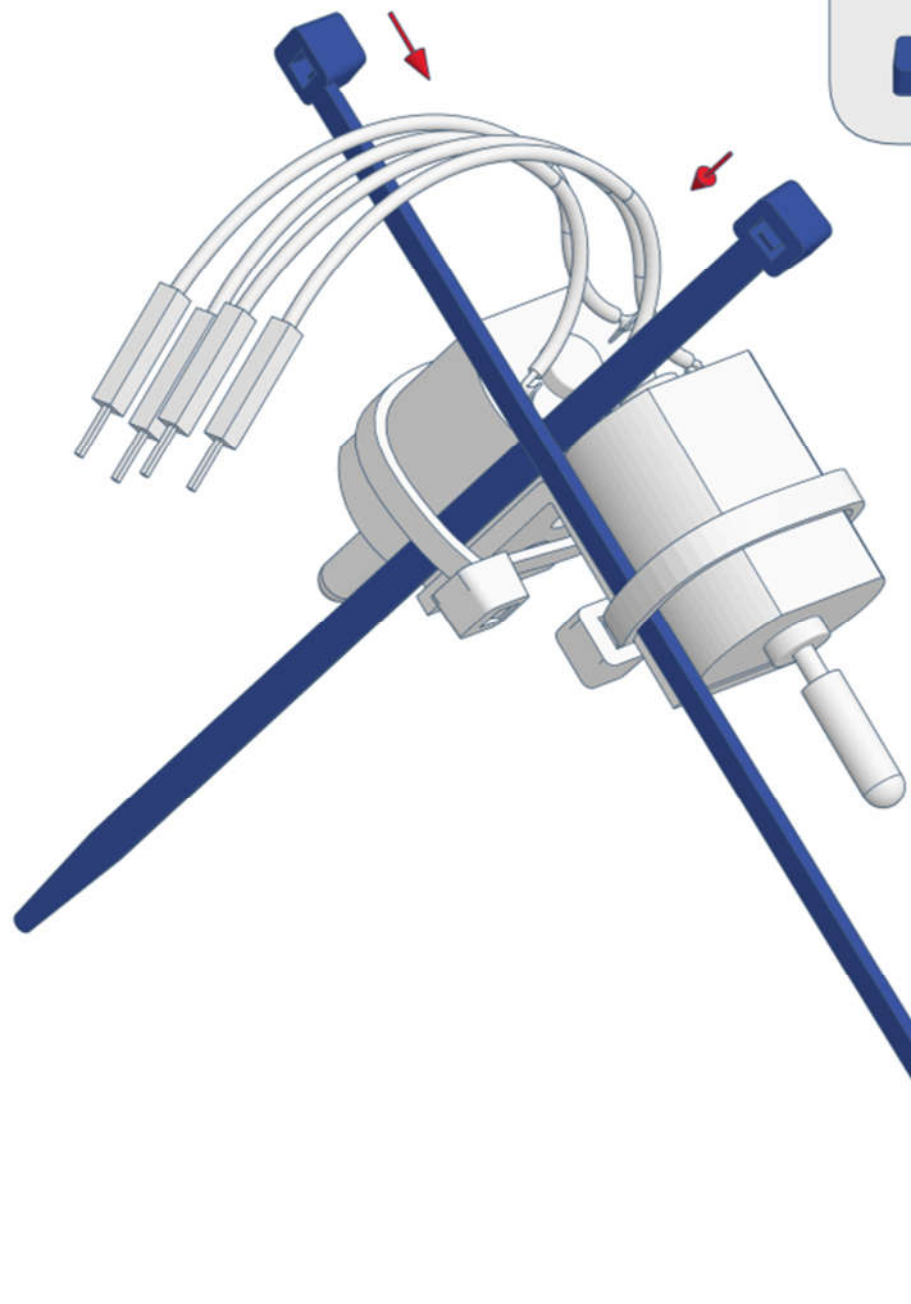
1)



2)

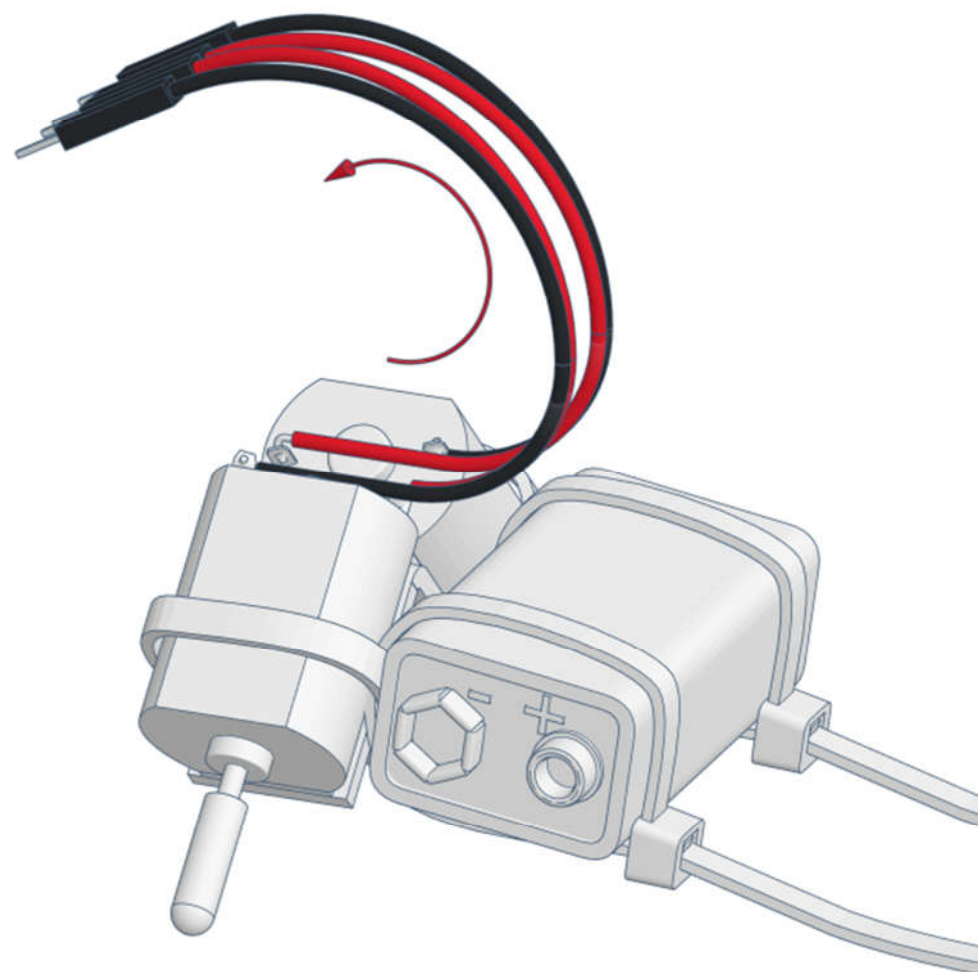
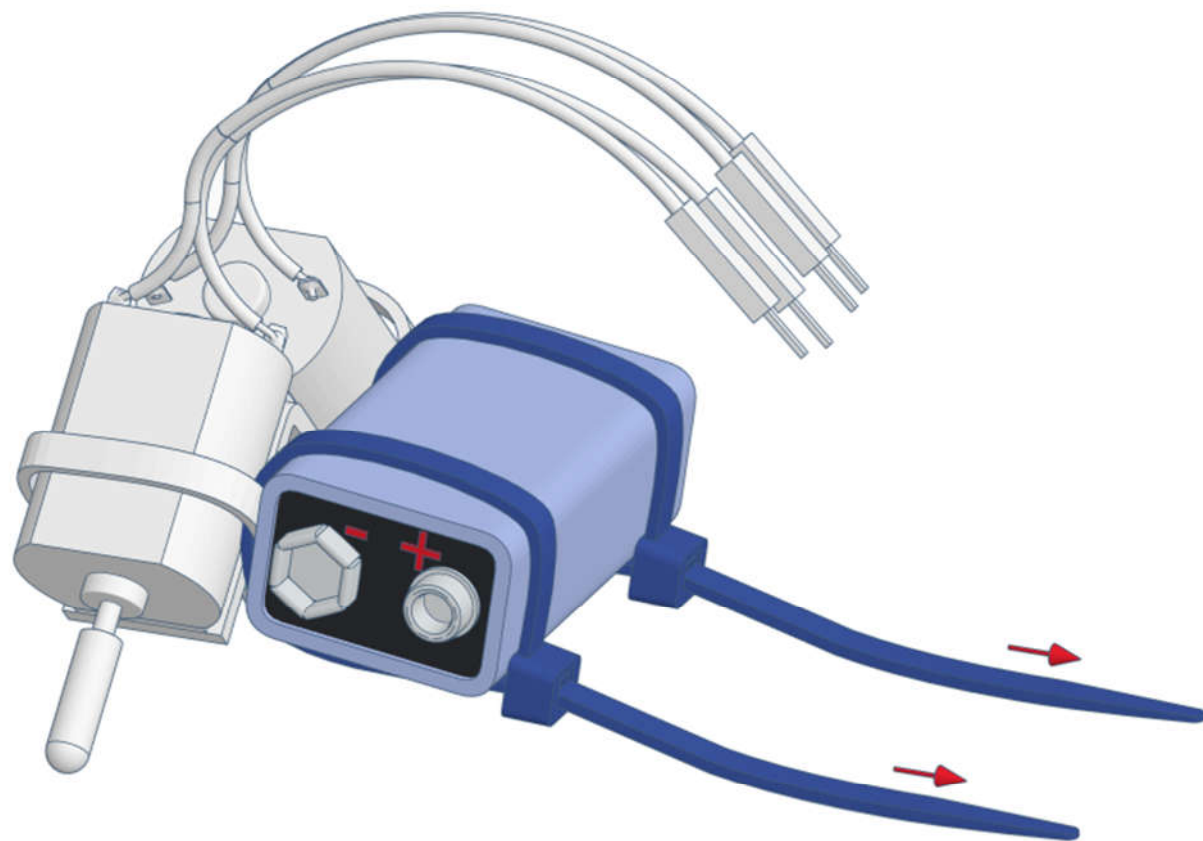
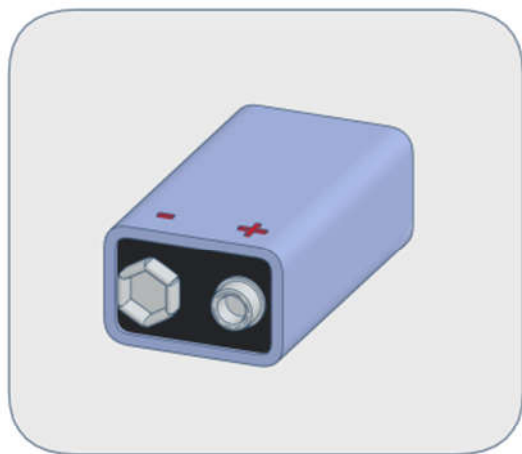


3)

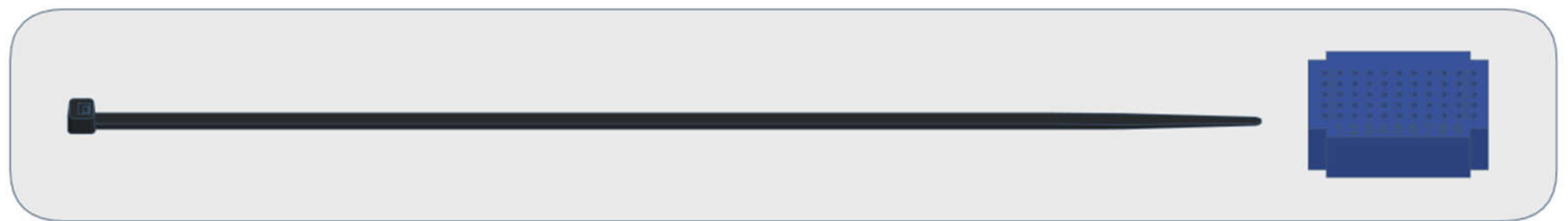
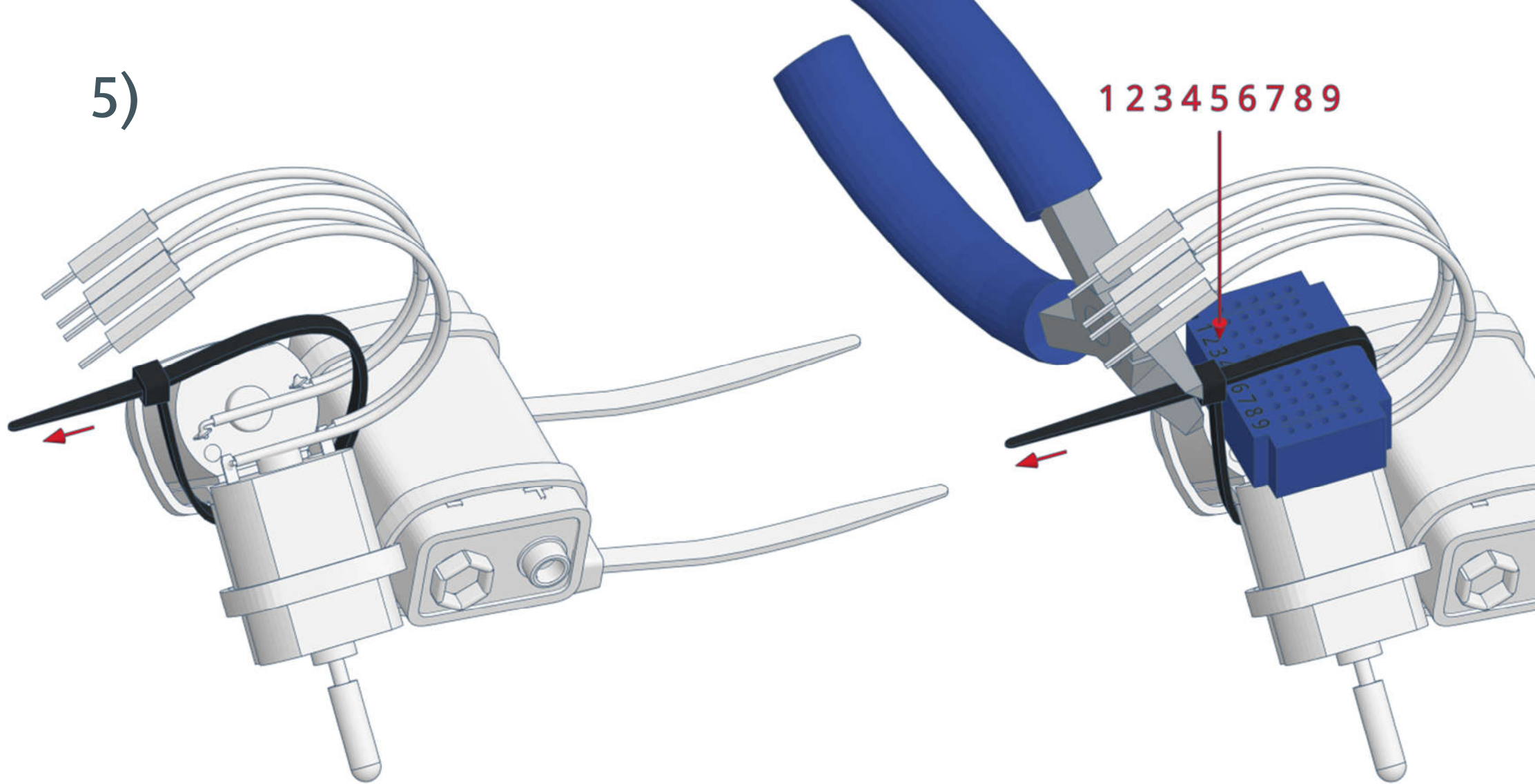




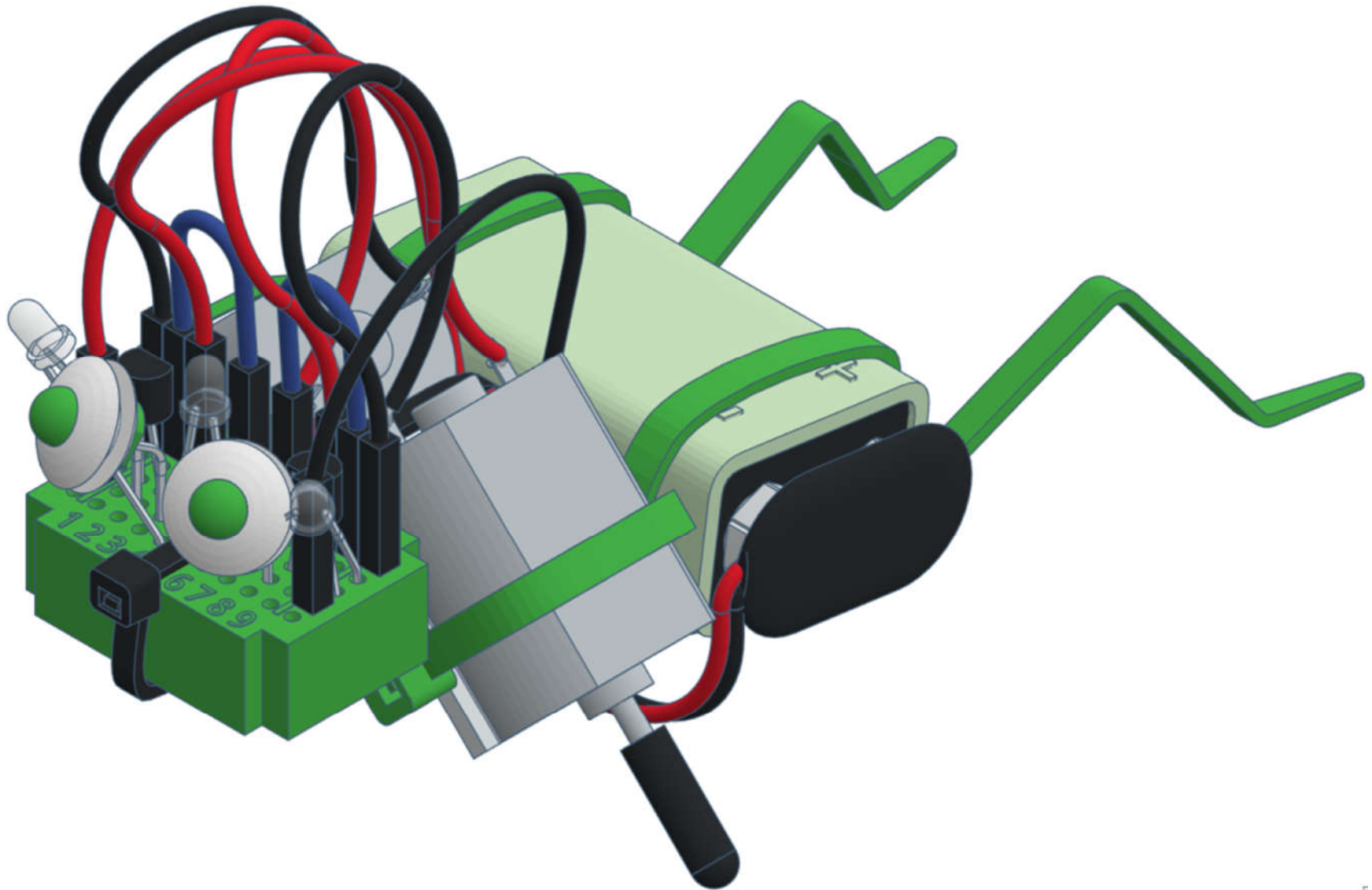
4)



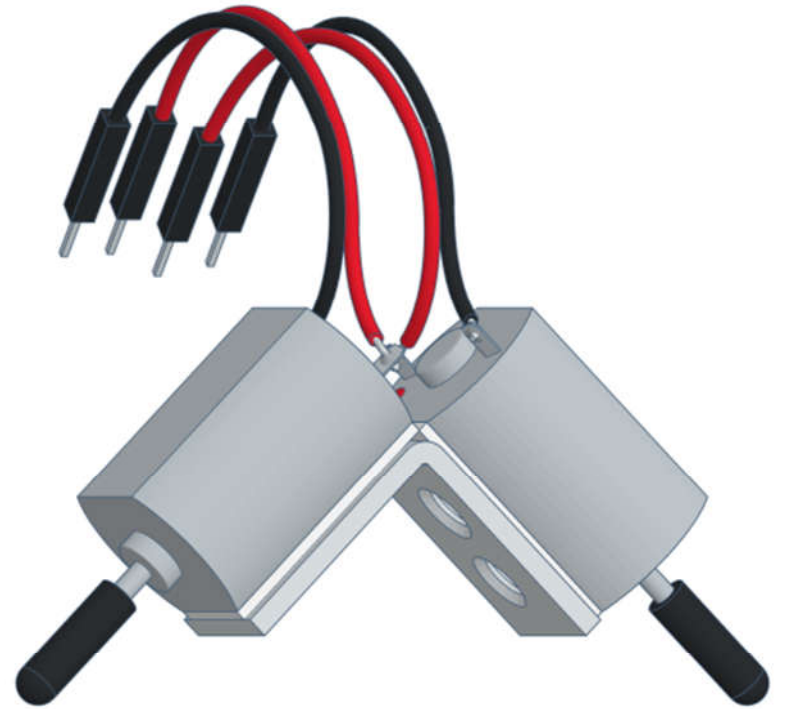
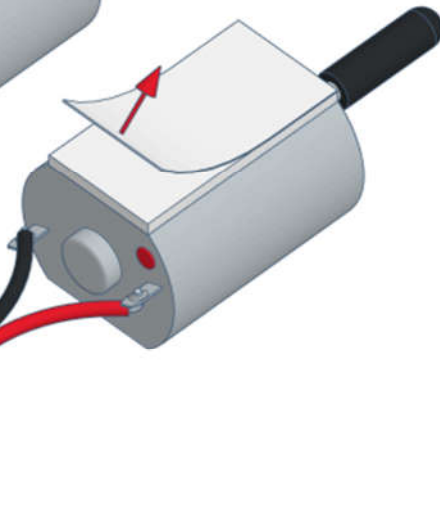
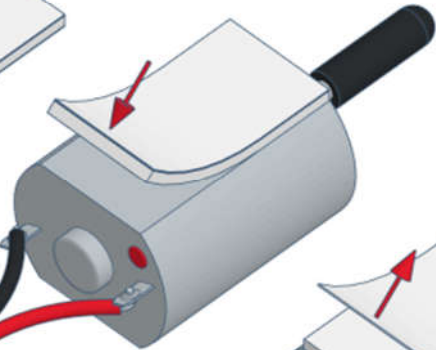
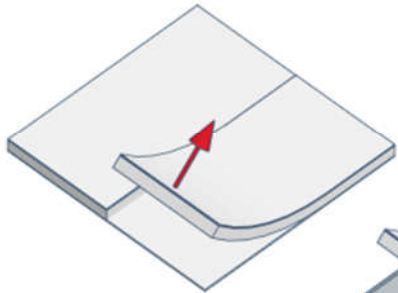
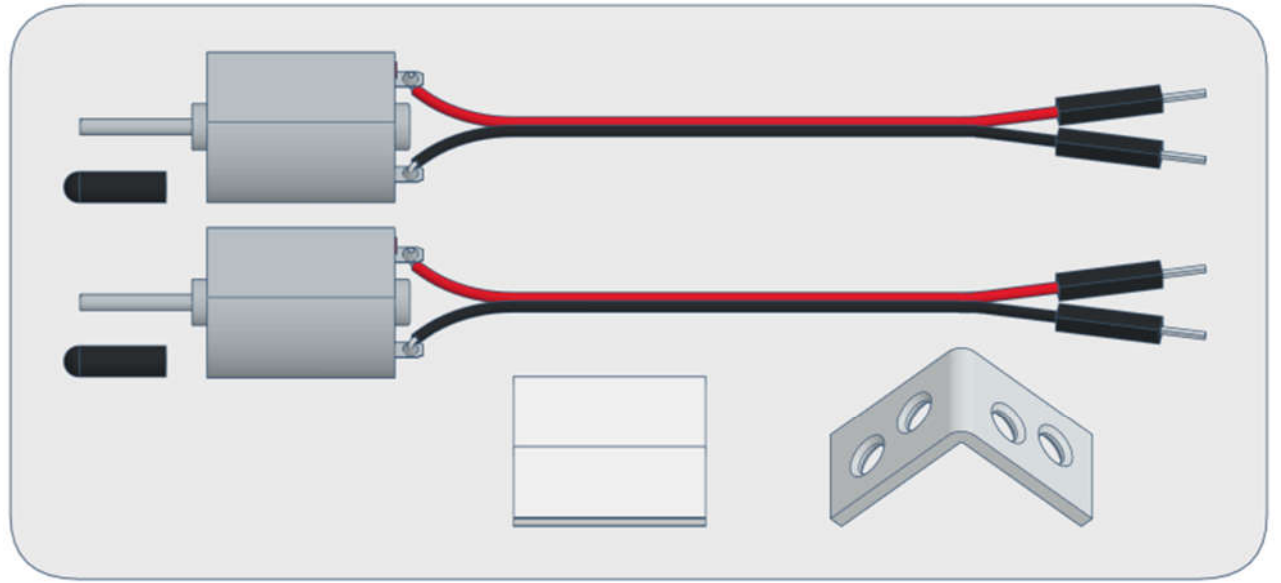
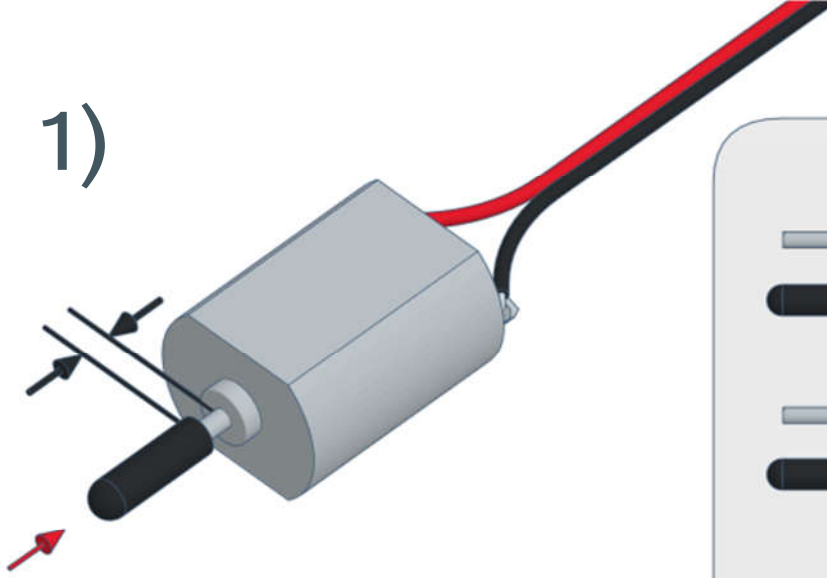
5)



# varikabi als Frosch

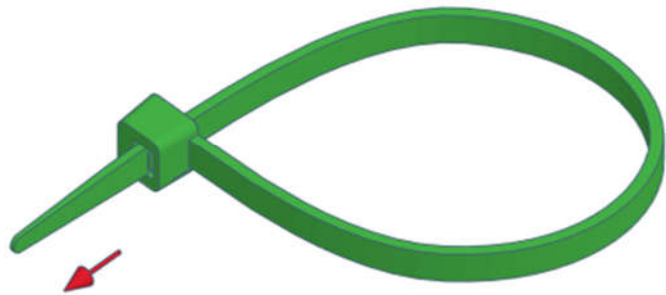


1)

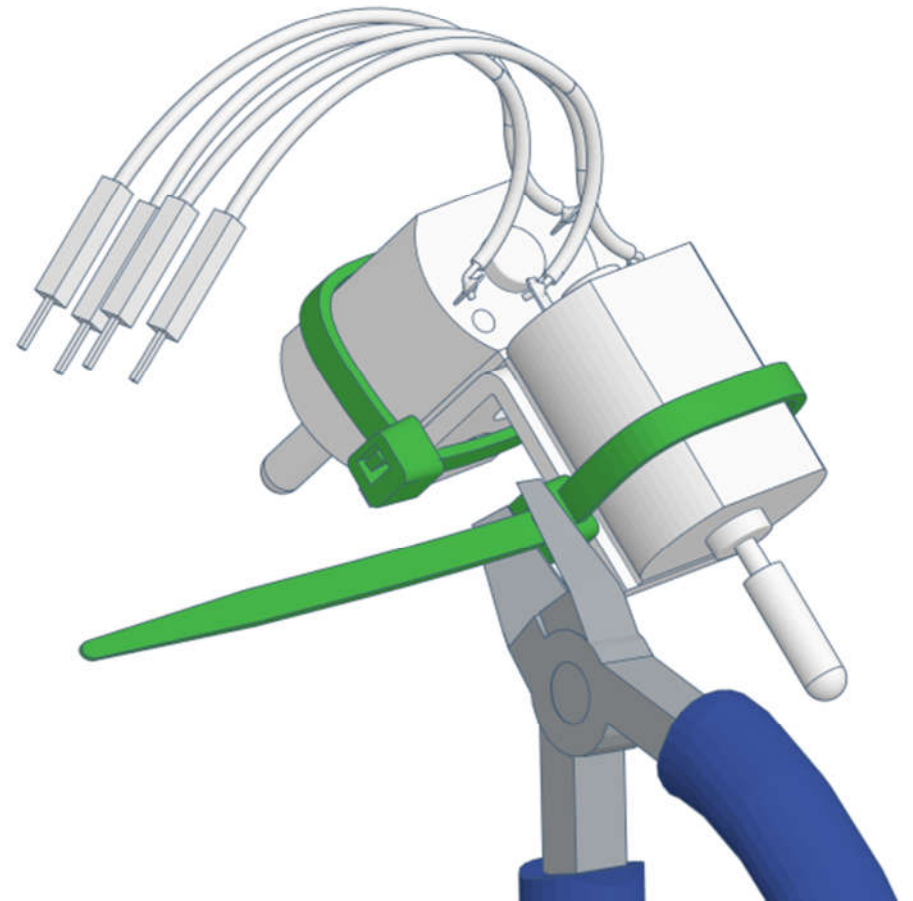
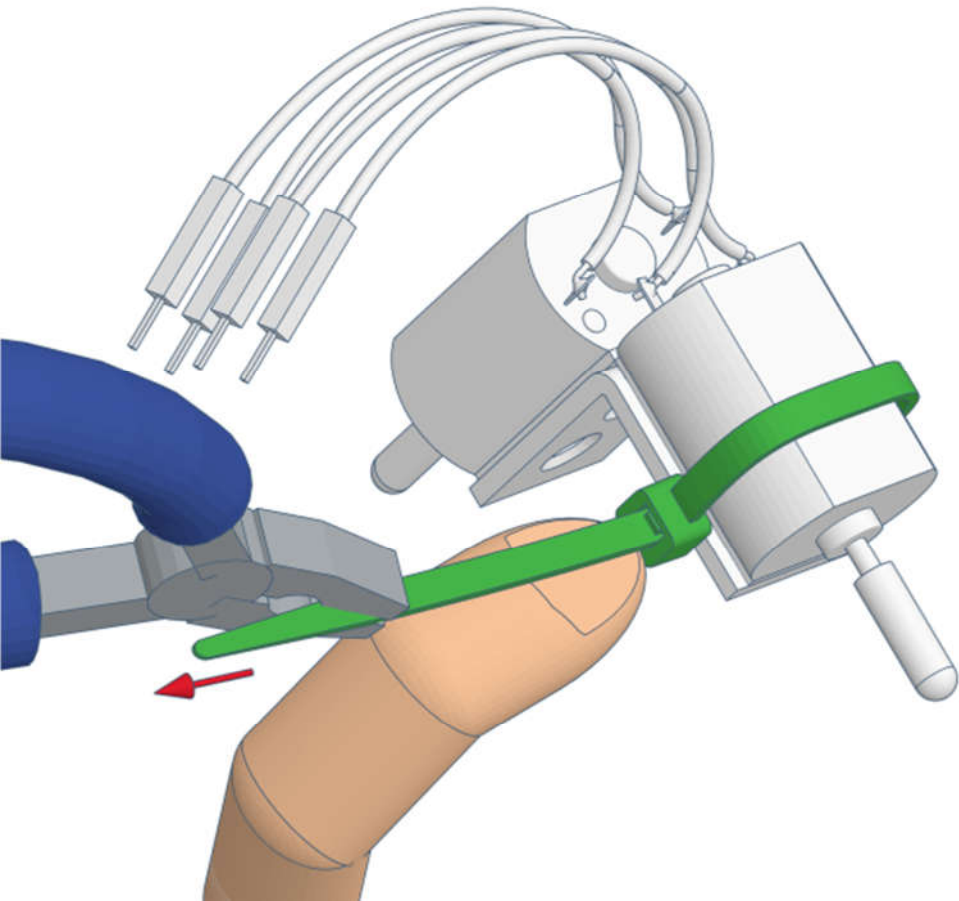
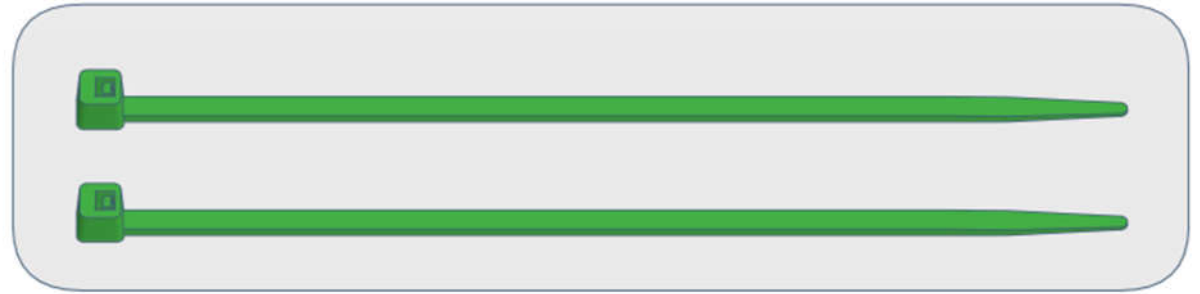




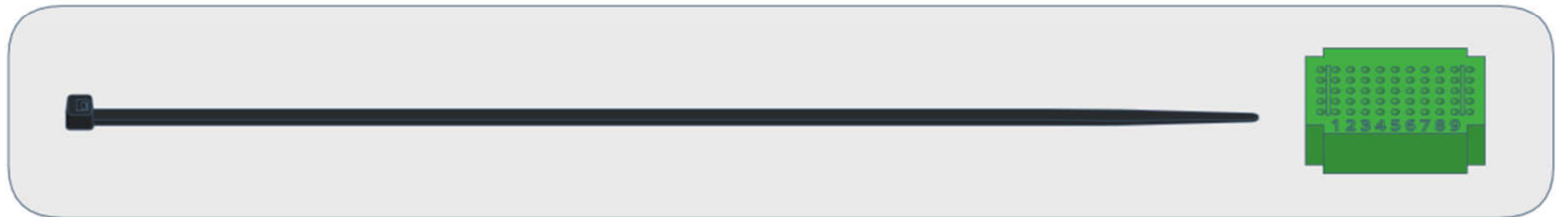
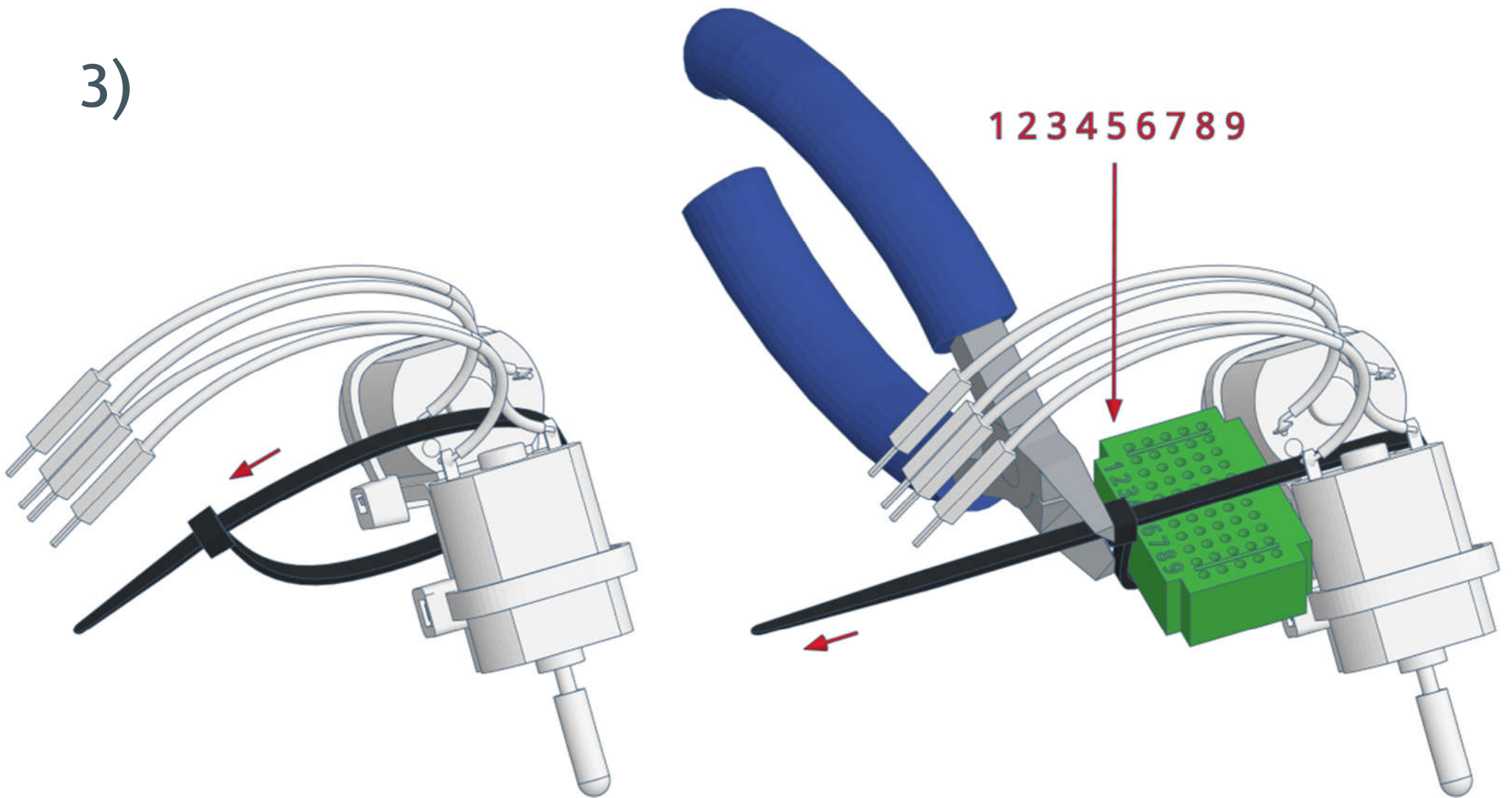
2)



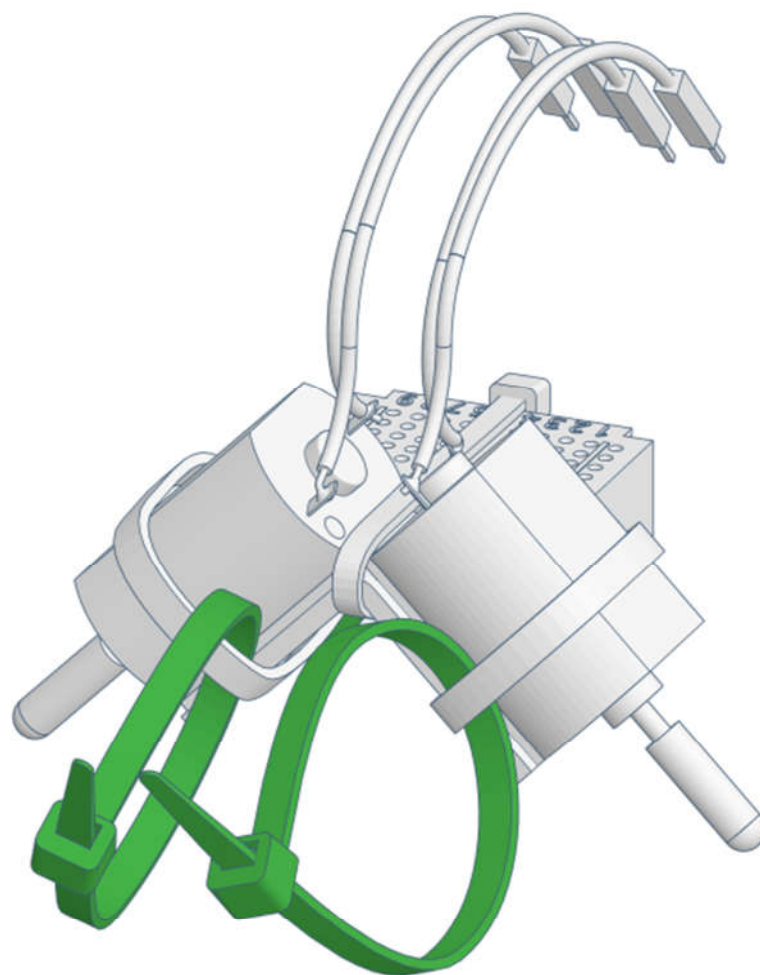
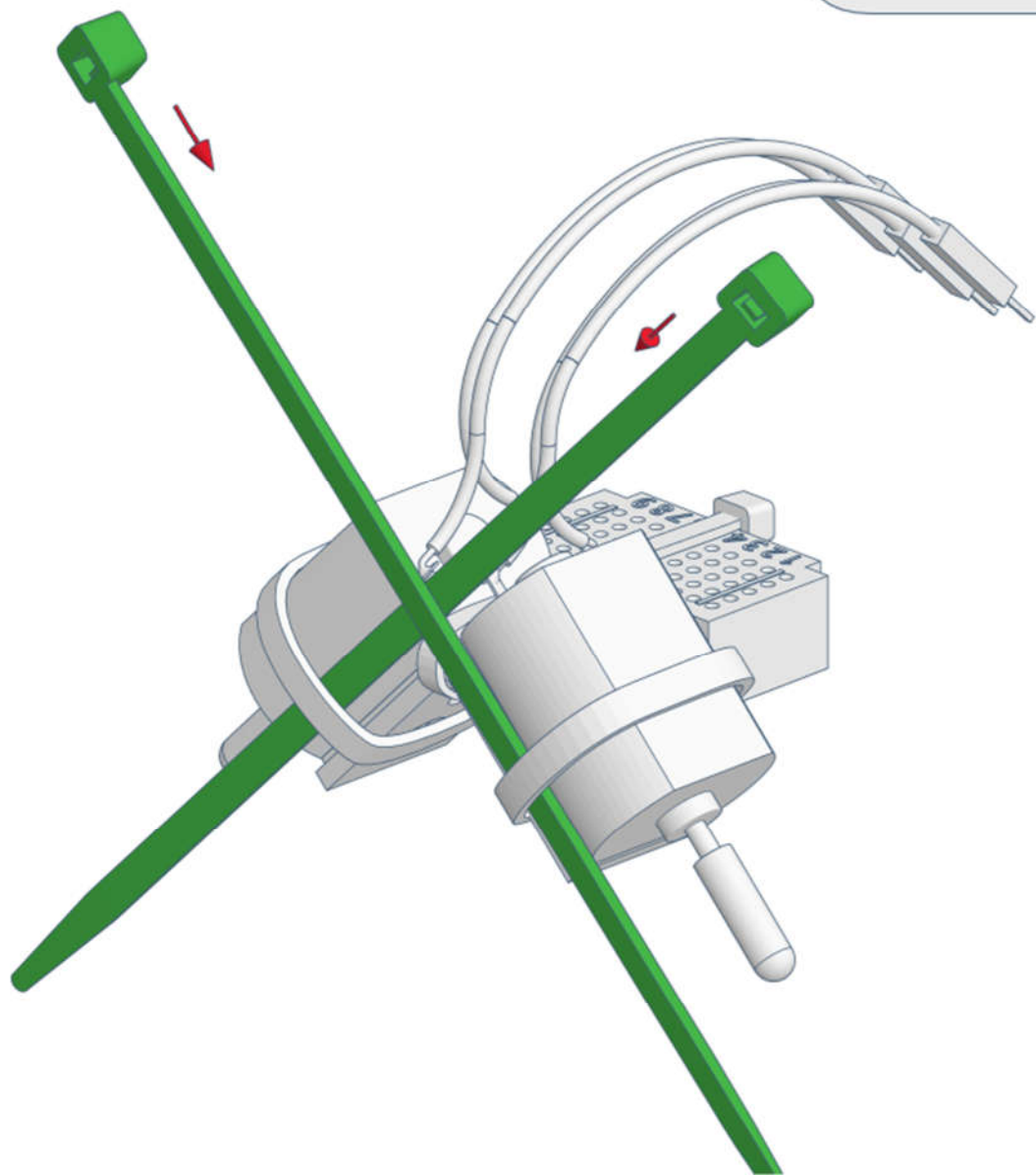
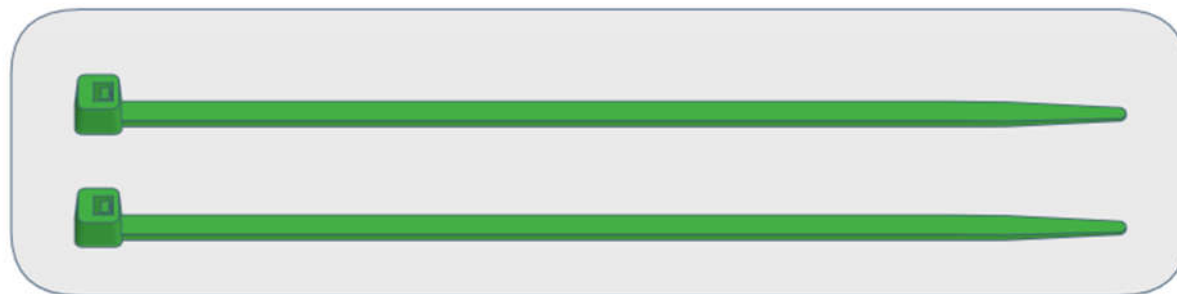
1 x click



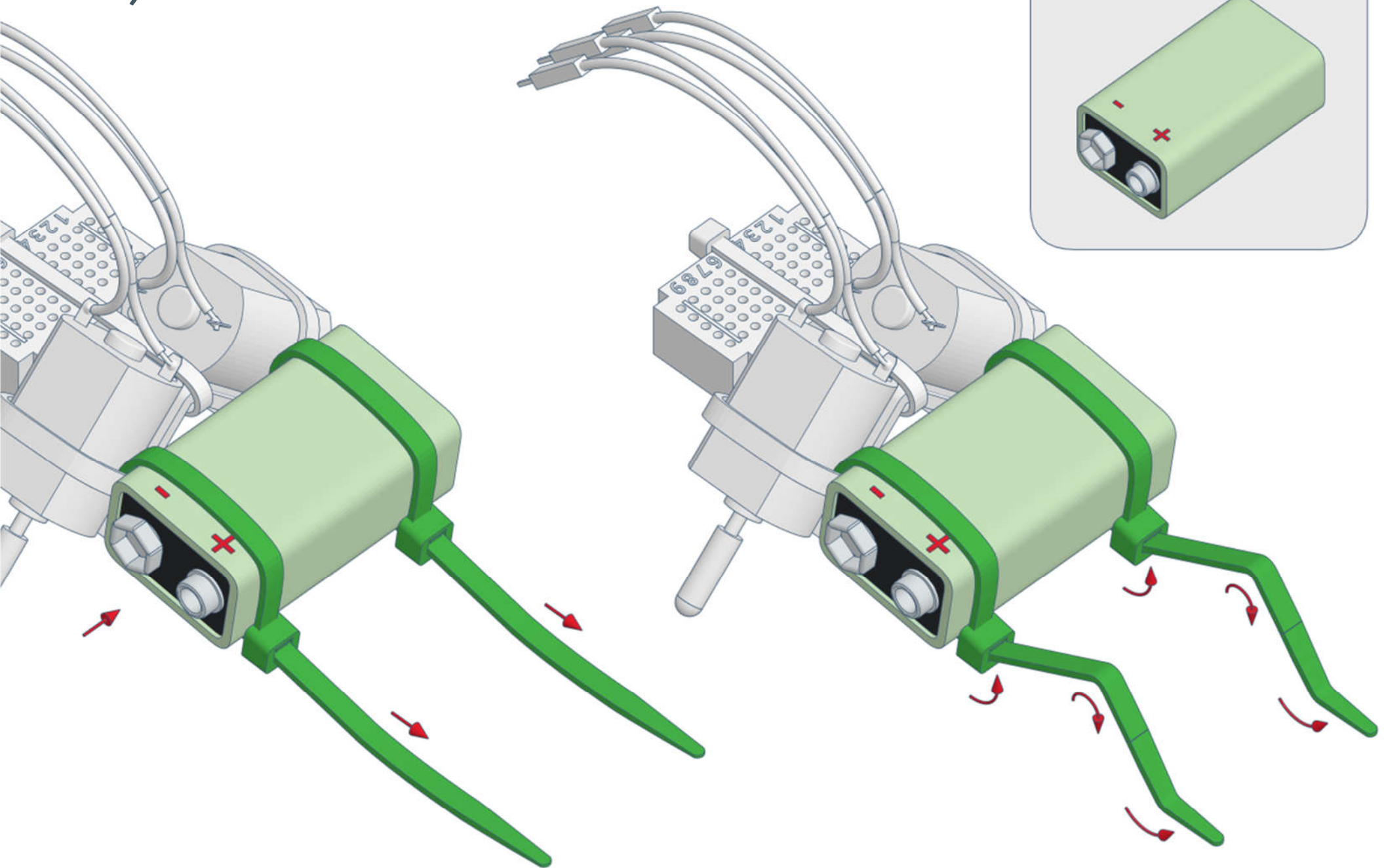
3)



4)

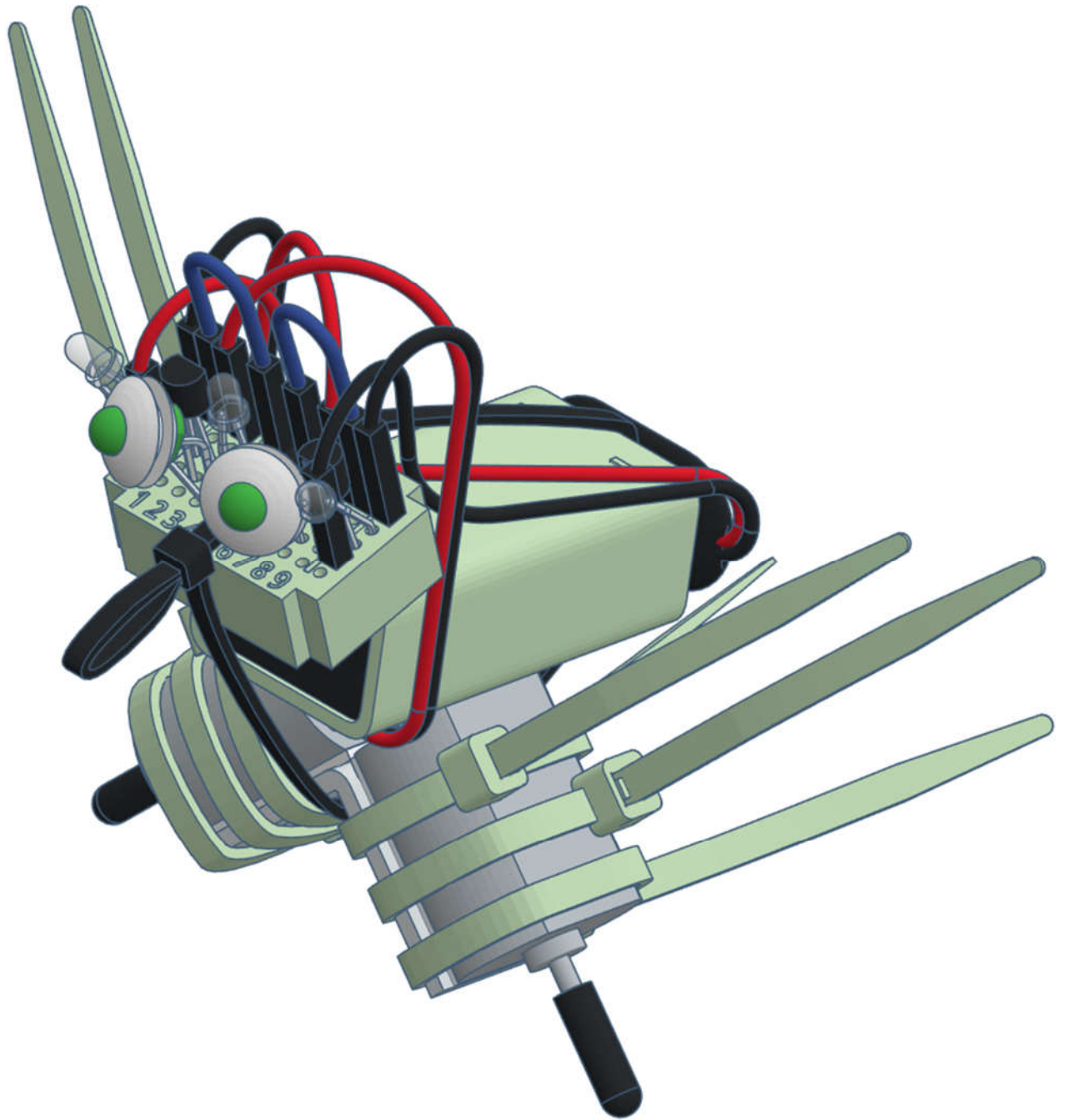


5)

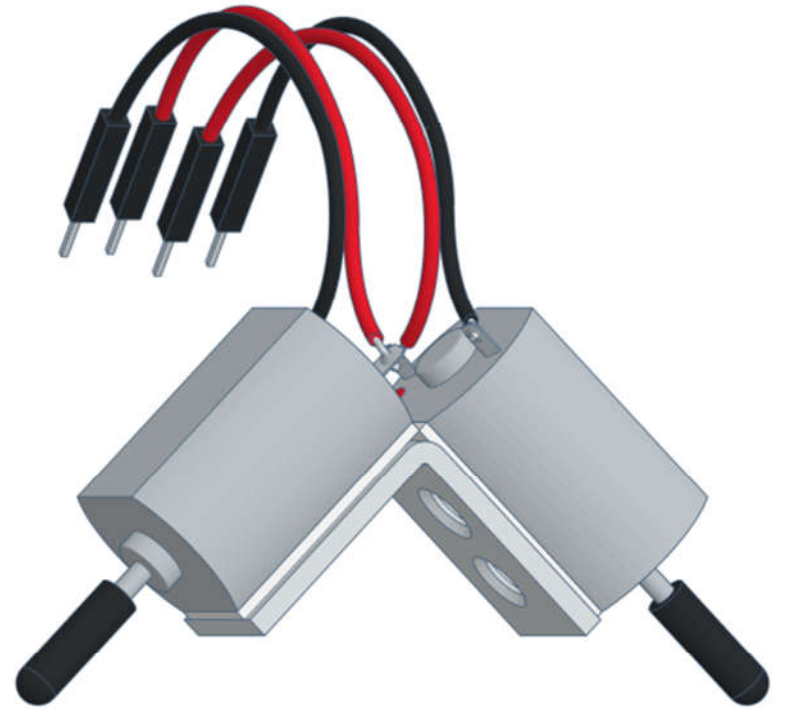
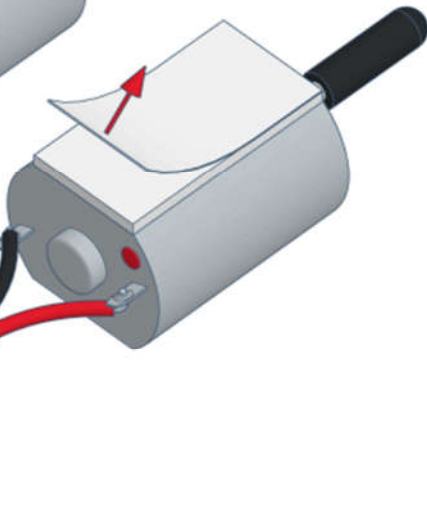
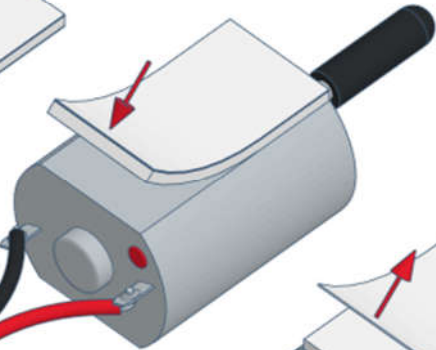
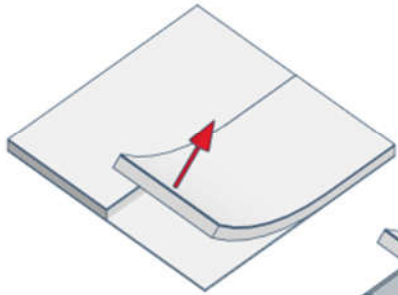
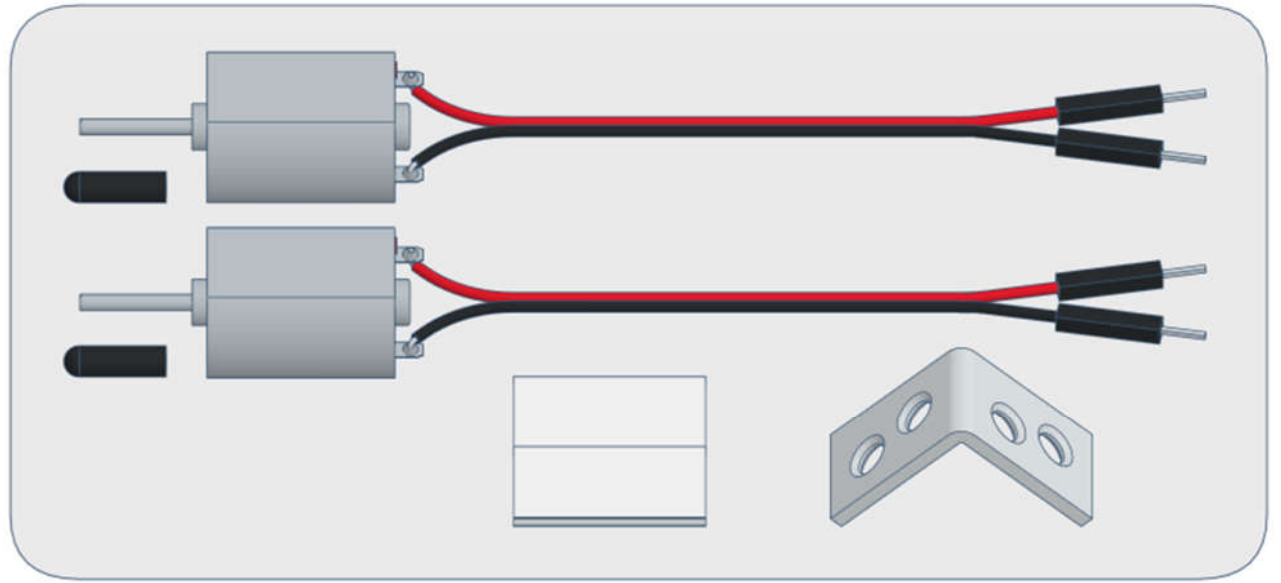
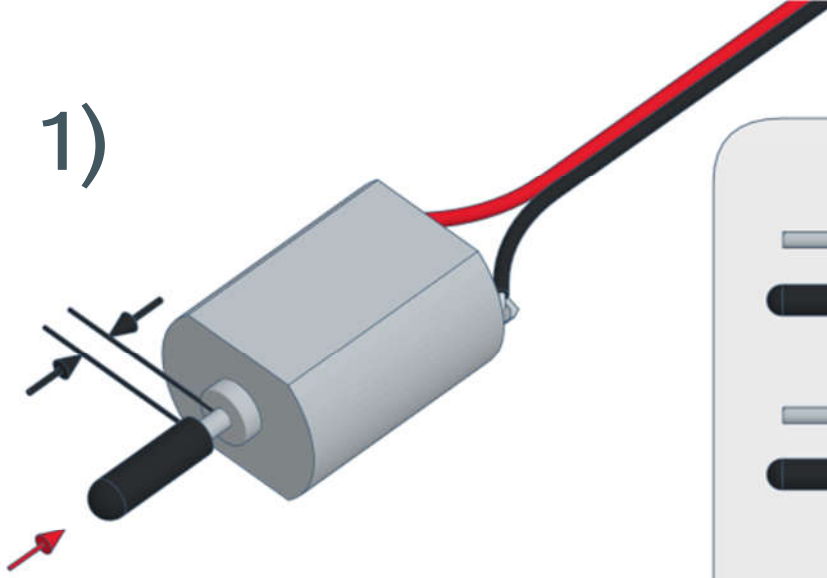




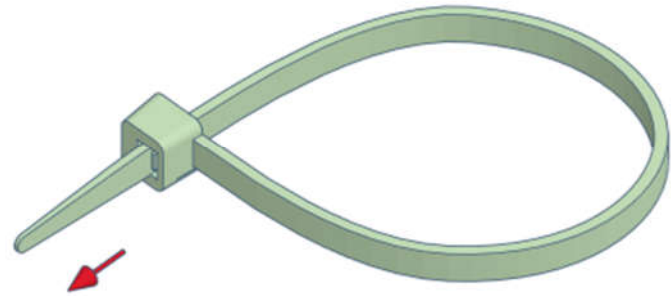
varikabi als Vogel



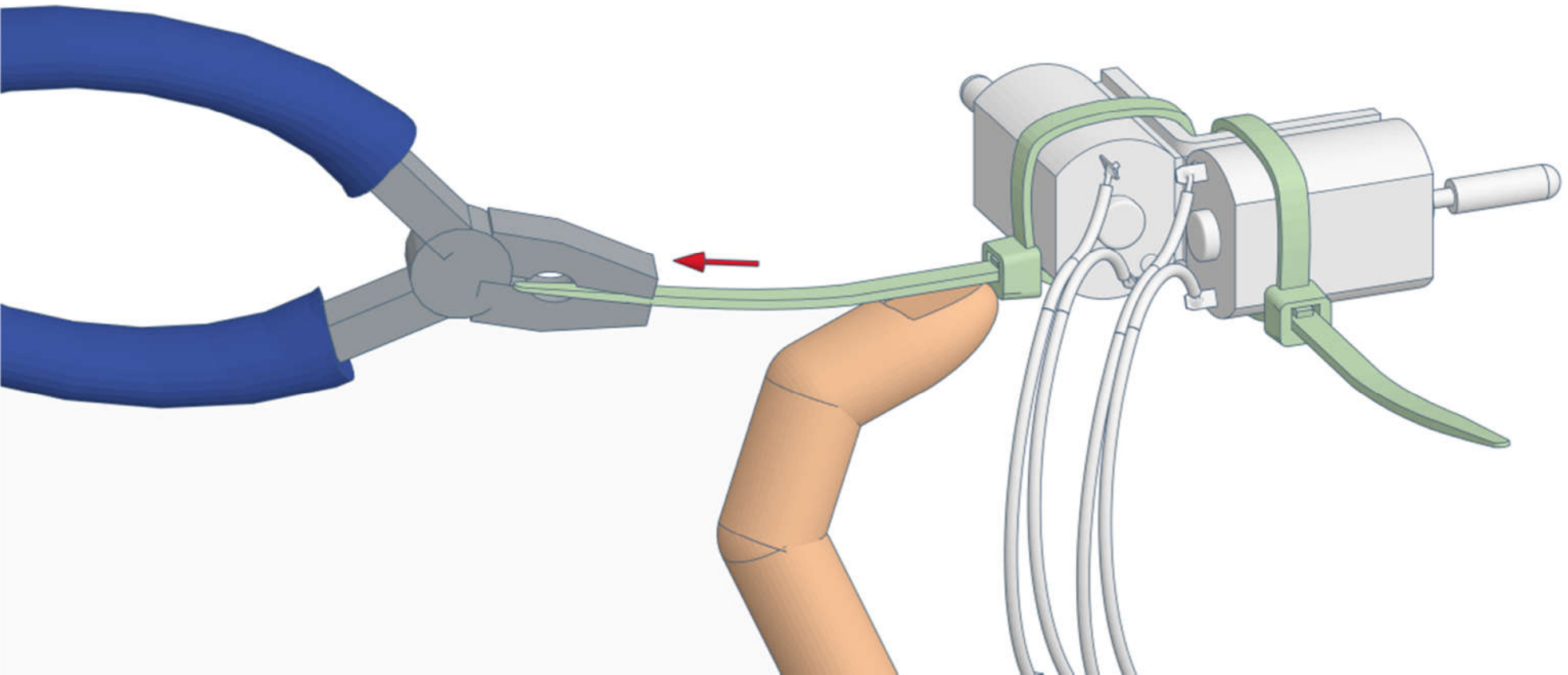
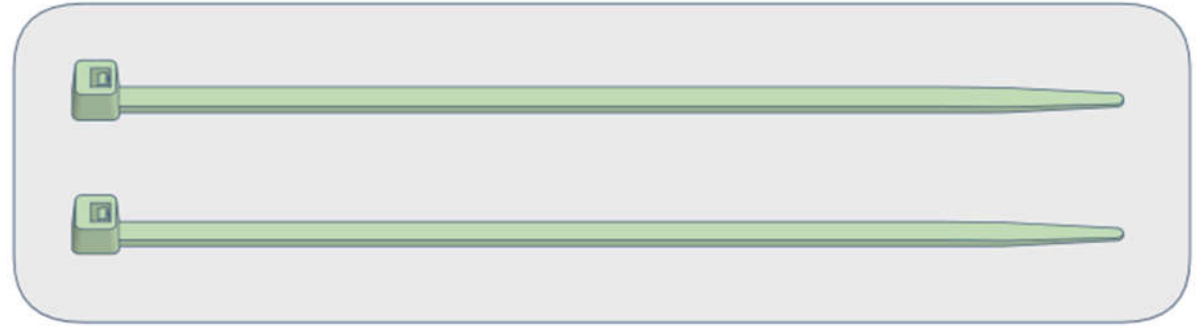
1)



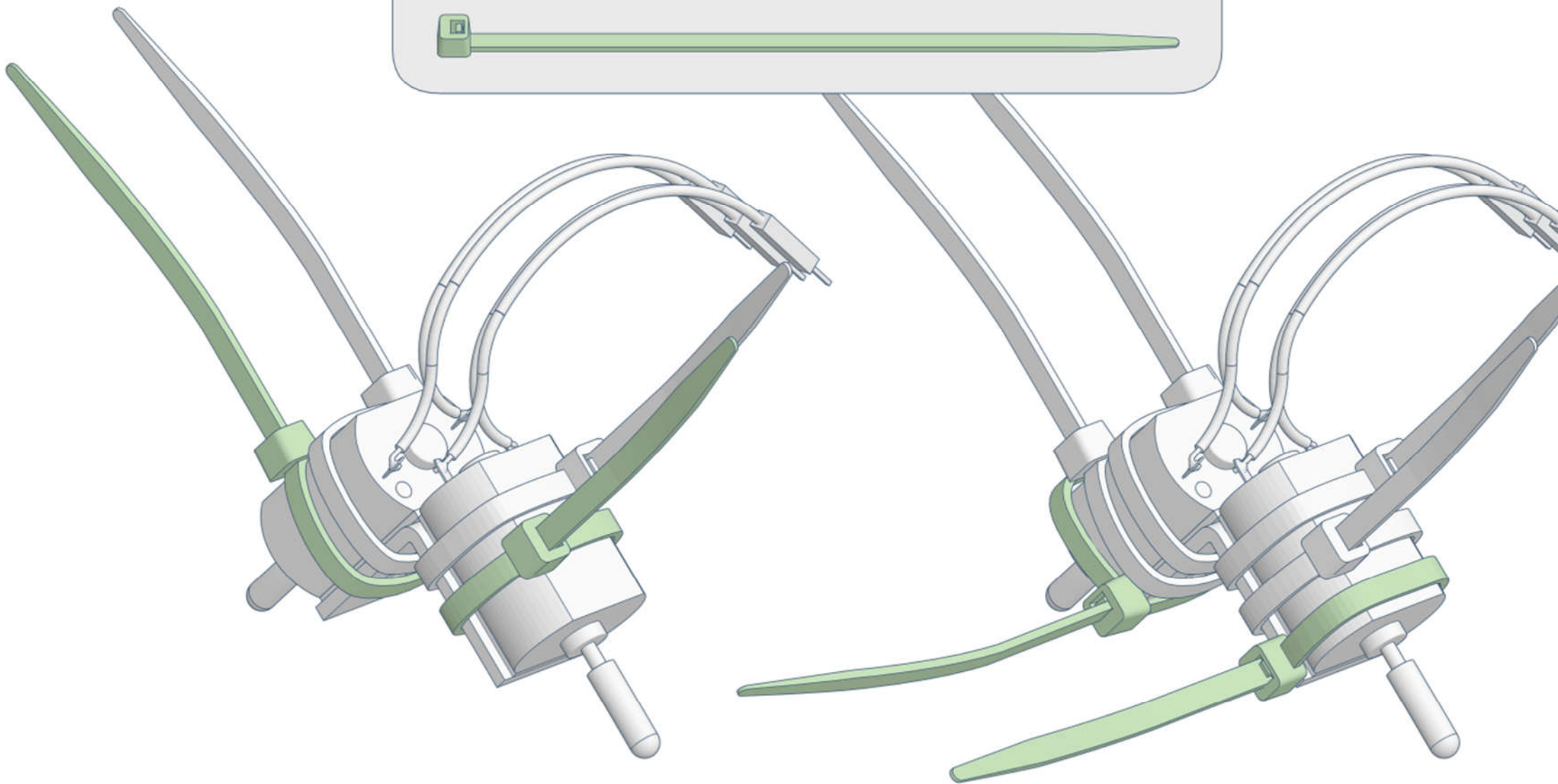
2)



1 x click

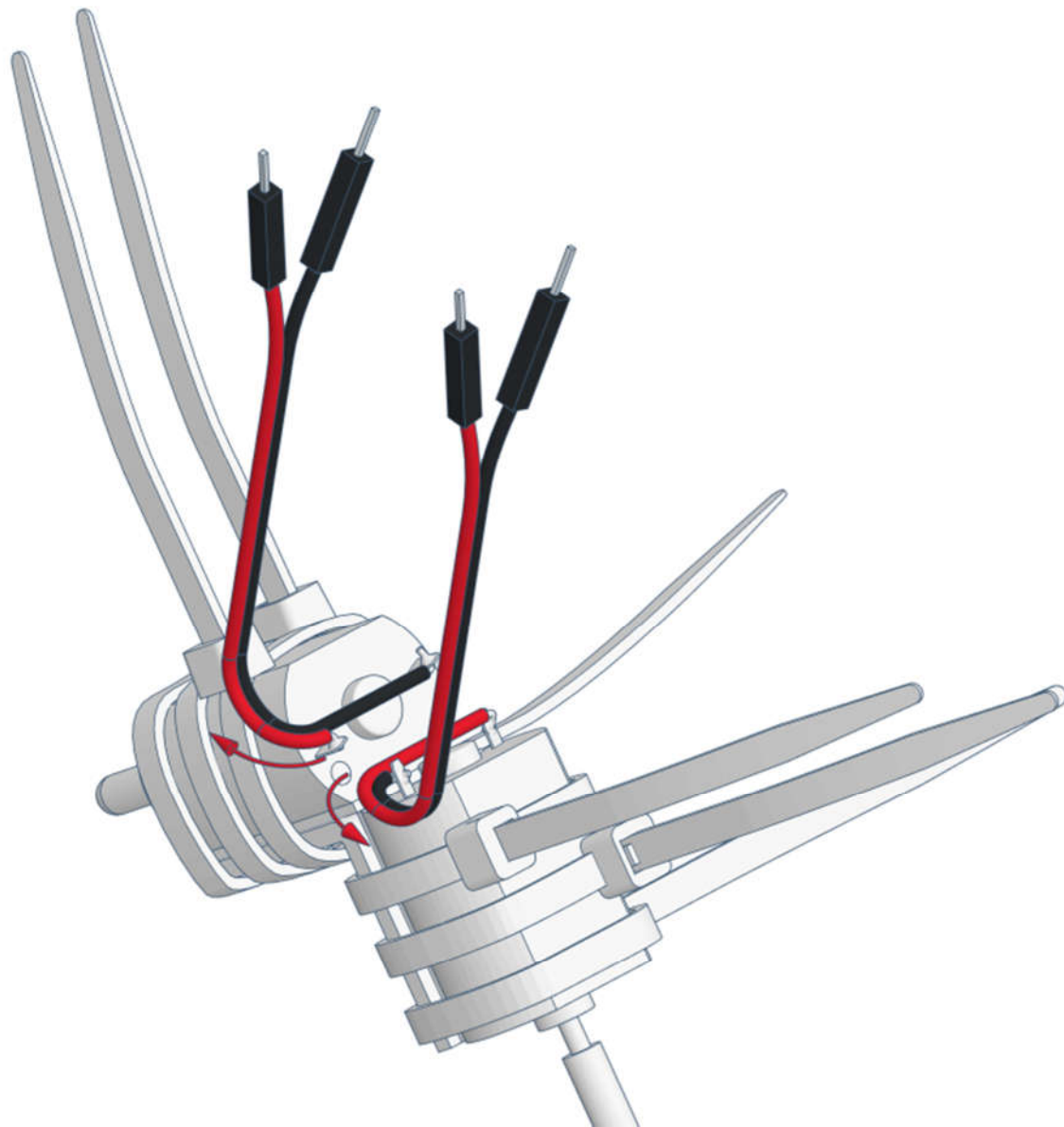
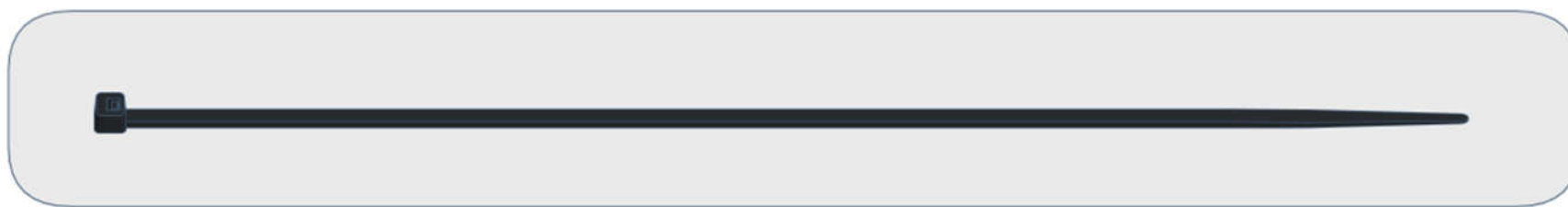


3)

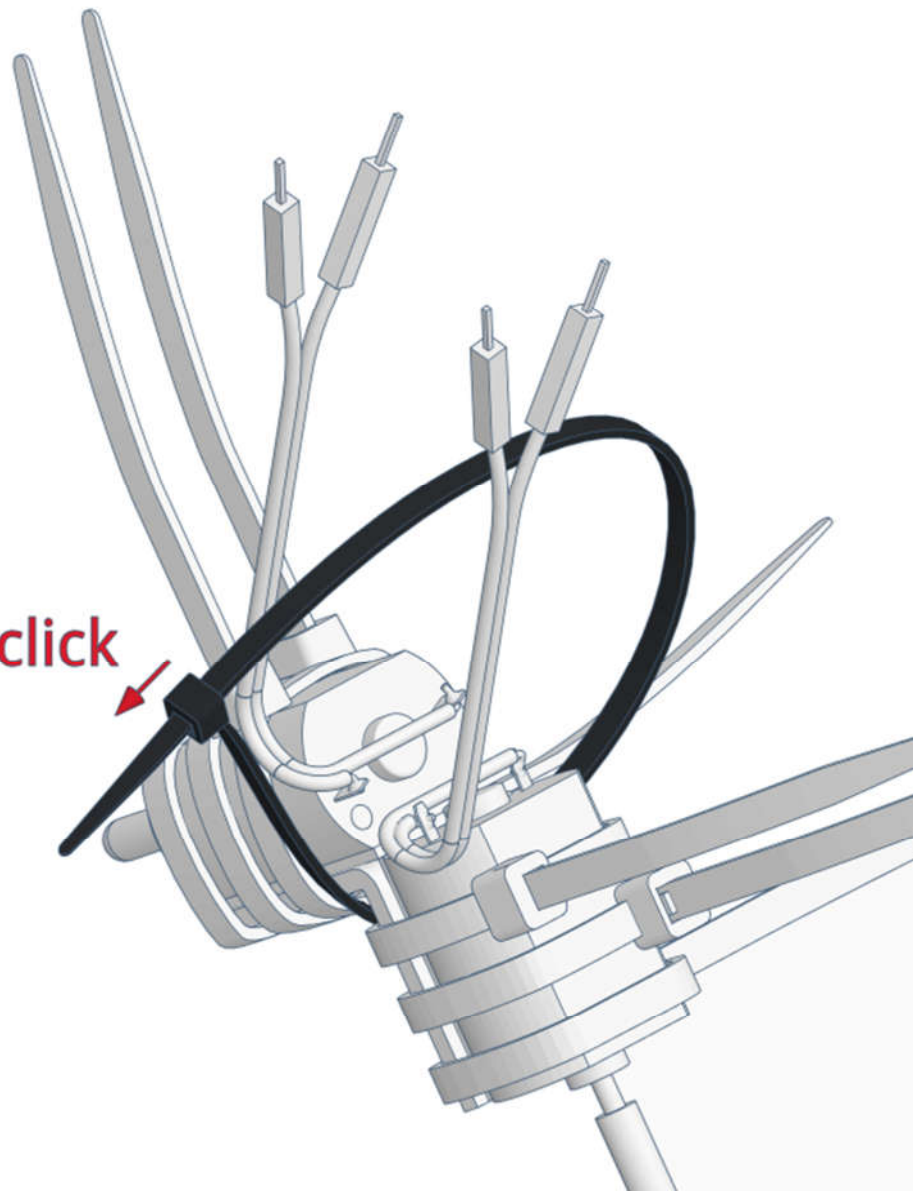




4)

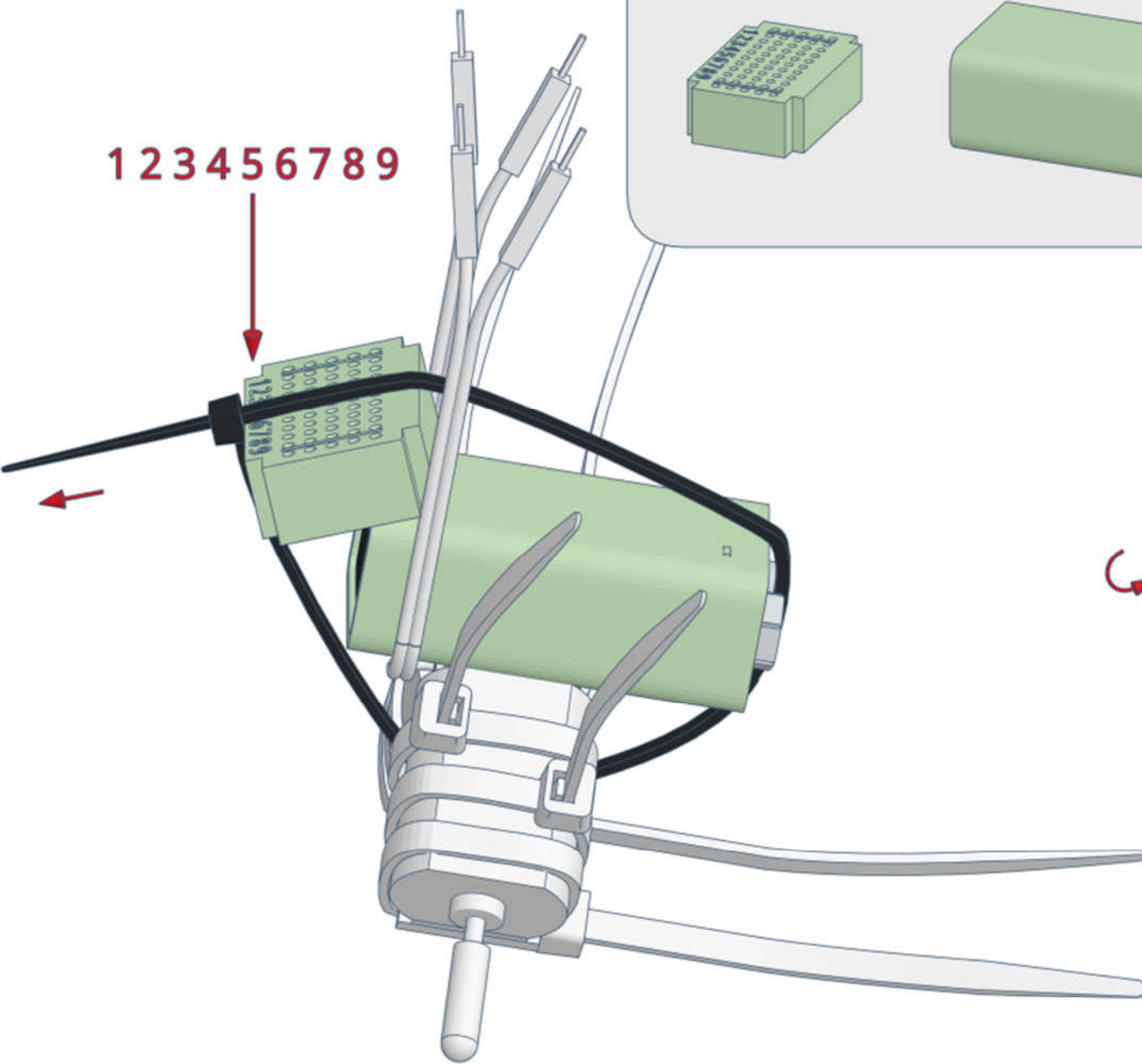
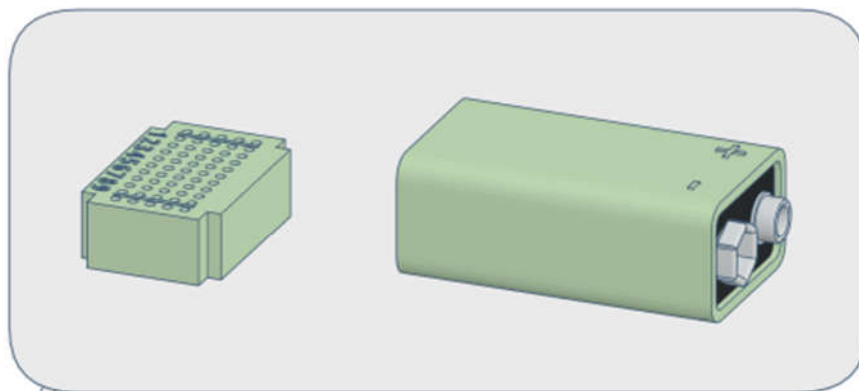


1 x click

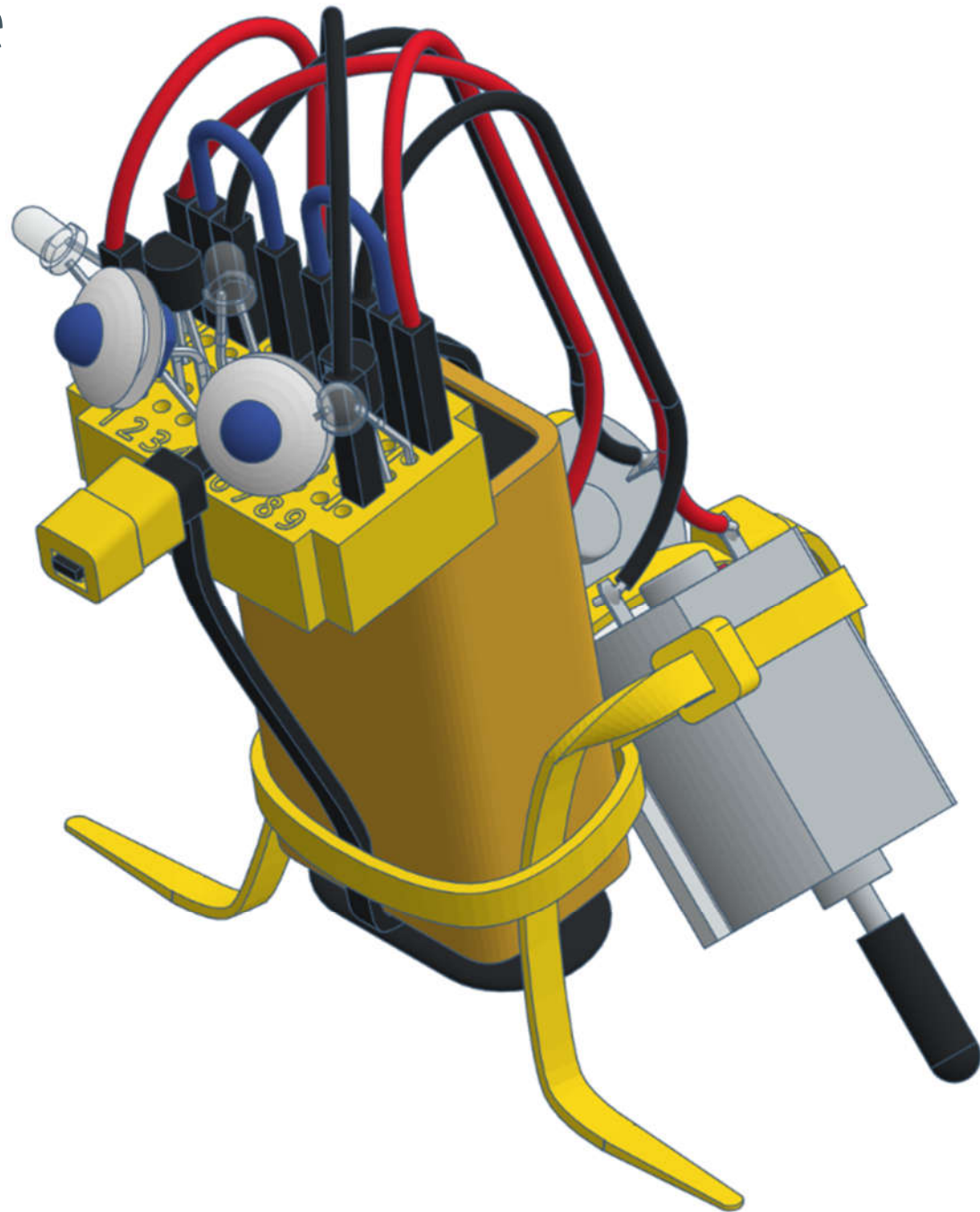


5)

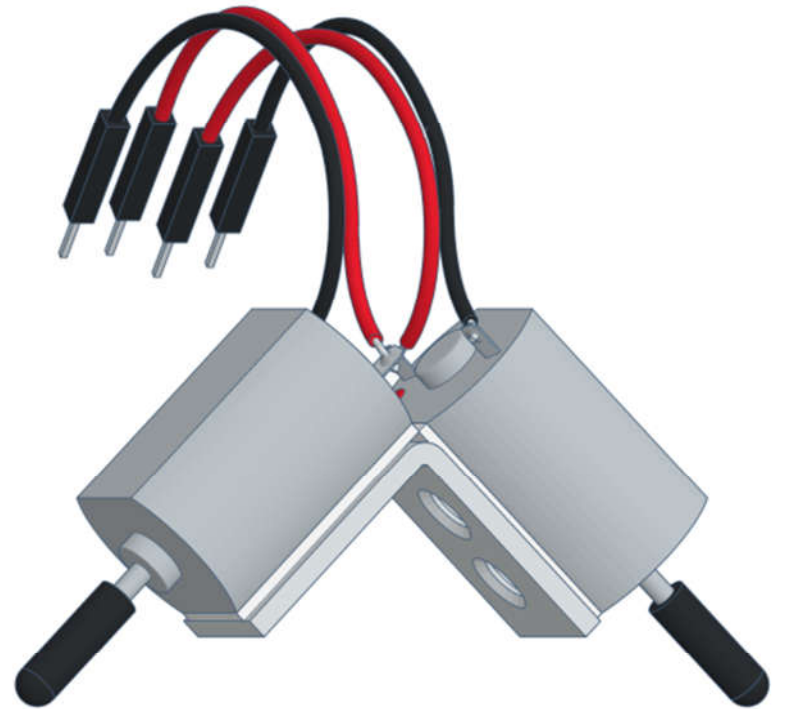
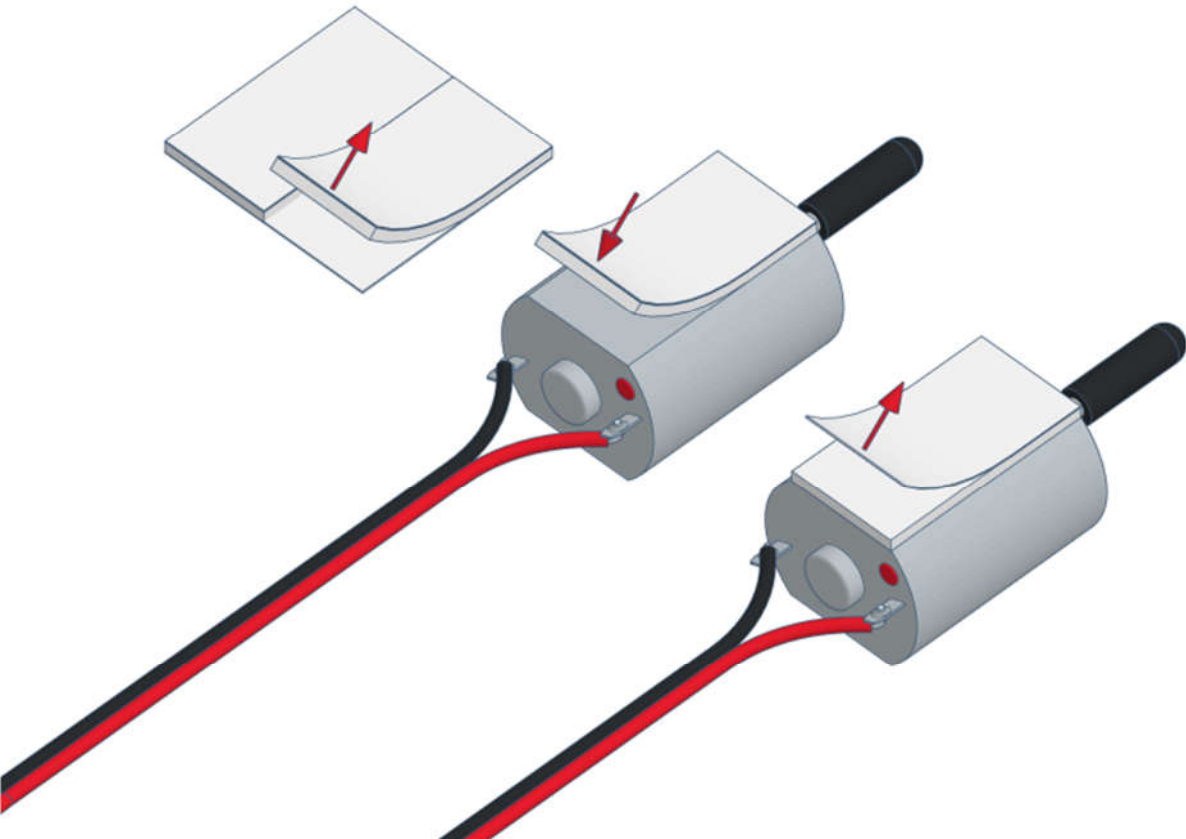
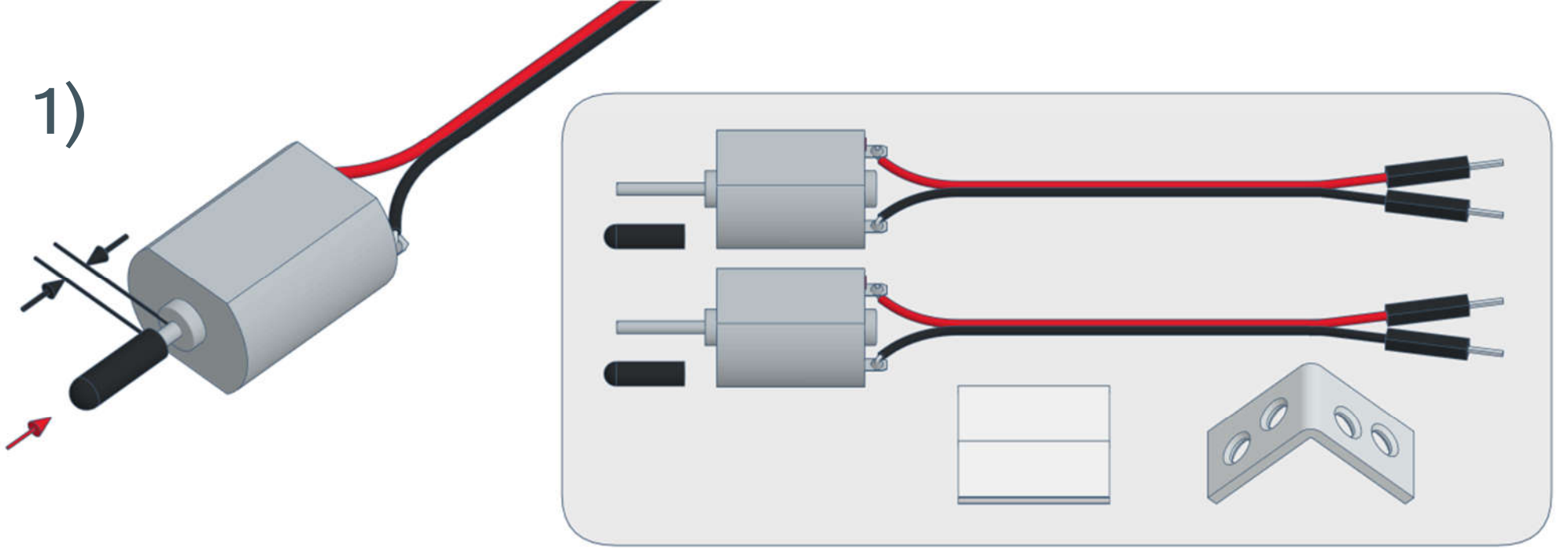
1 2 3 4 5 6 7 8 9



varikabi als Giraffe

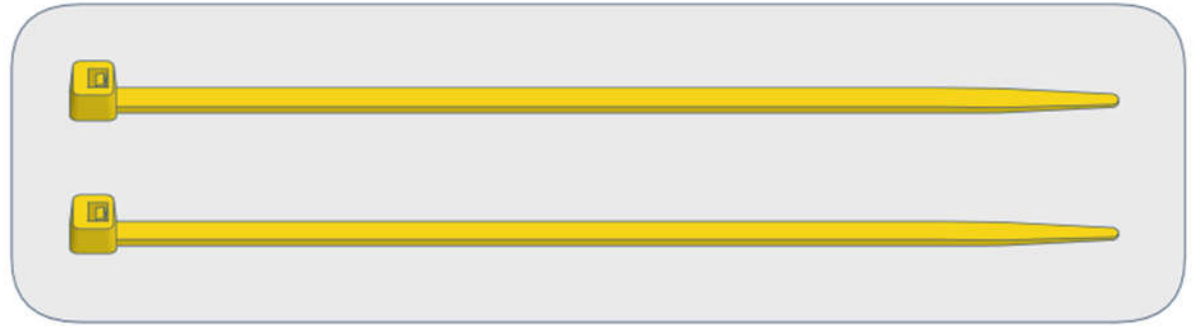


1)

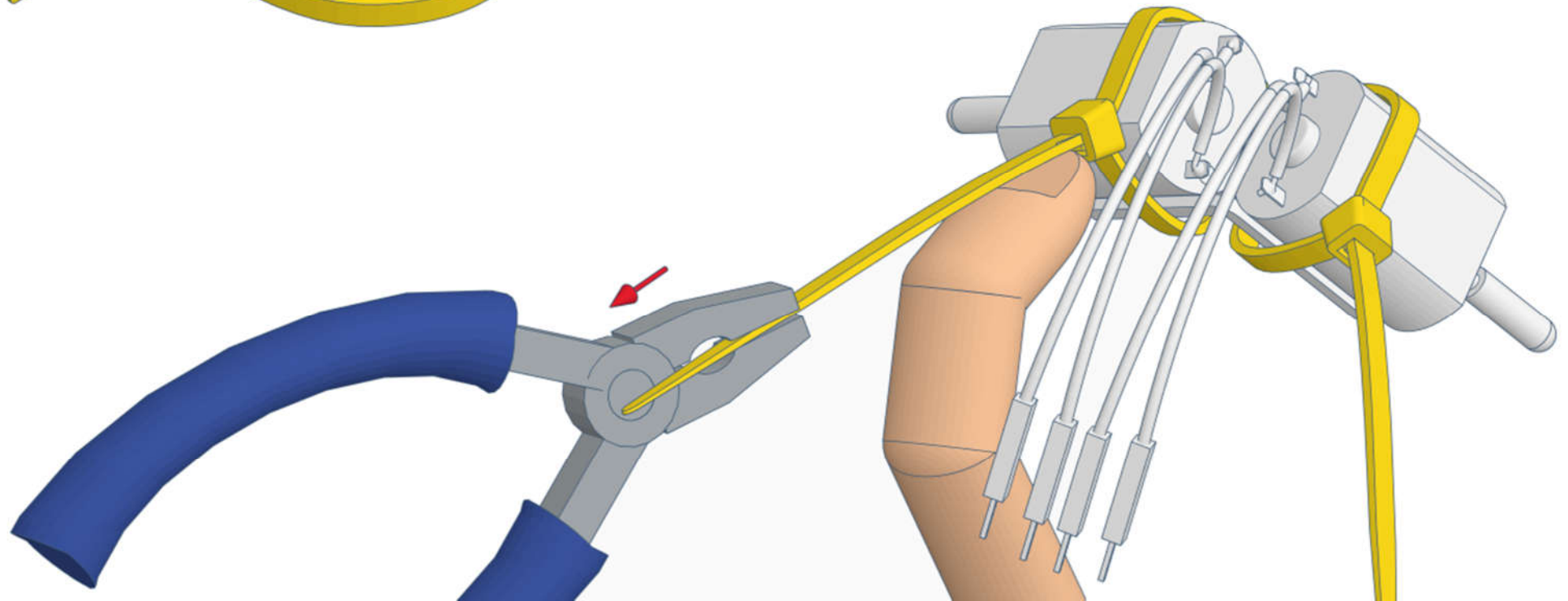
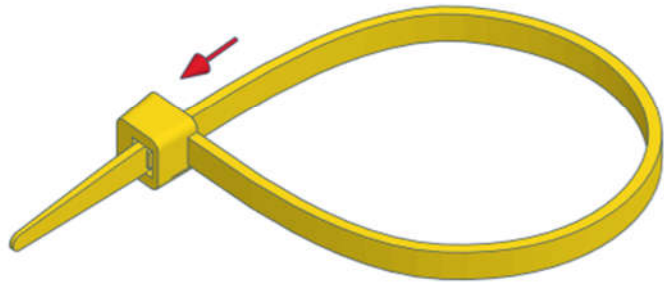




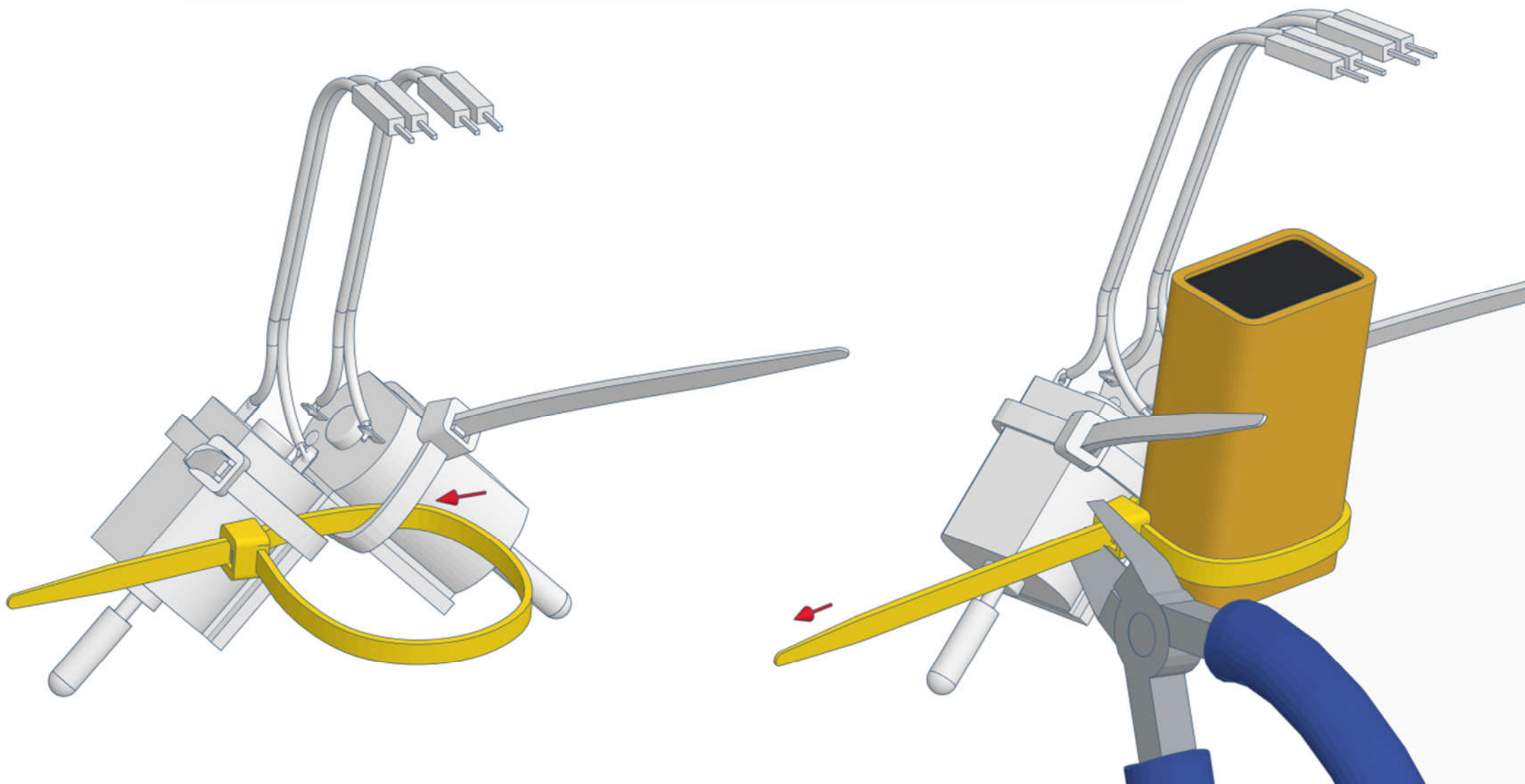
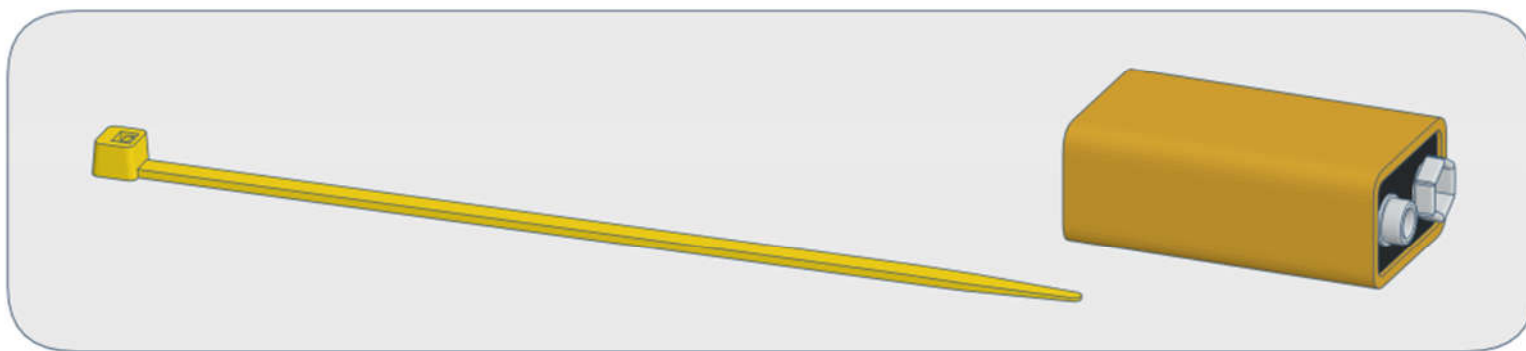
2)



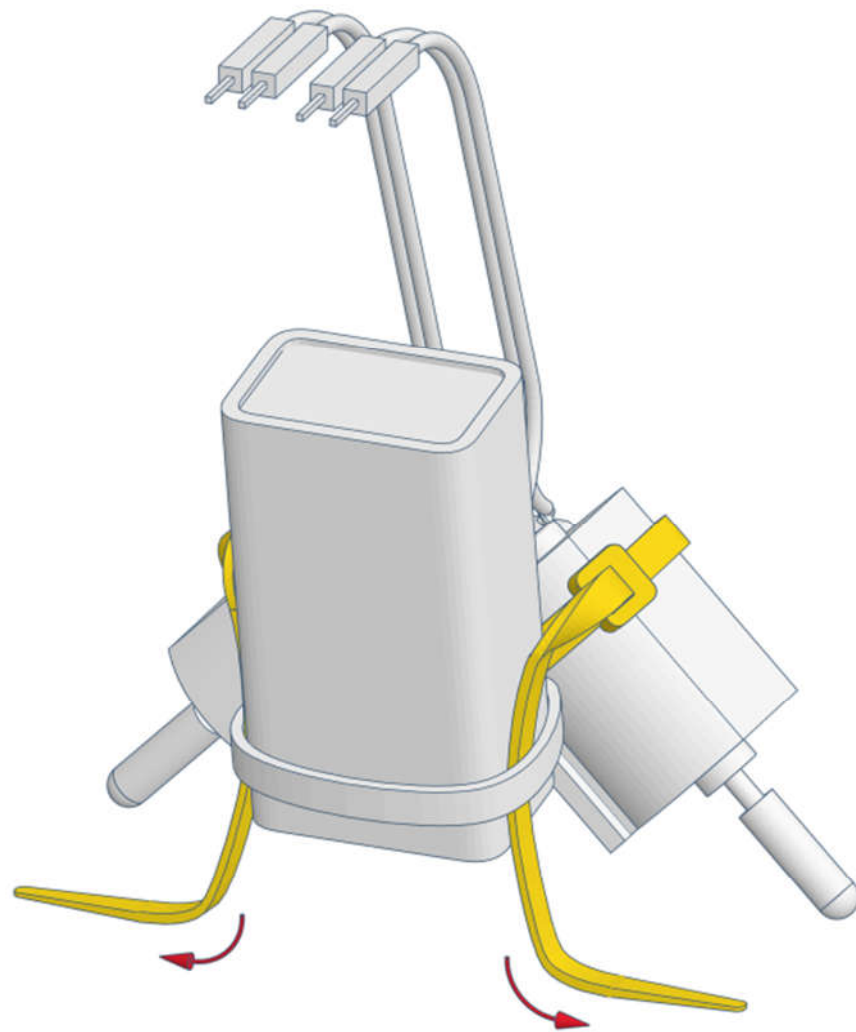
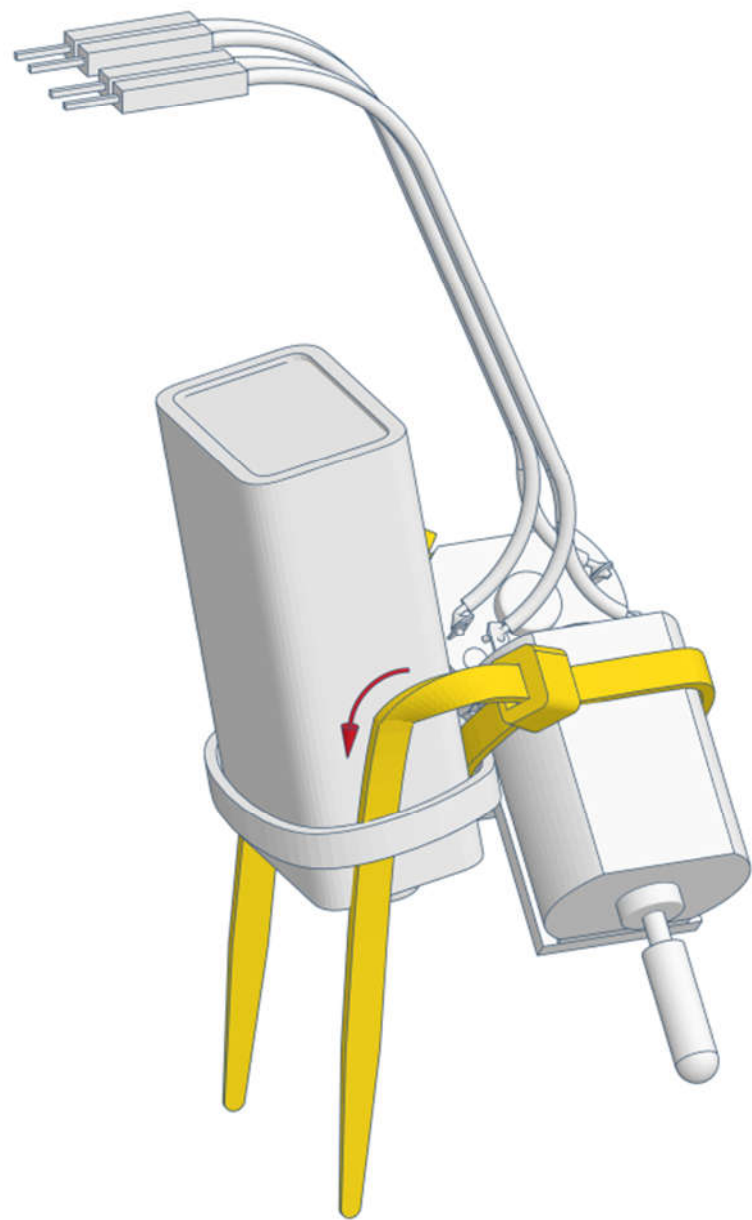
1 x click



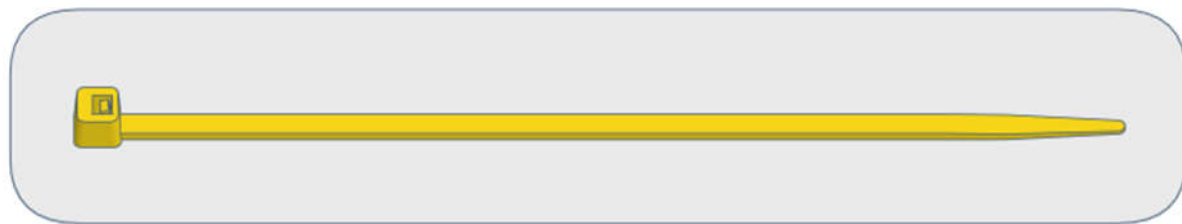
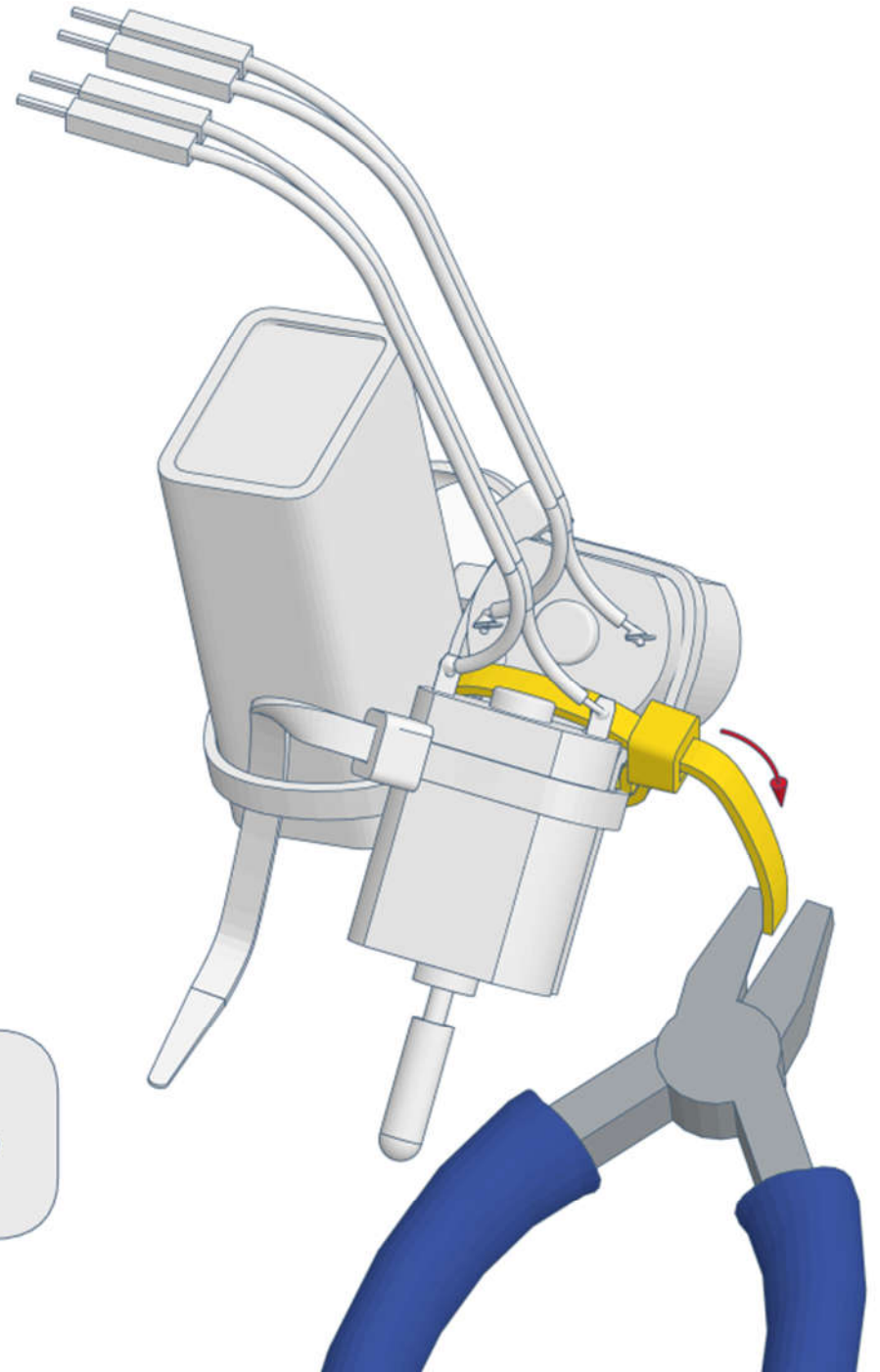
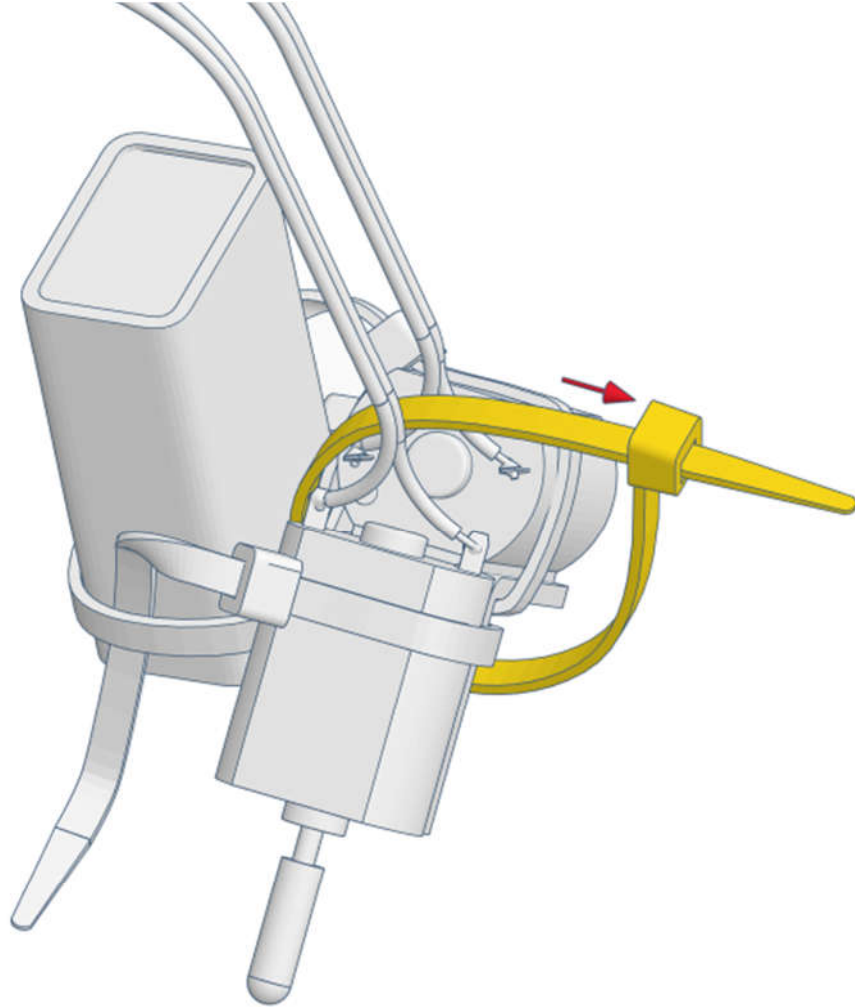
3)



4)

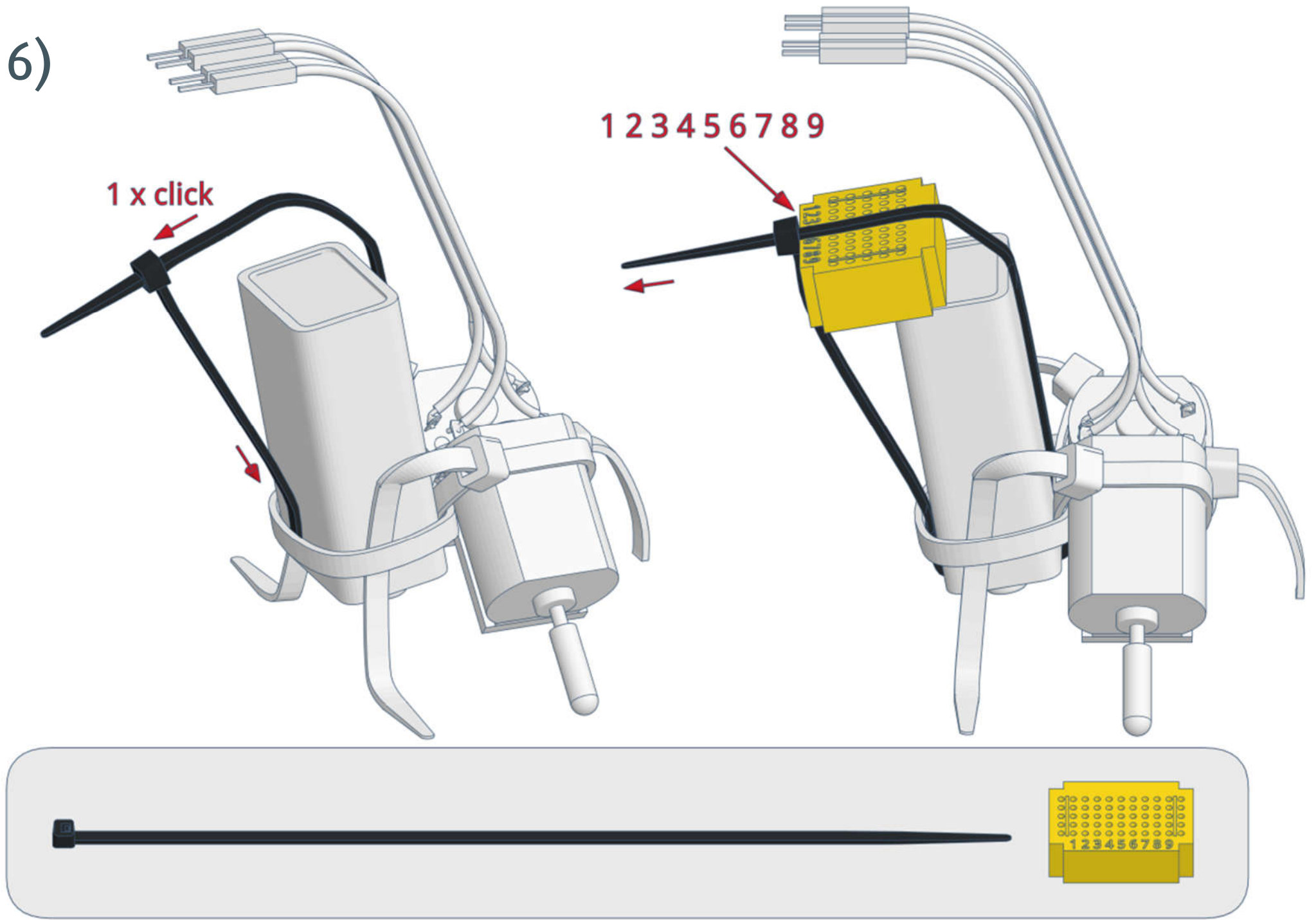


5)

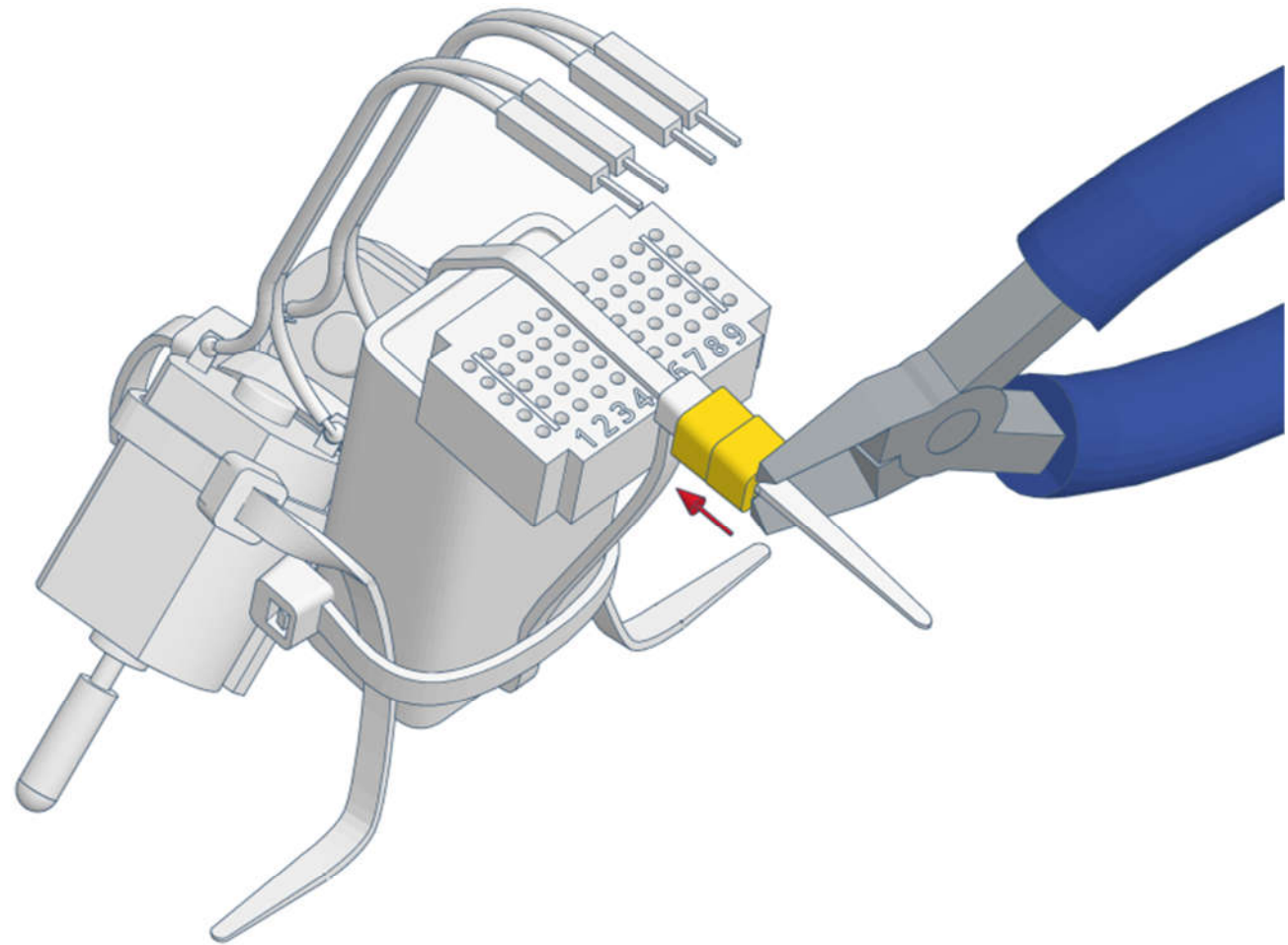
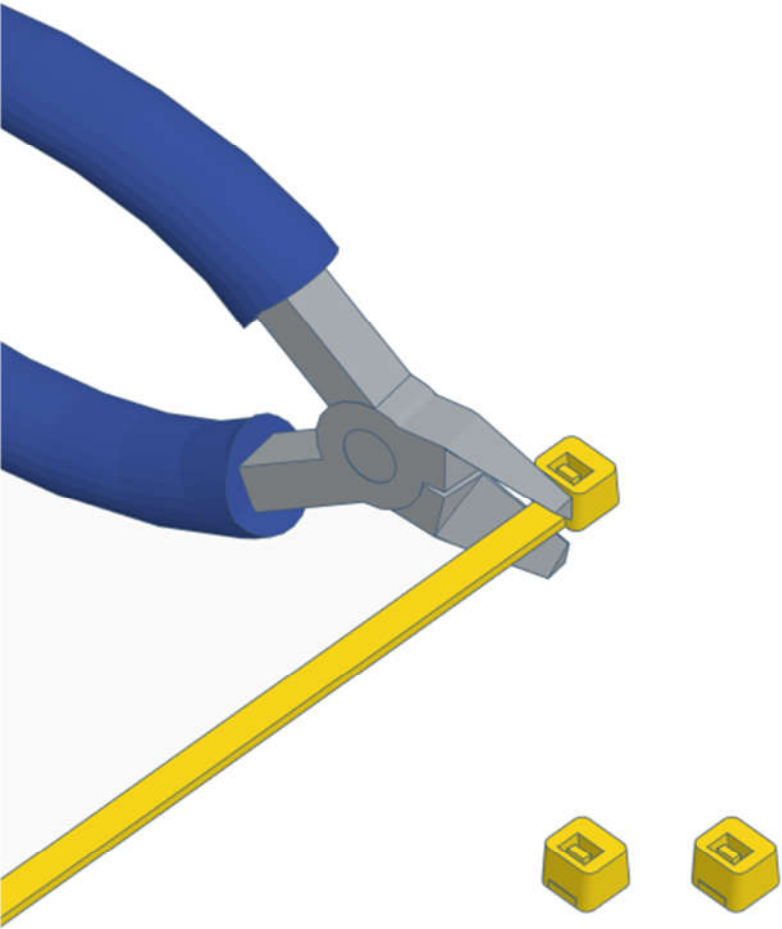




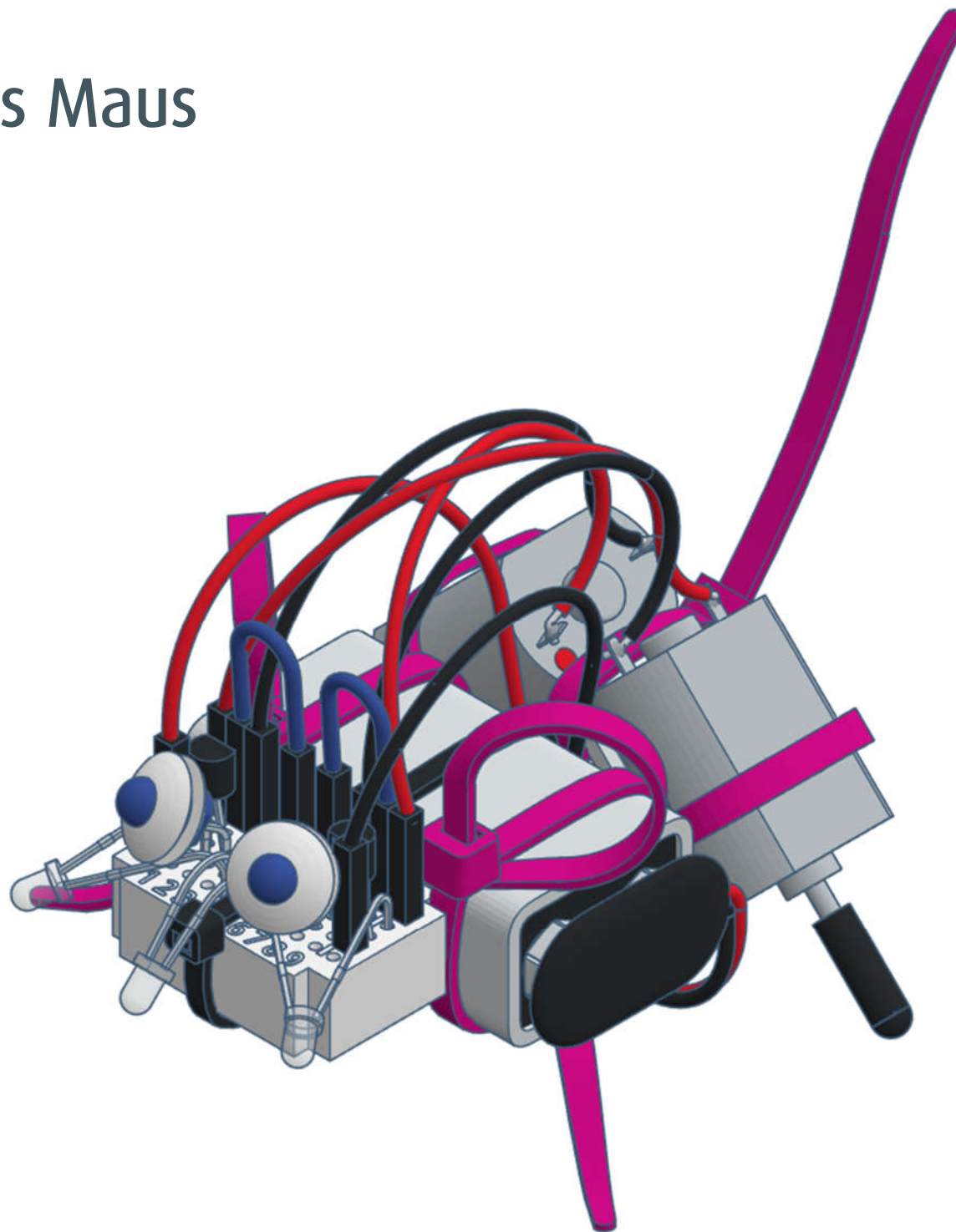
6)



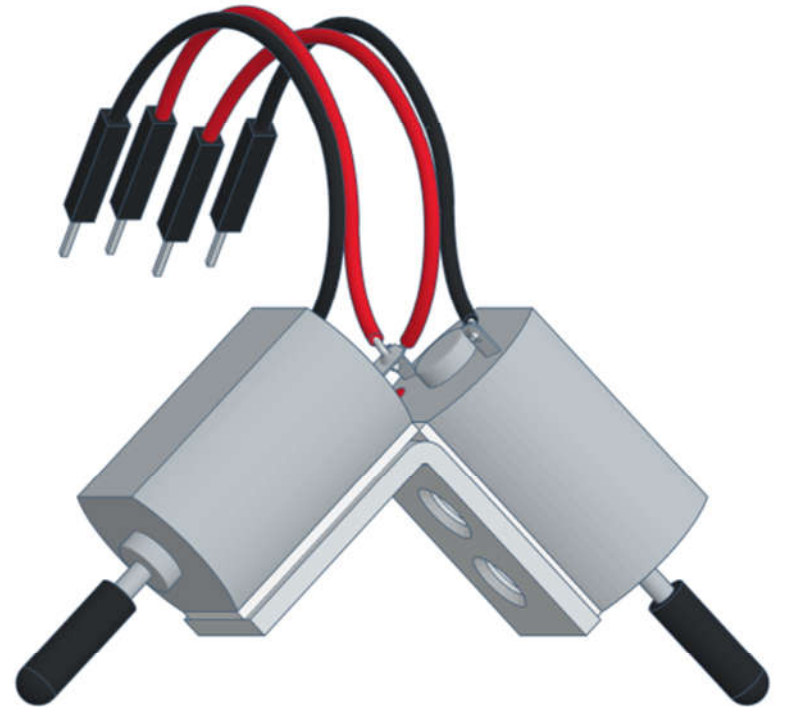
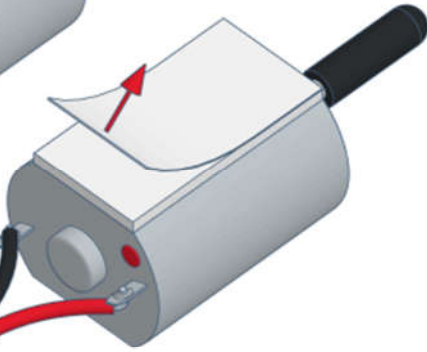
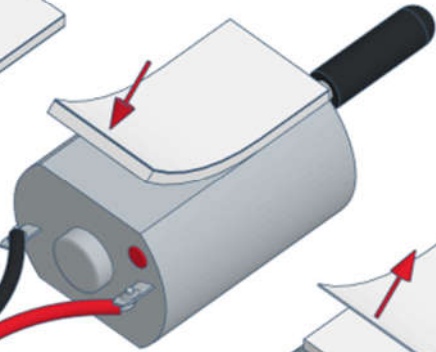
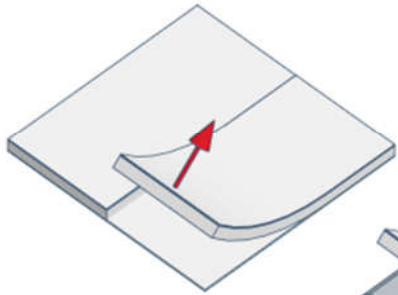
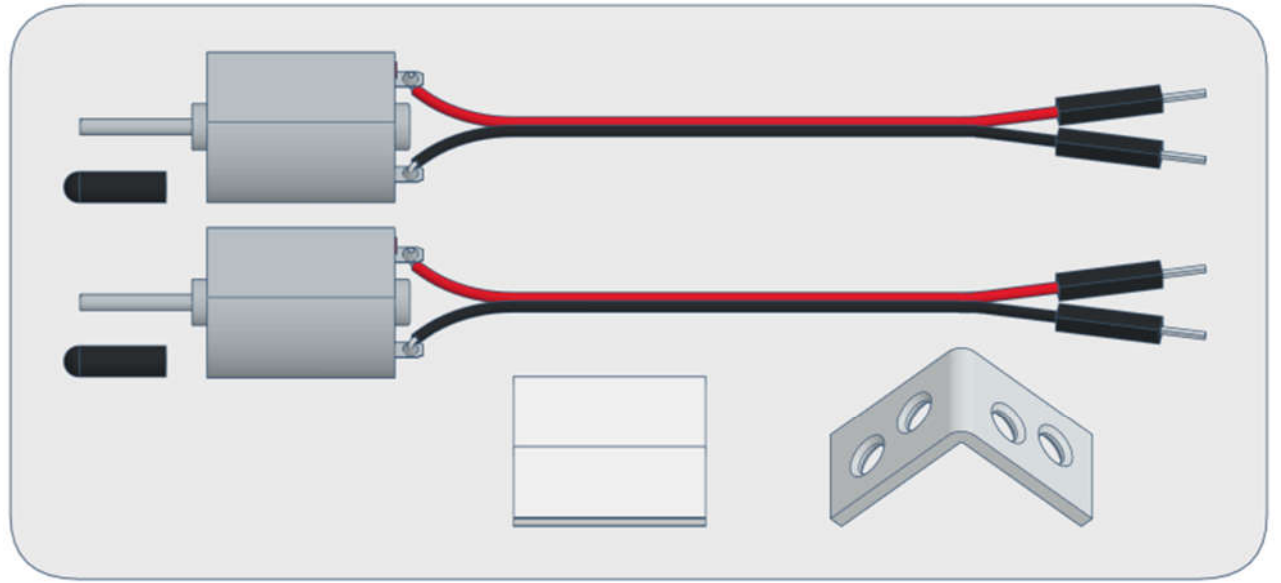
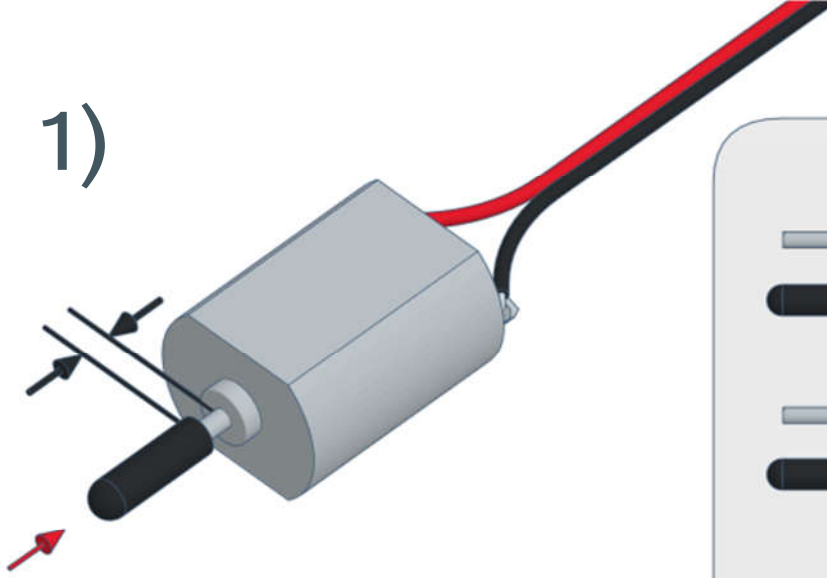
7)



varikabi als Maus

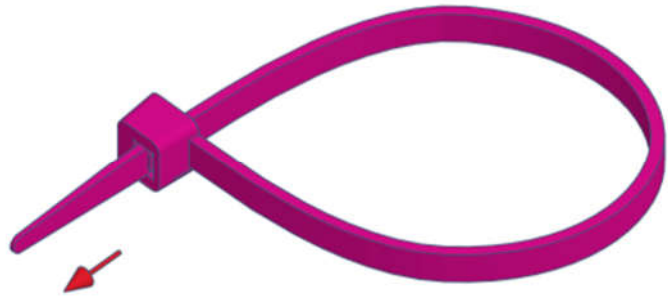


1)

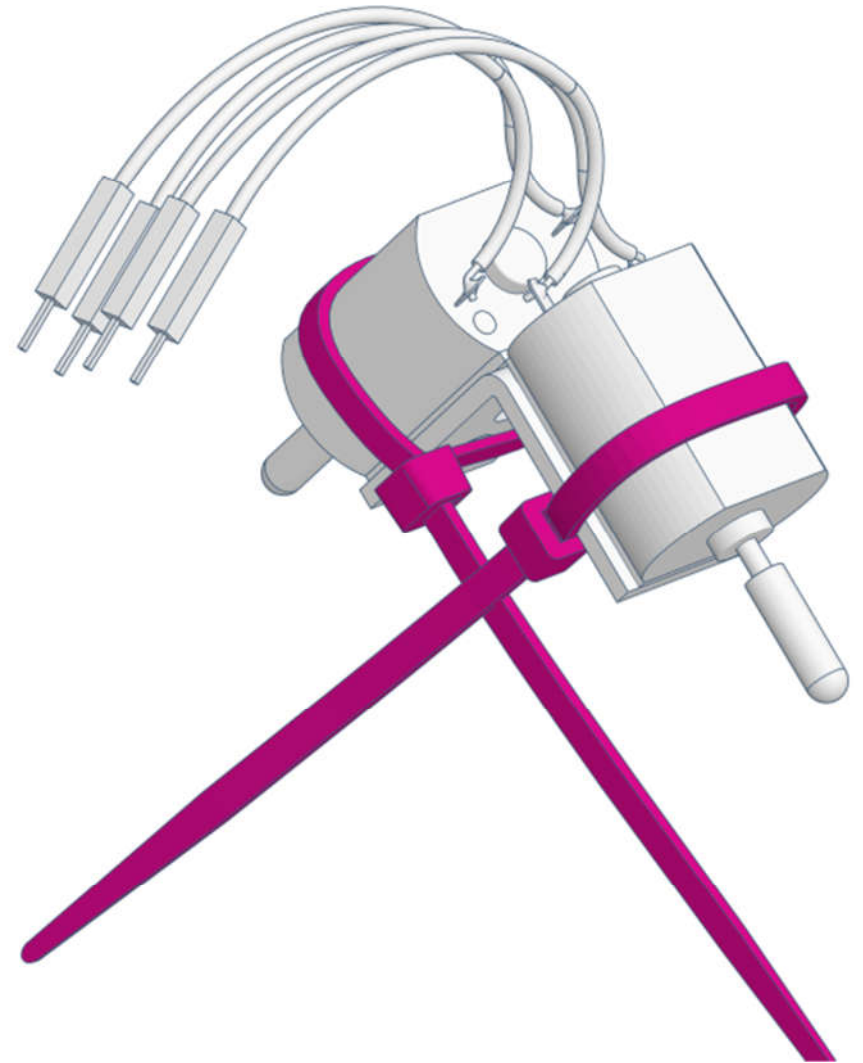
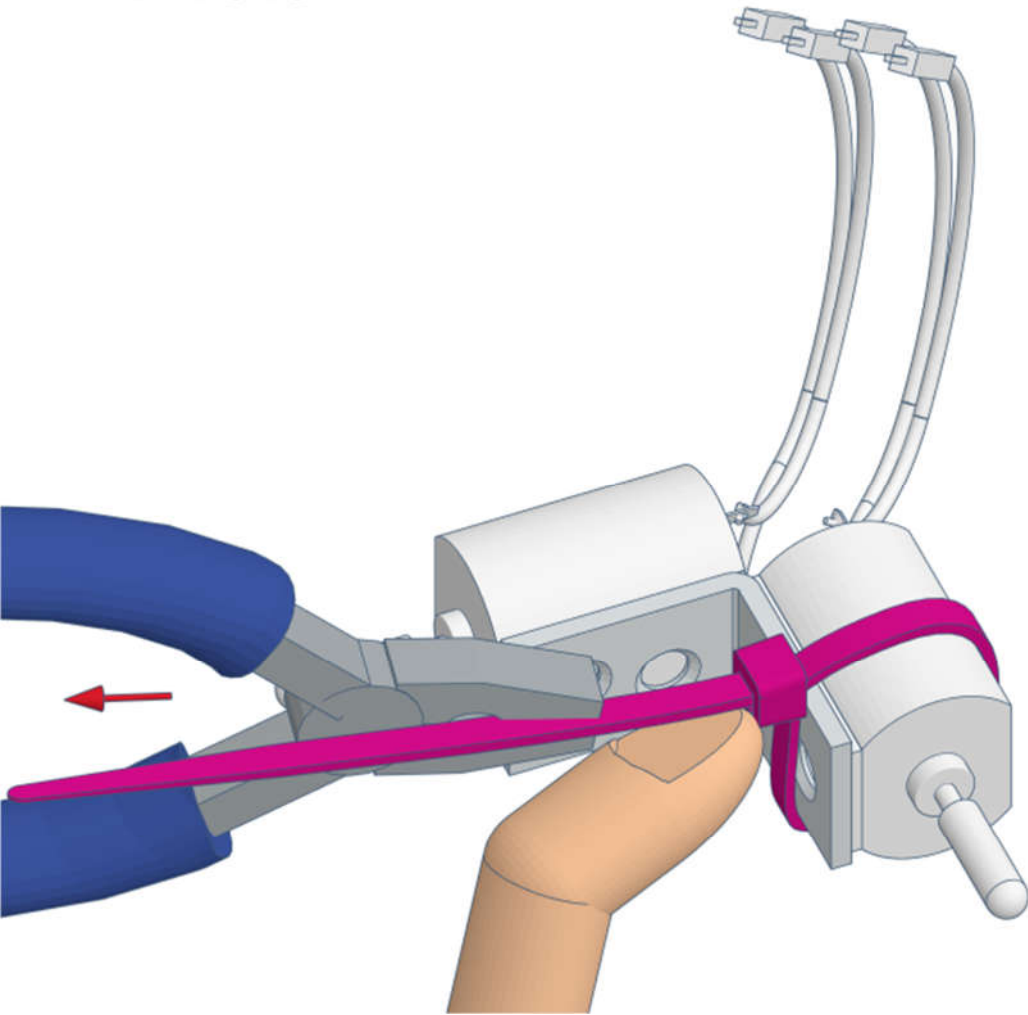
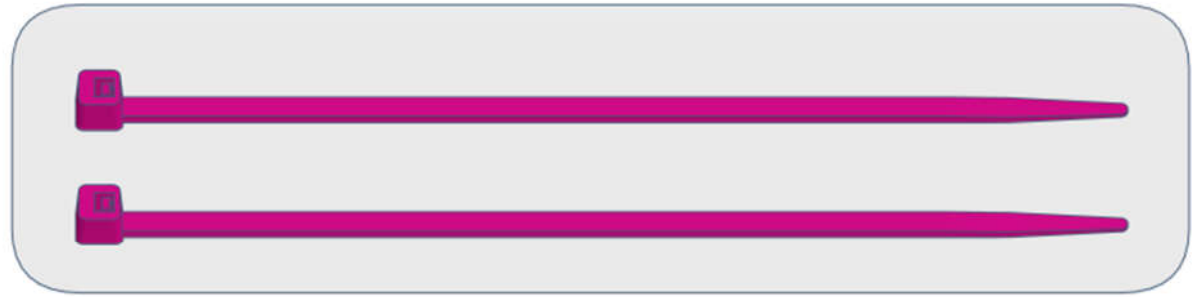




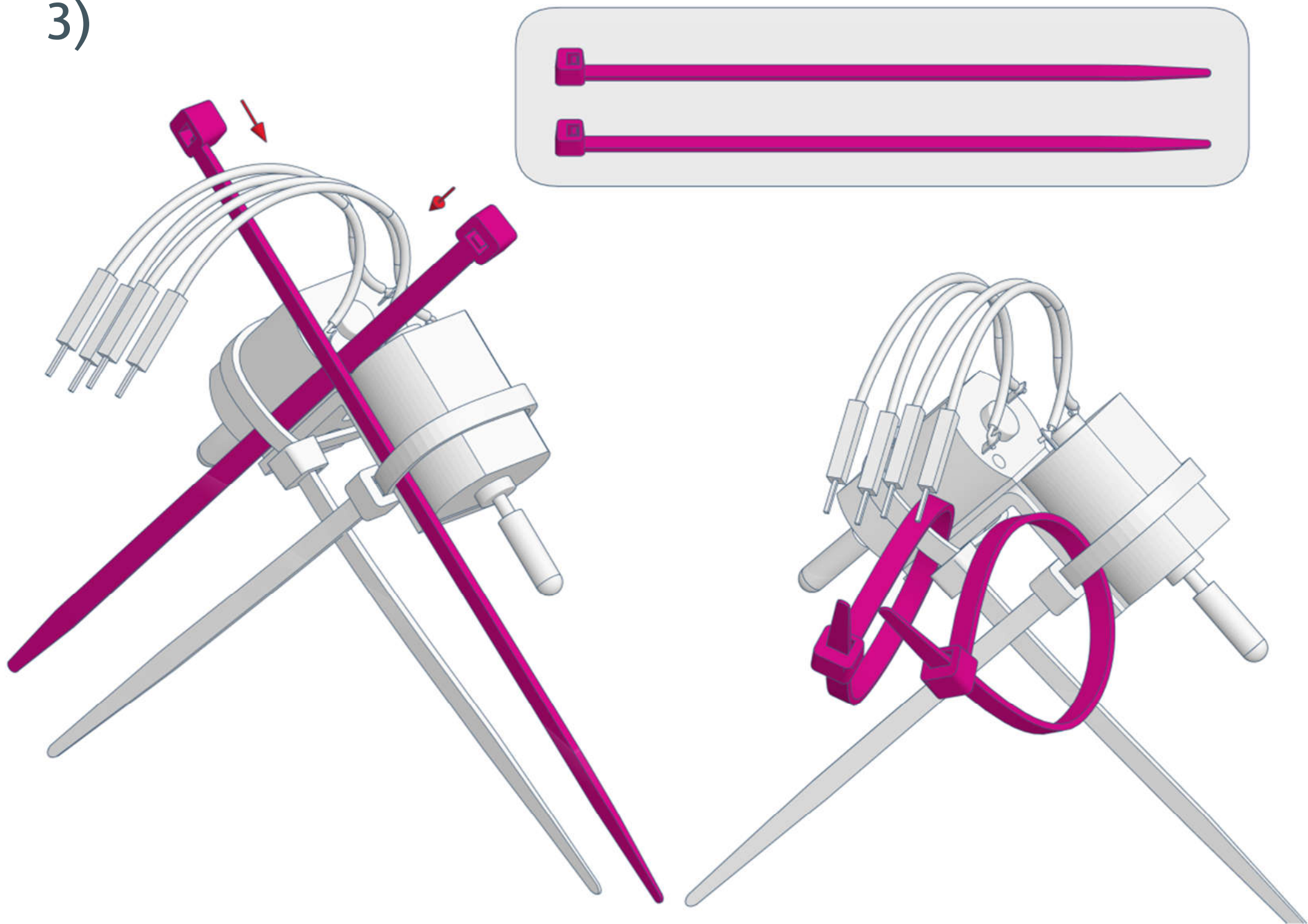
2)



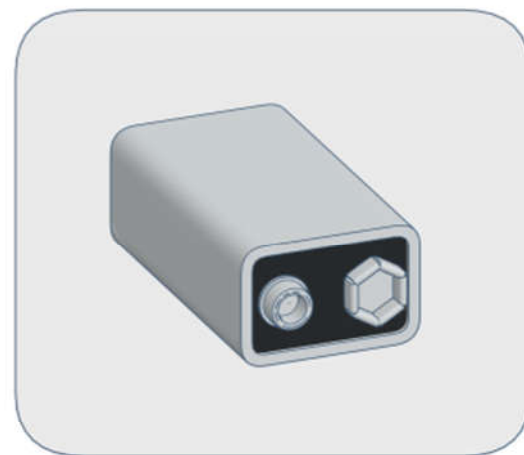
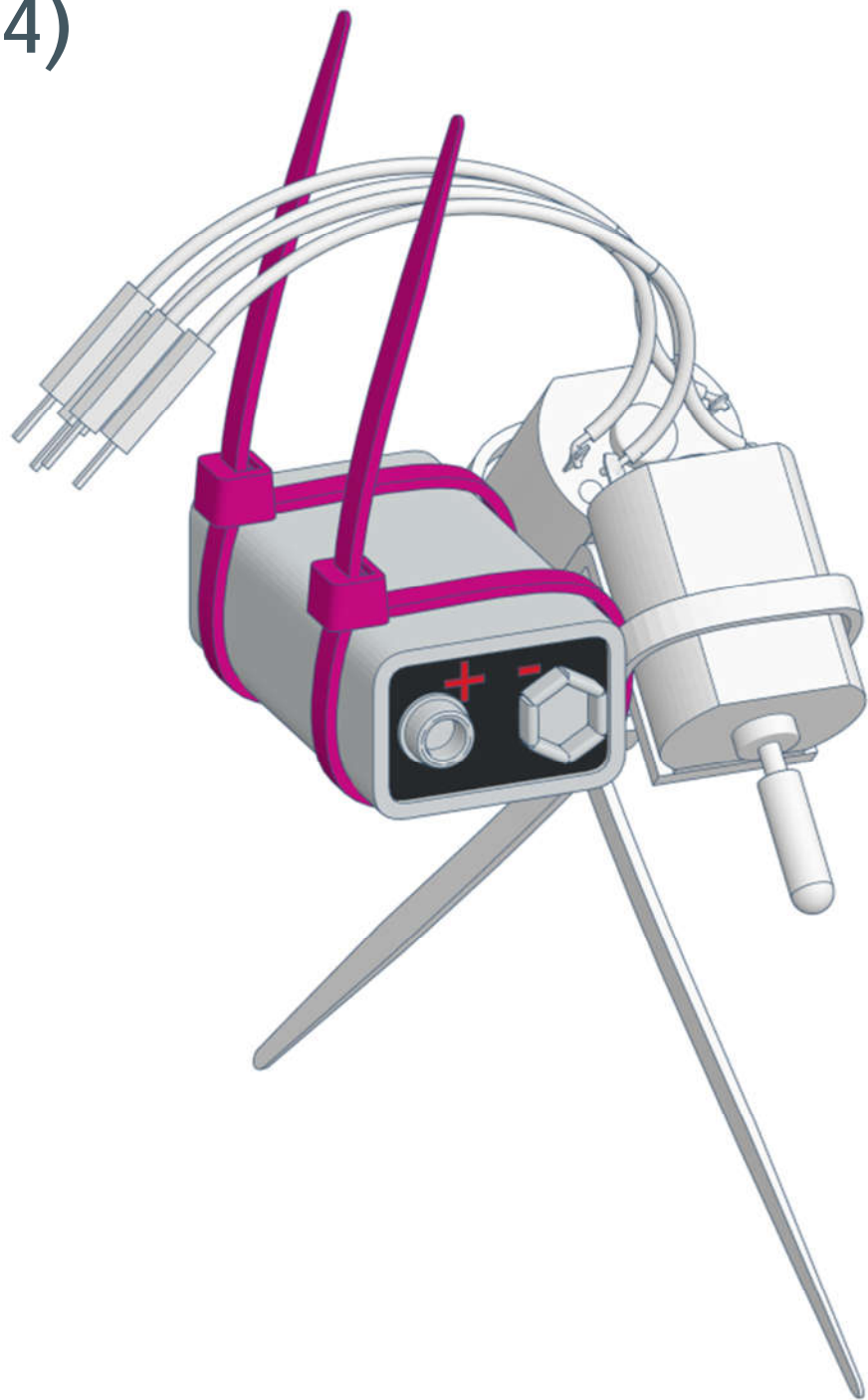
1 x click



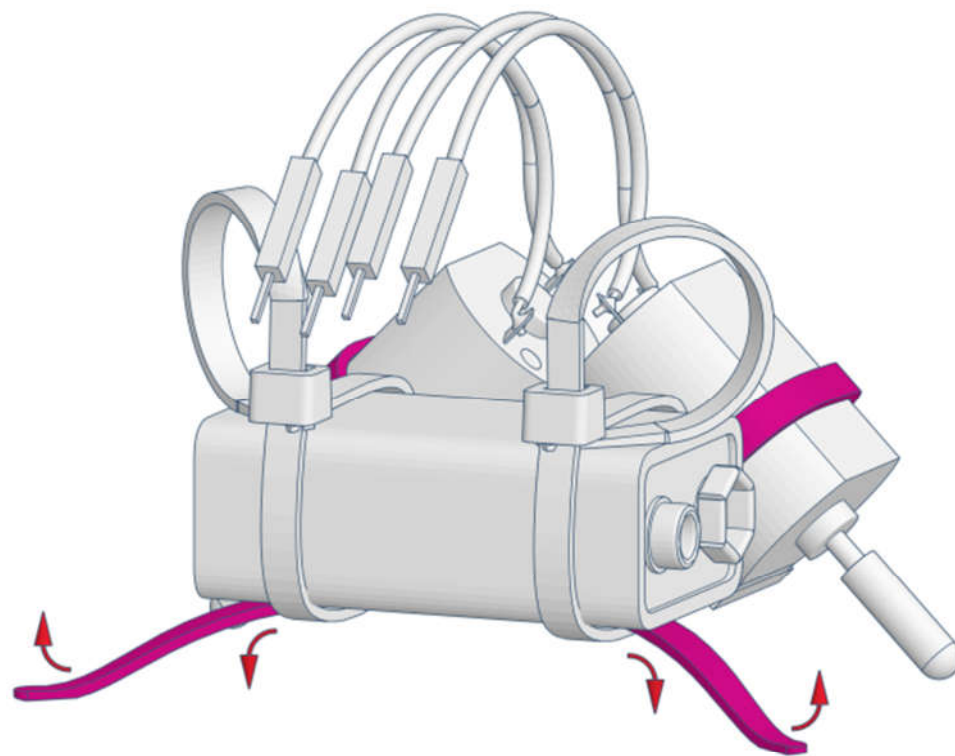
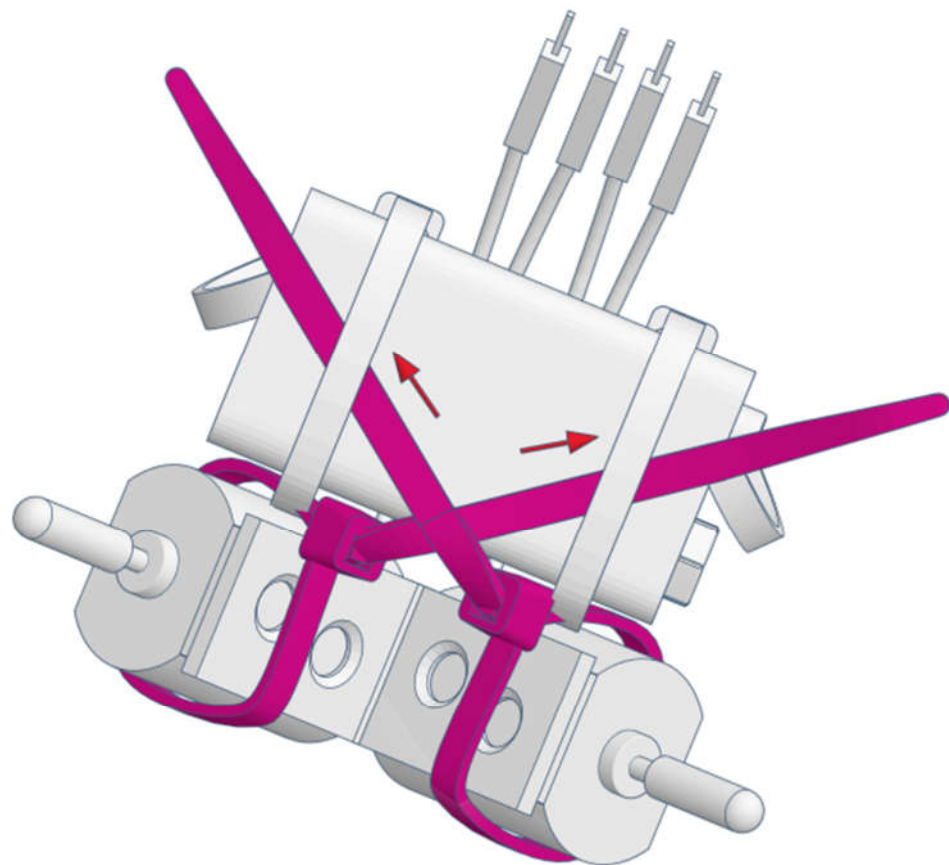
3)



4)

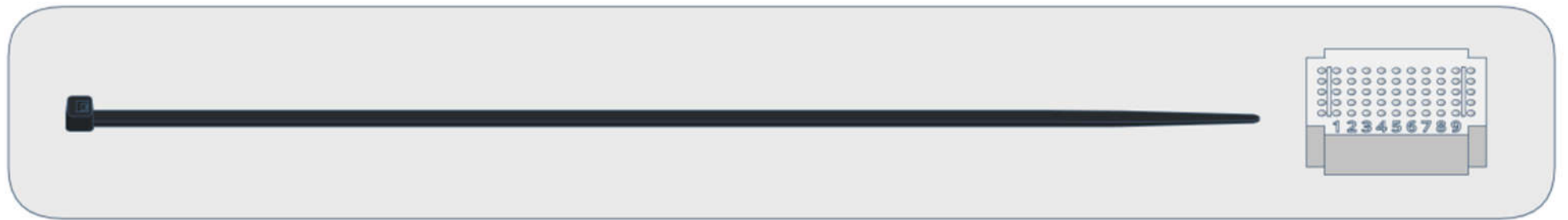
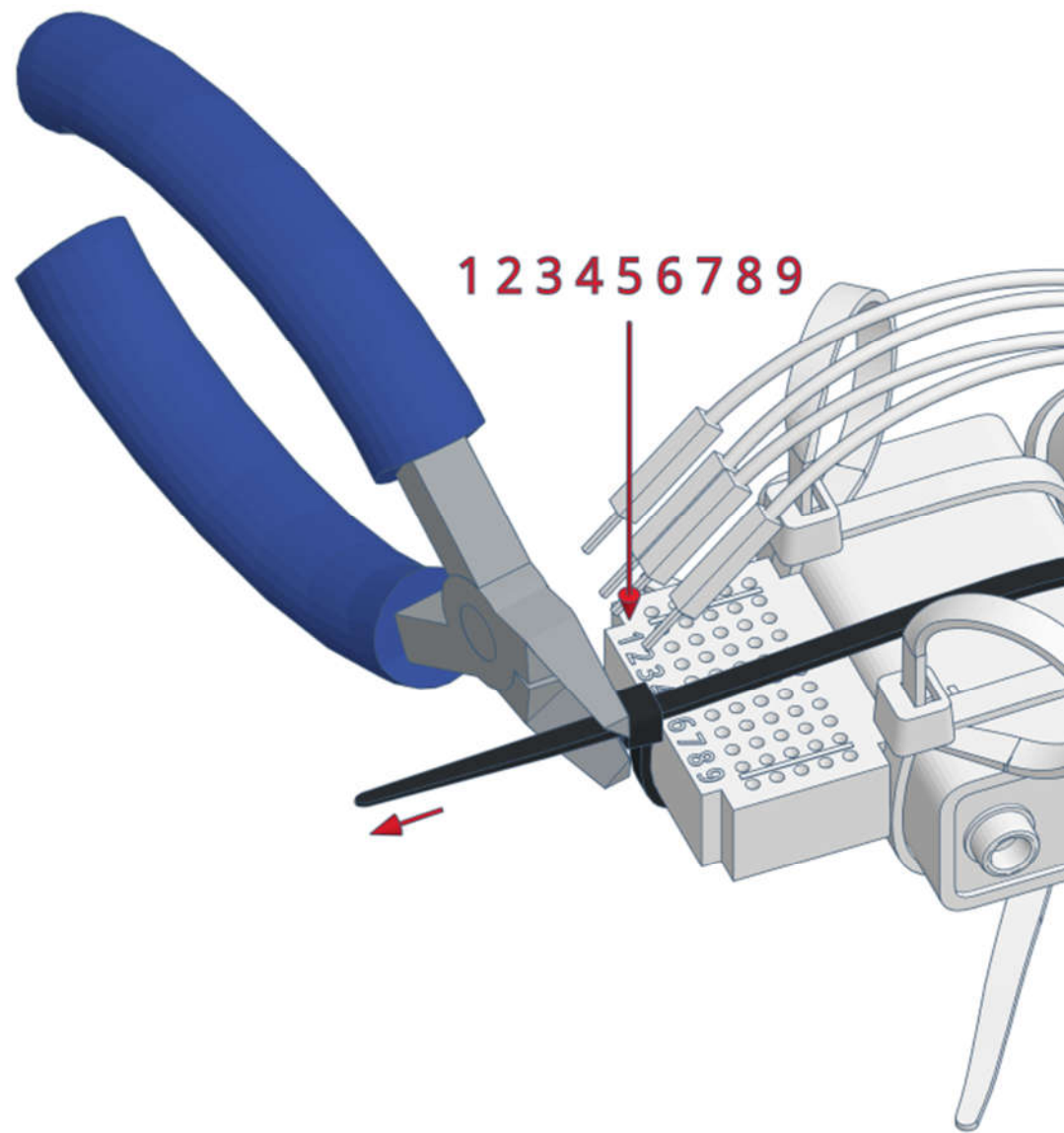
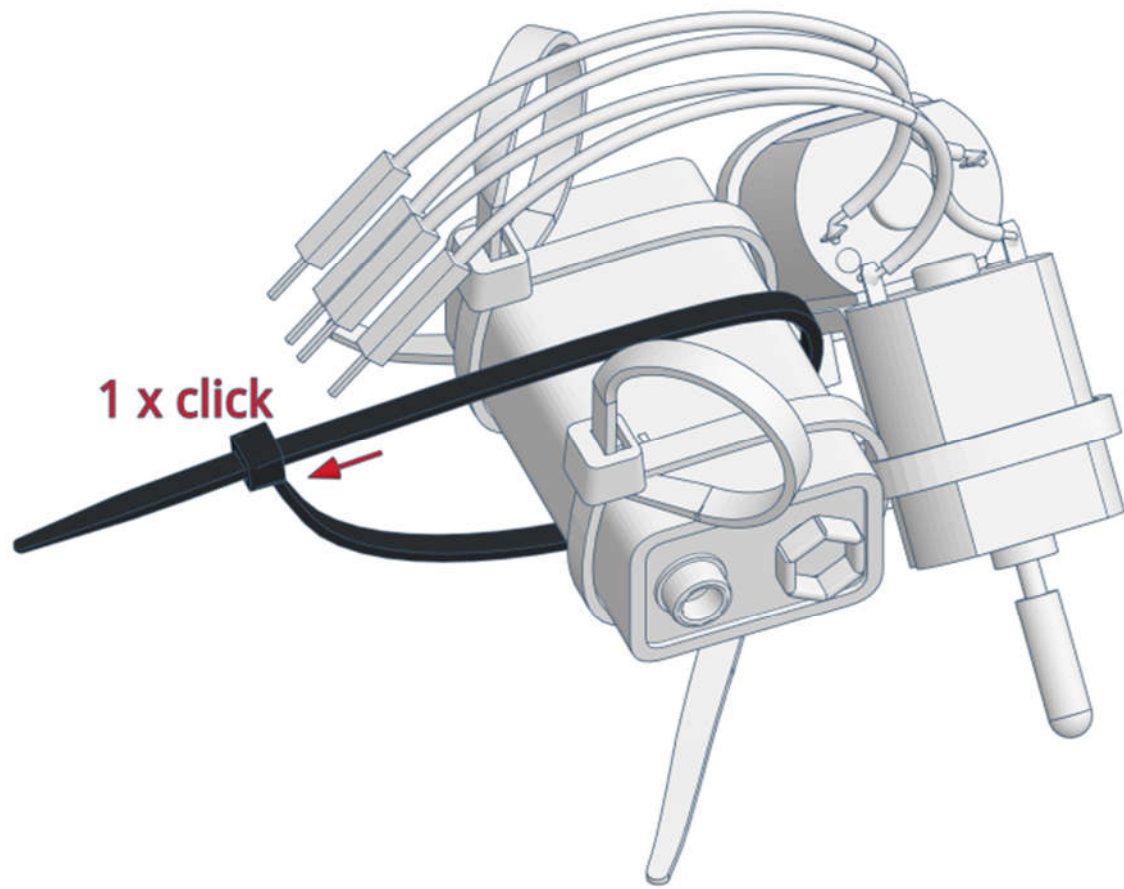


5)

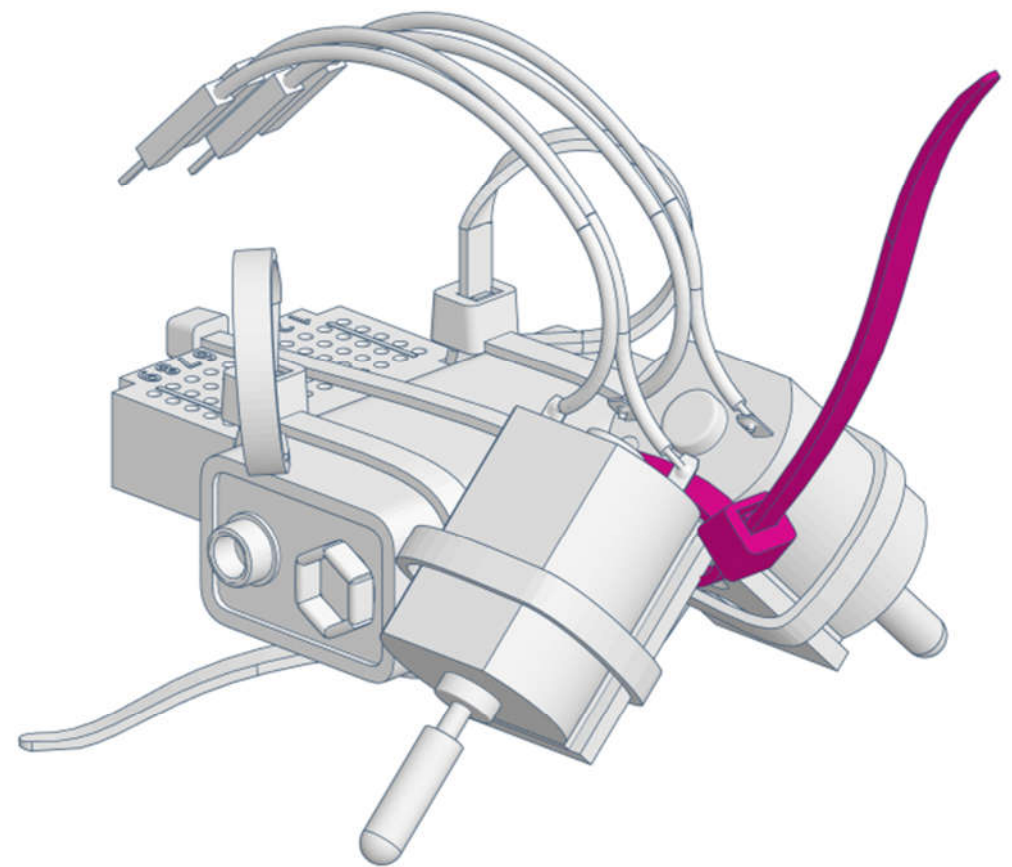
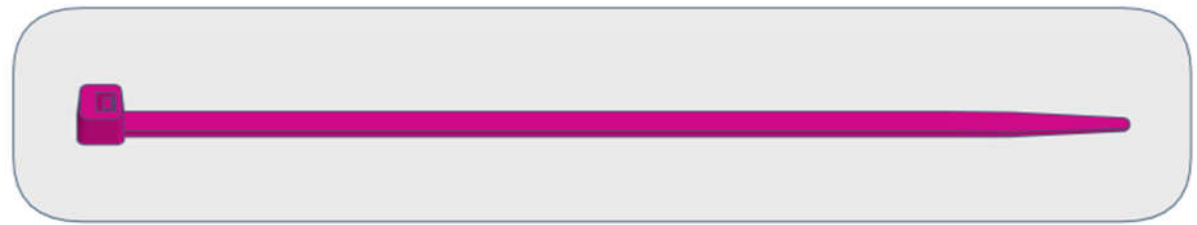
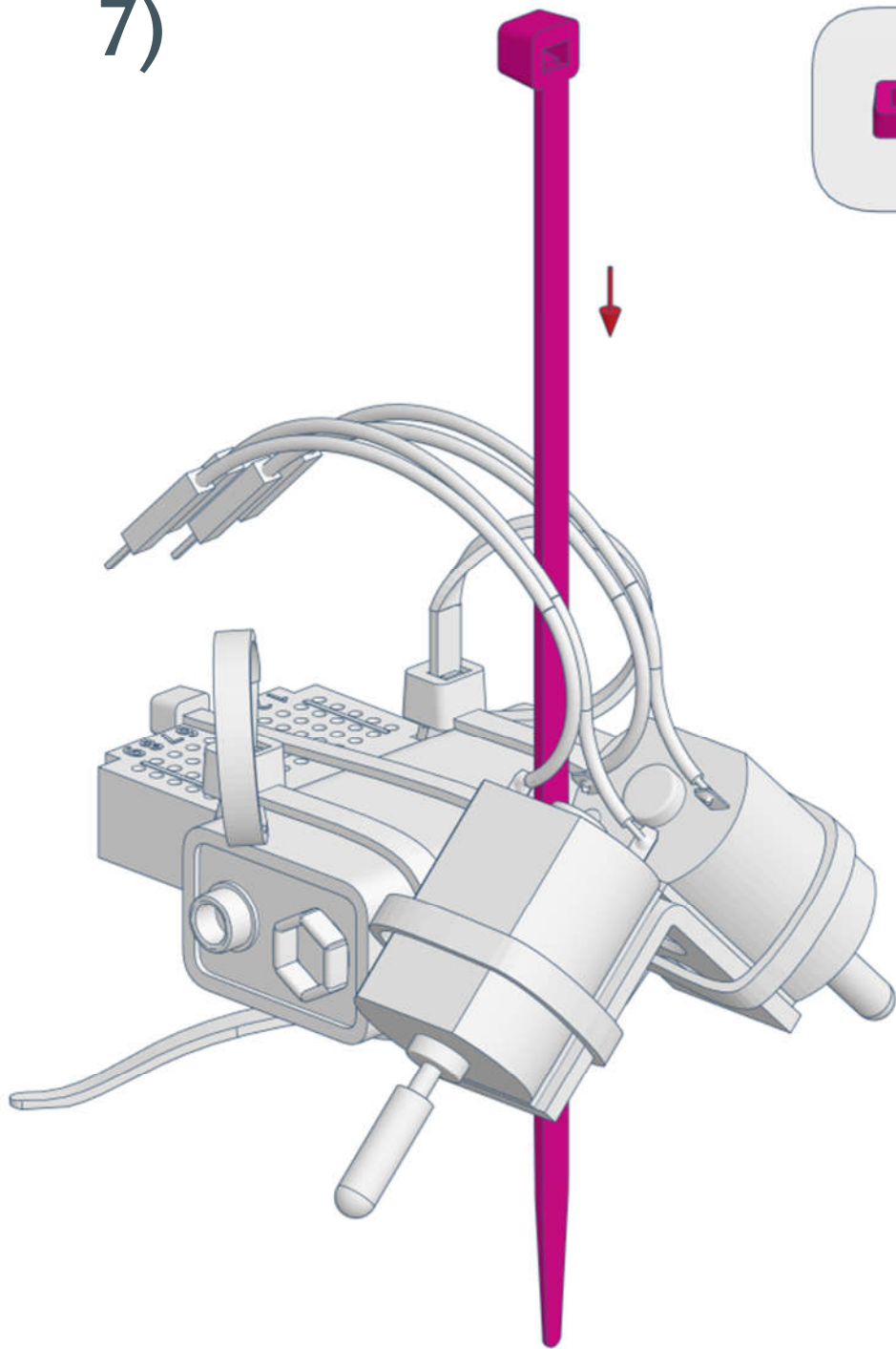




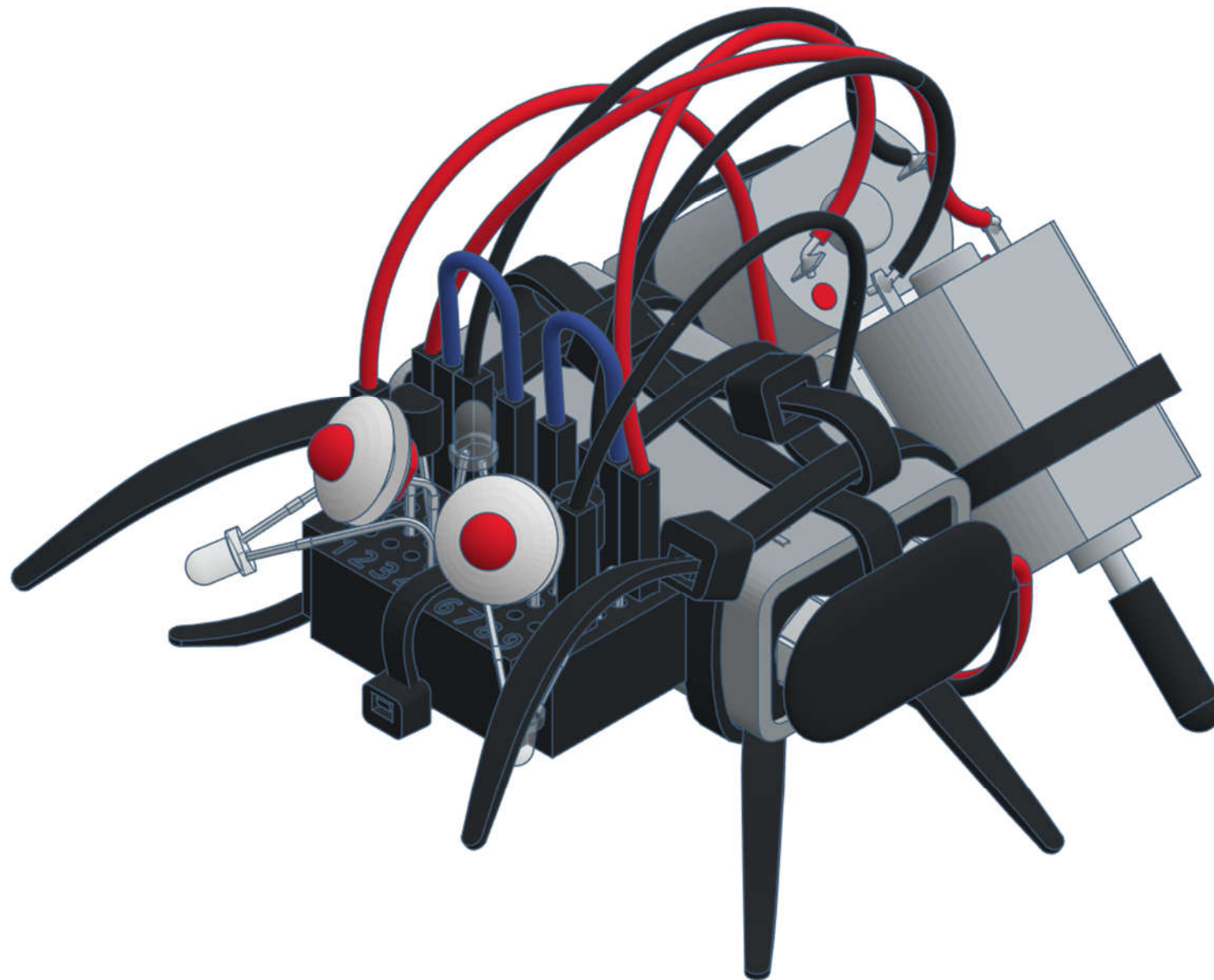
6)



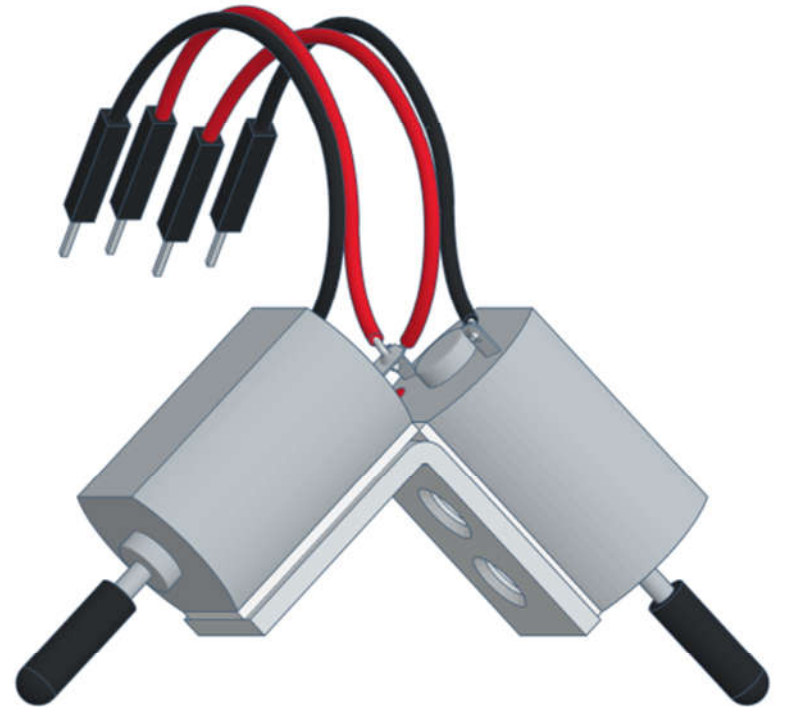
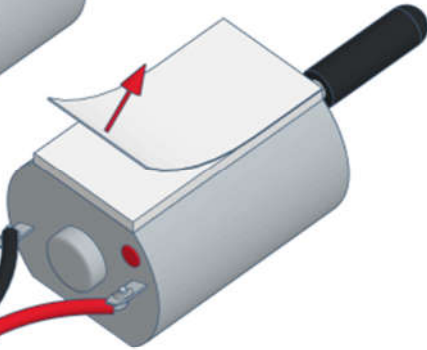
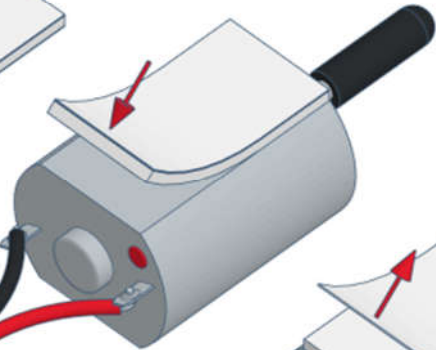
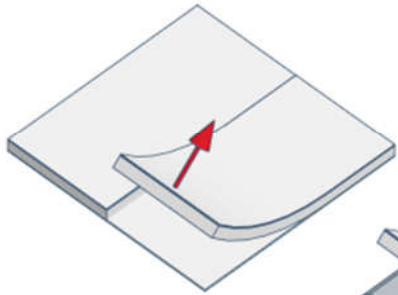
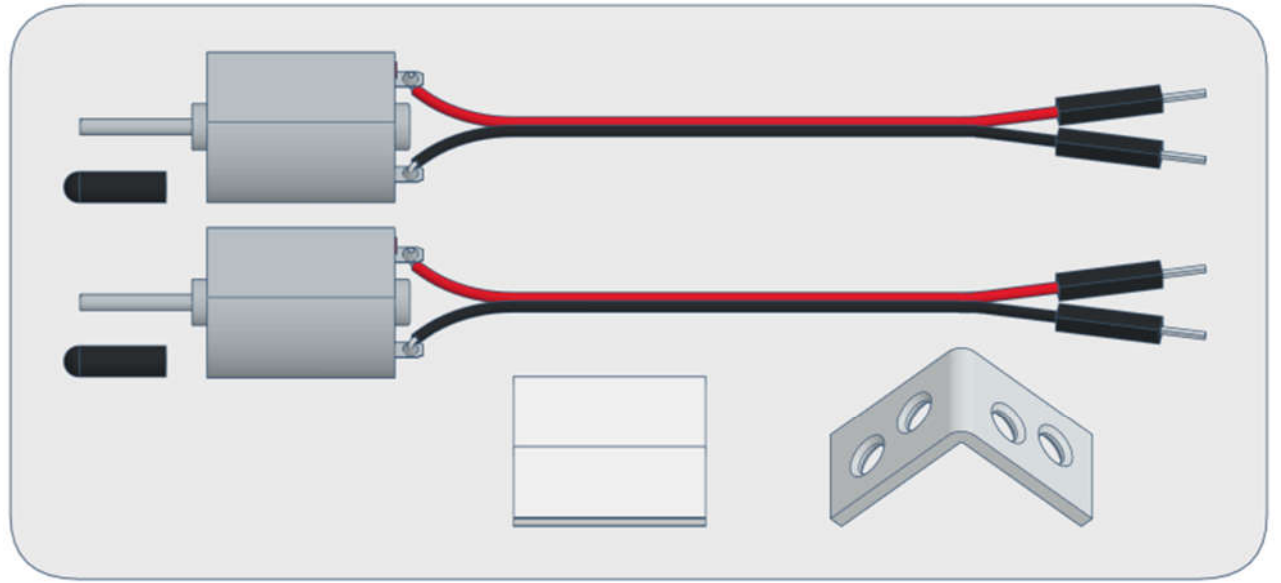
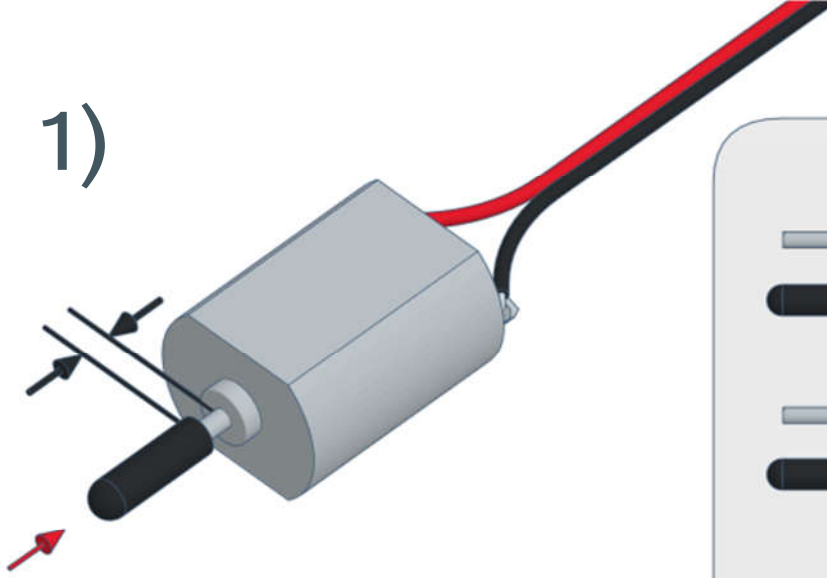
7)



# varikabi als Käfer



1)

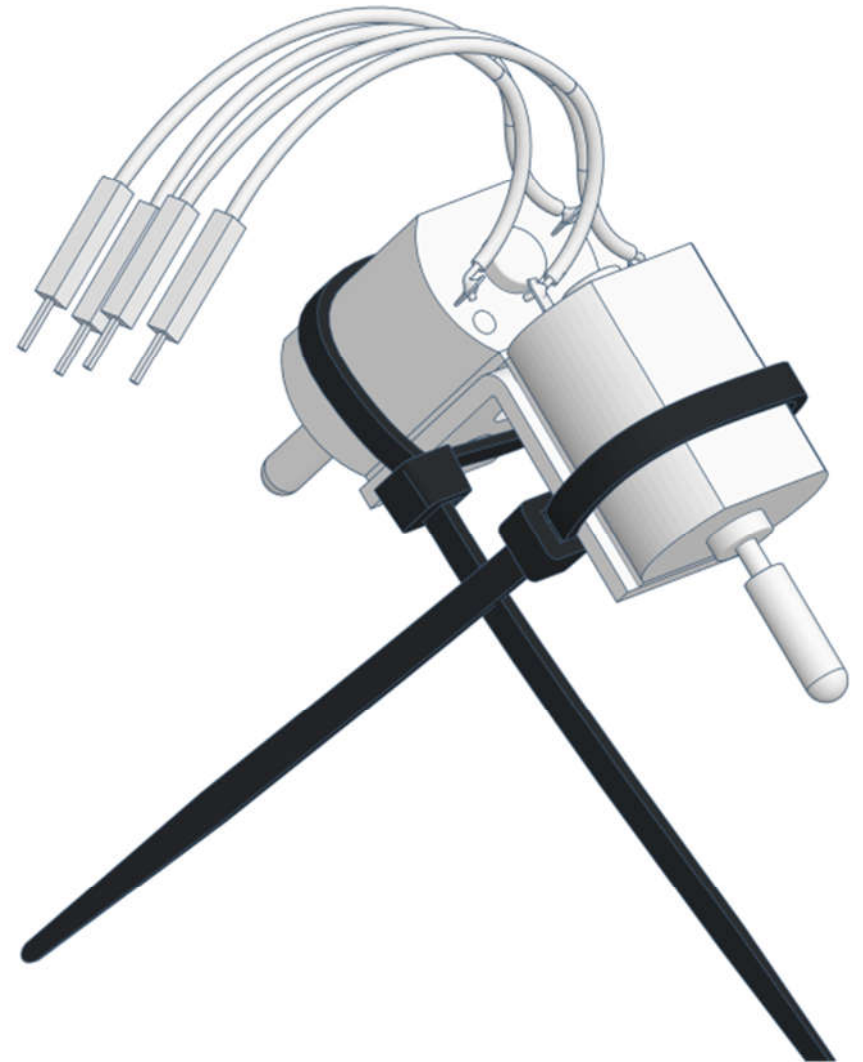
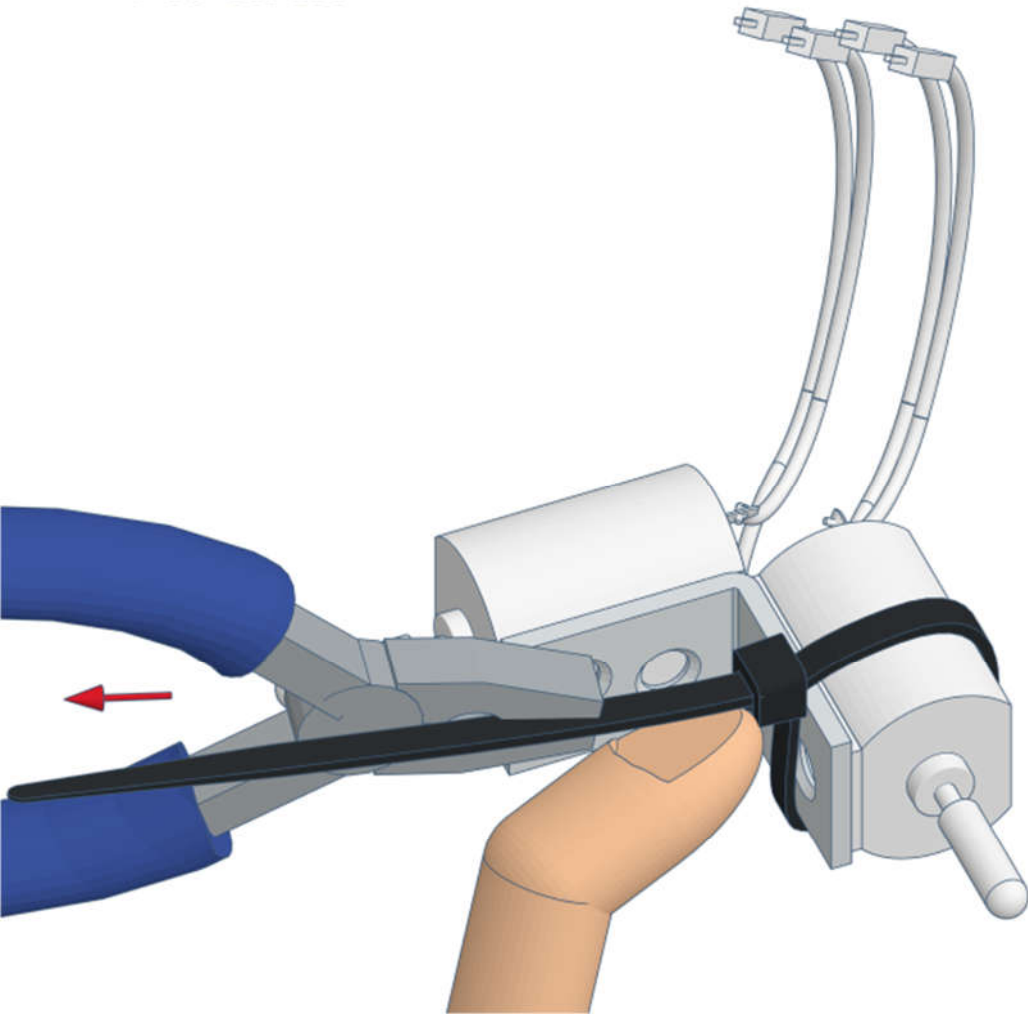




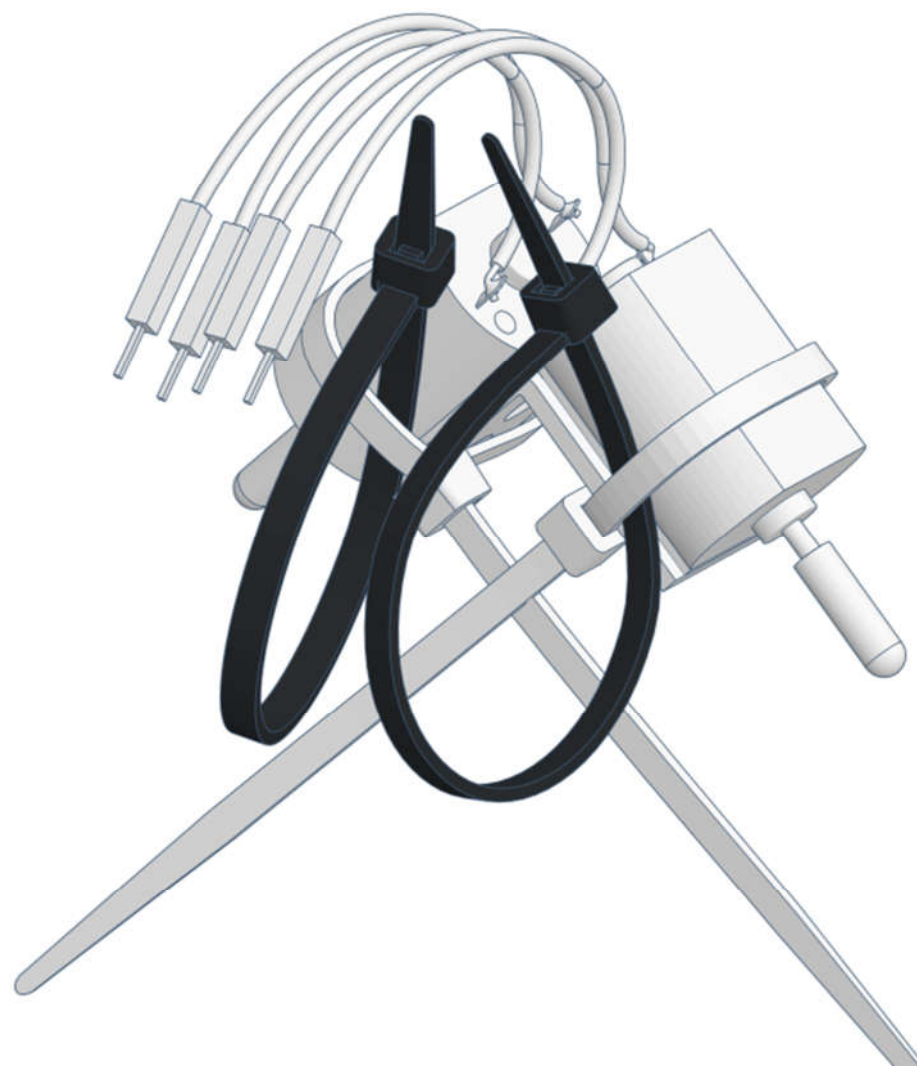
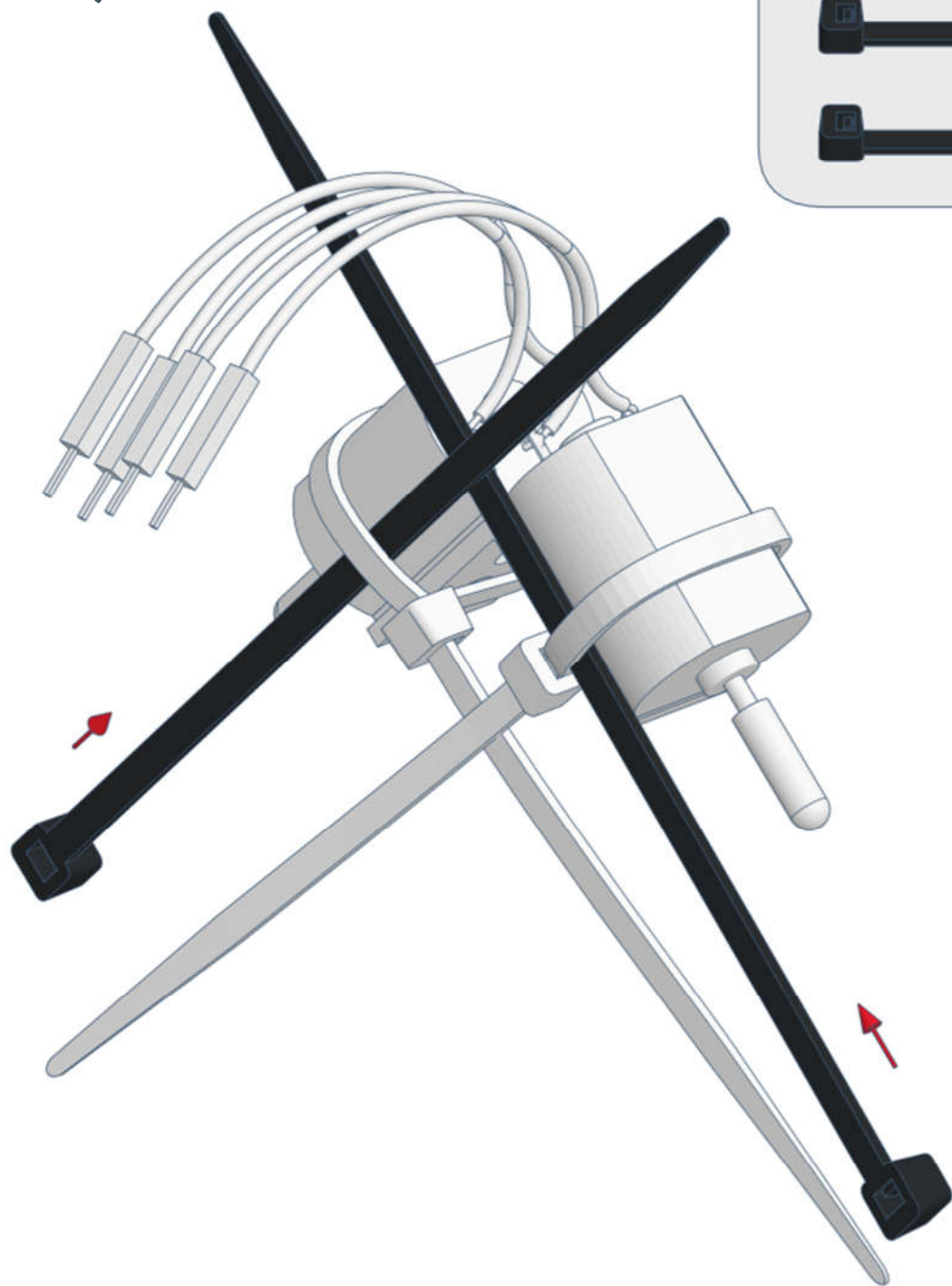
2)



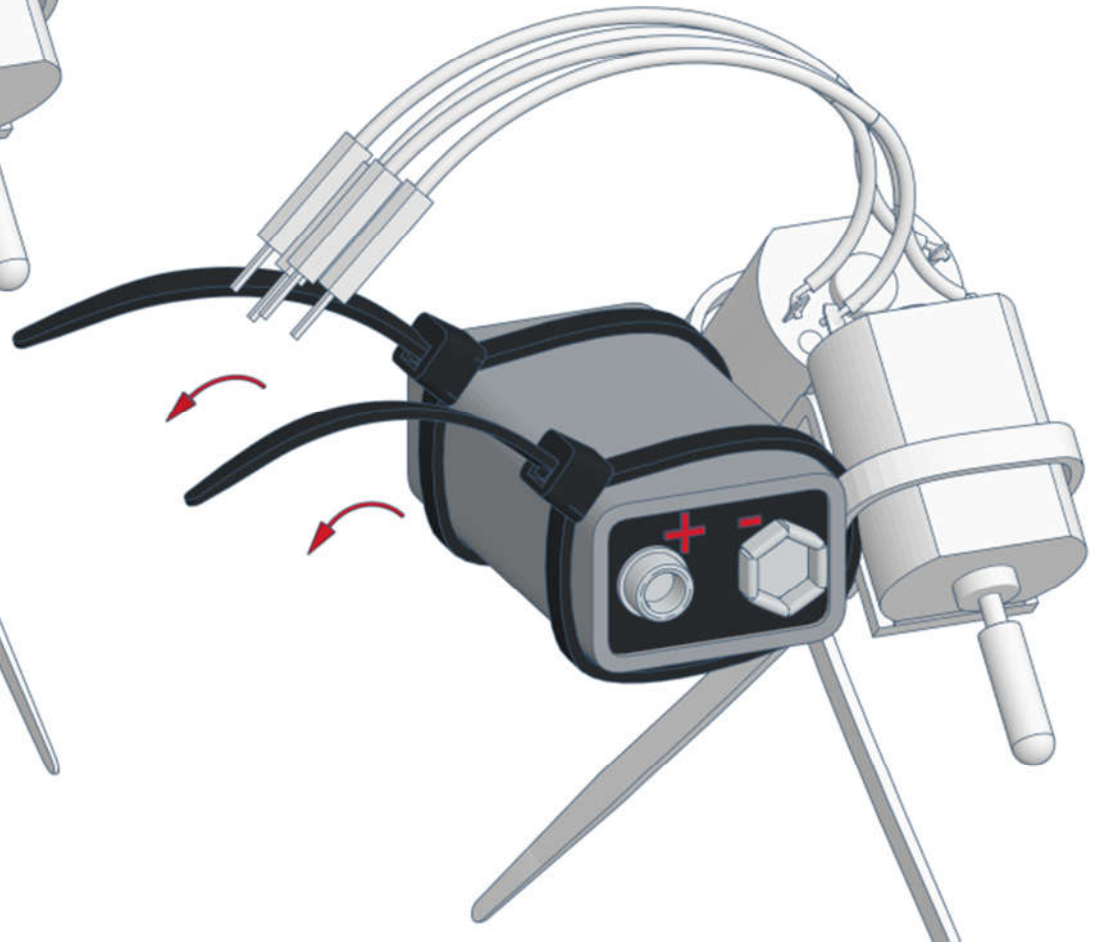
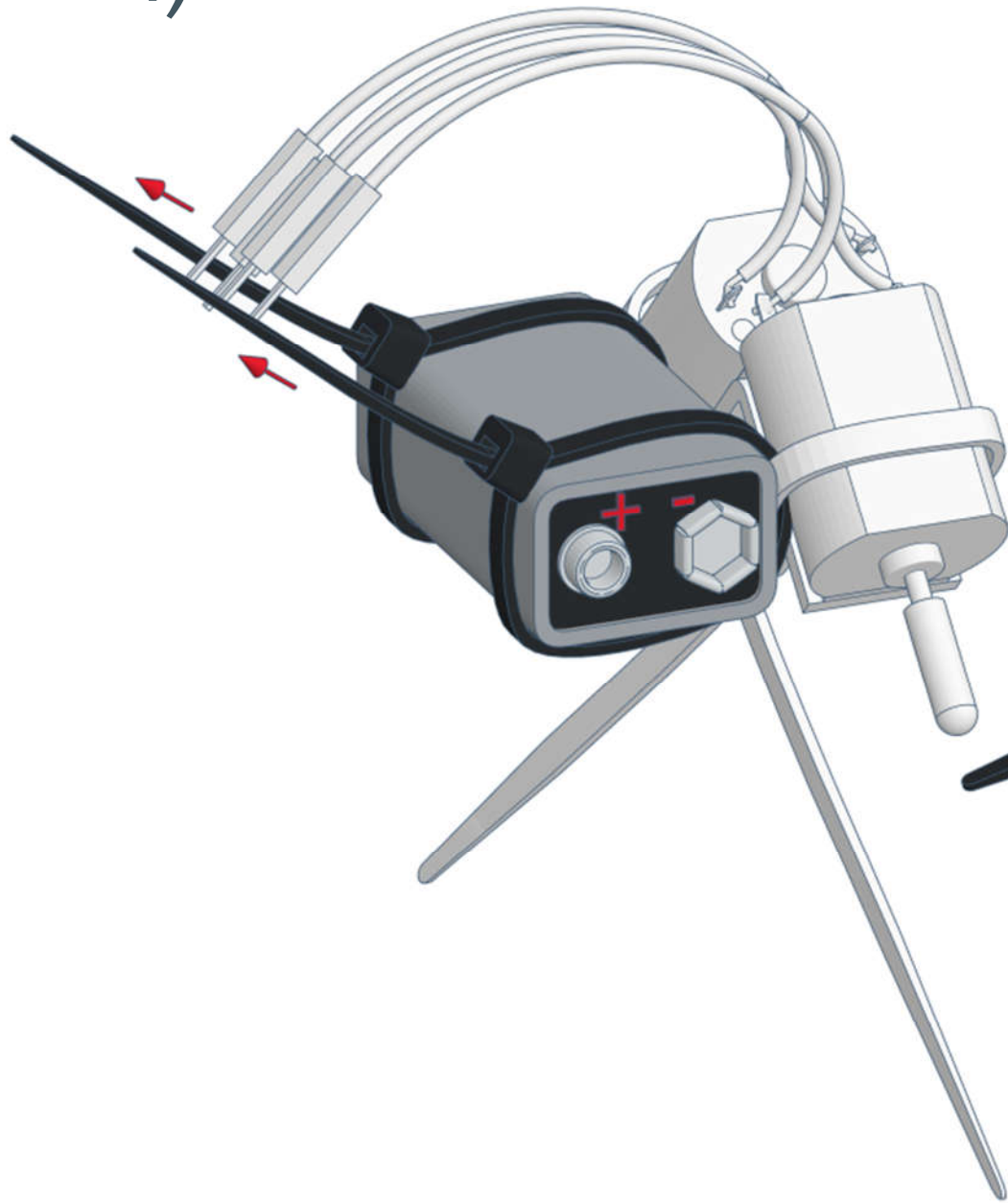
1 x click



3)

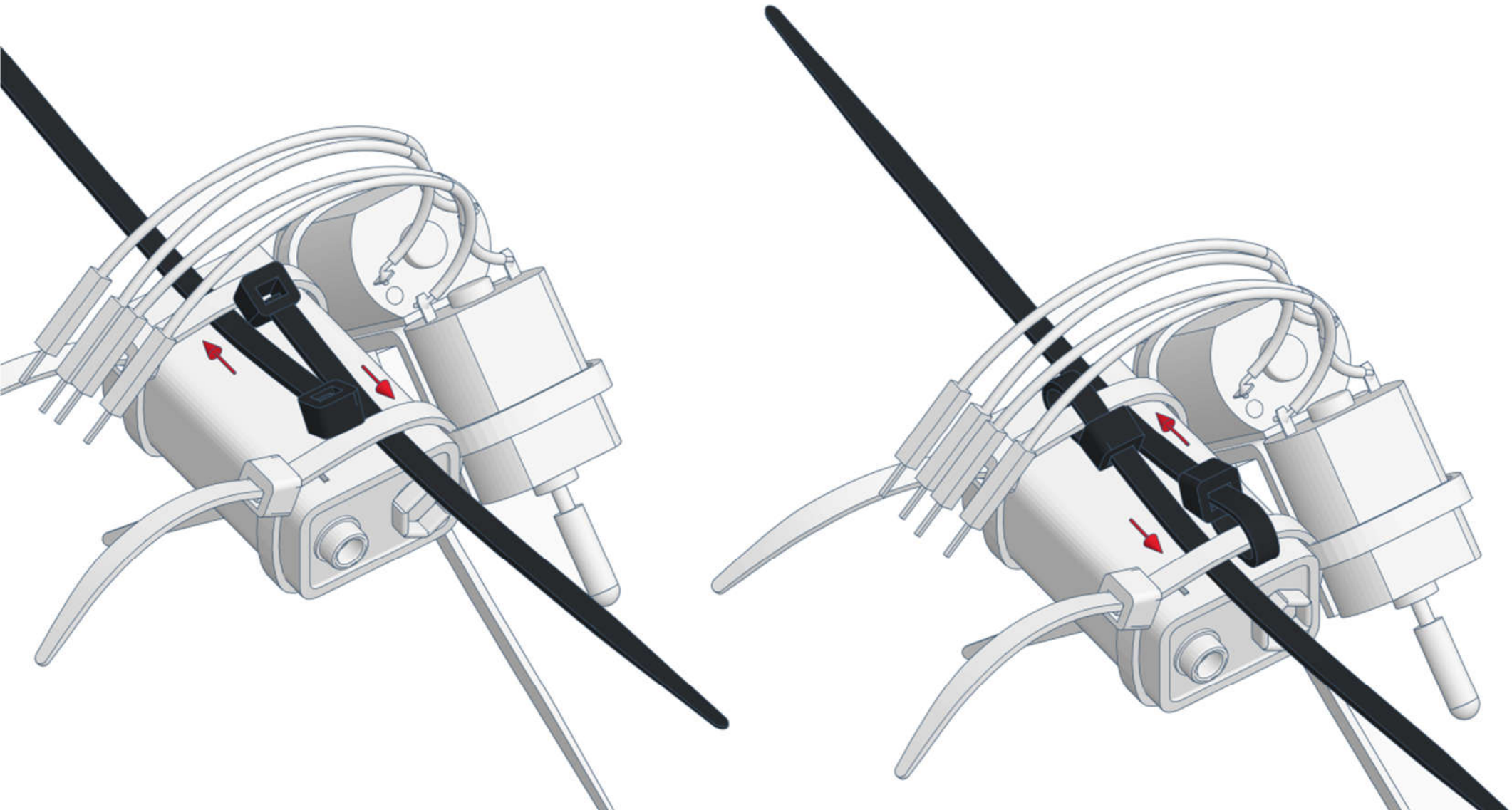
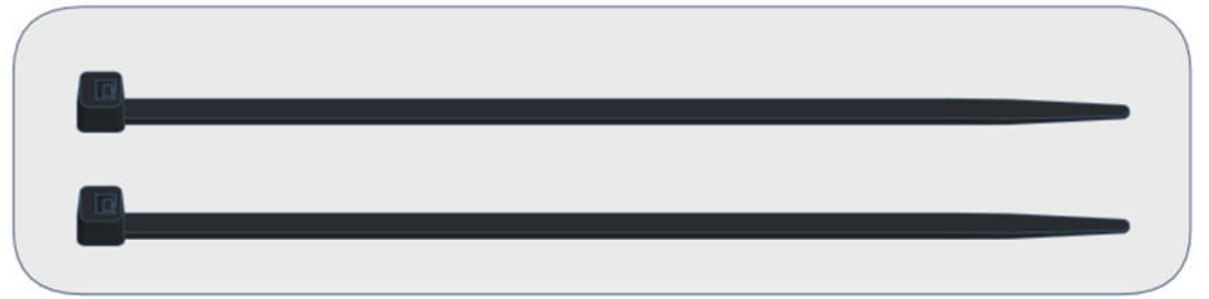


4)



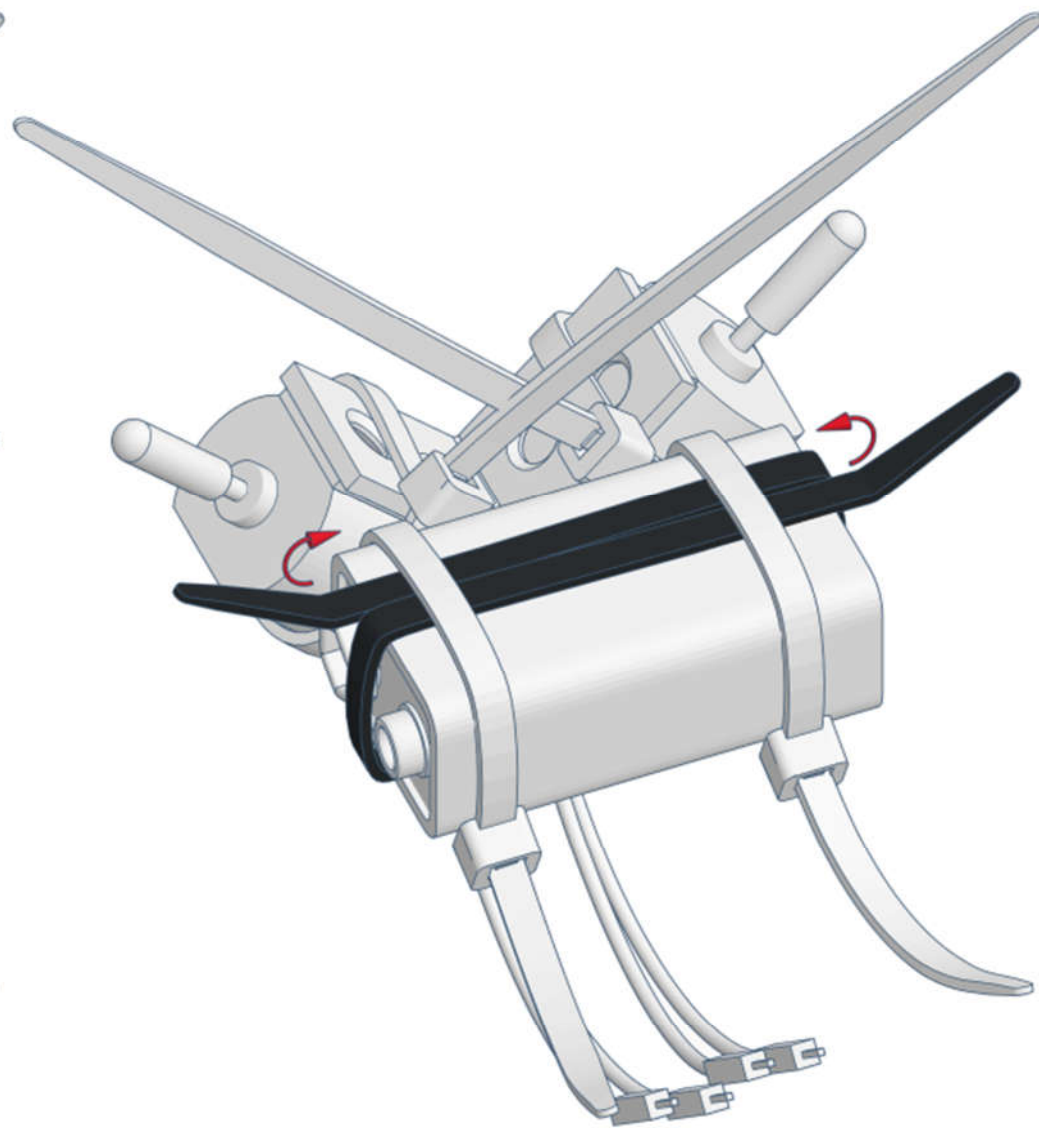
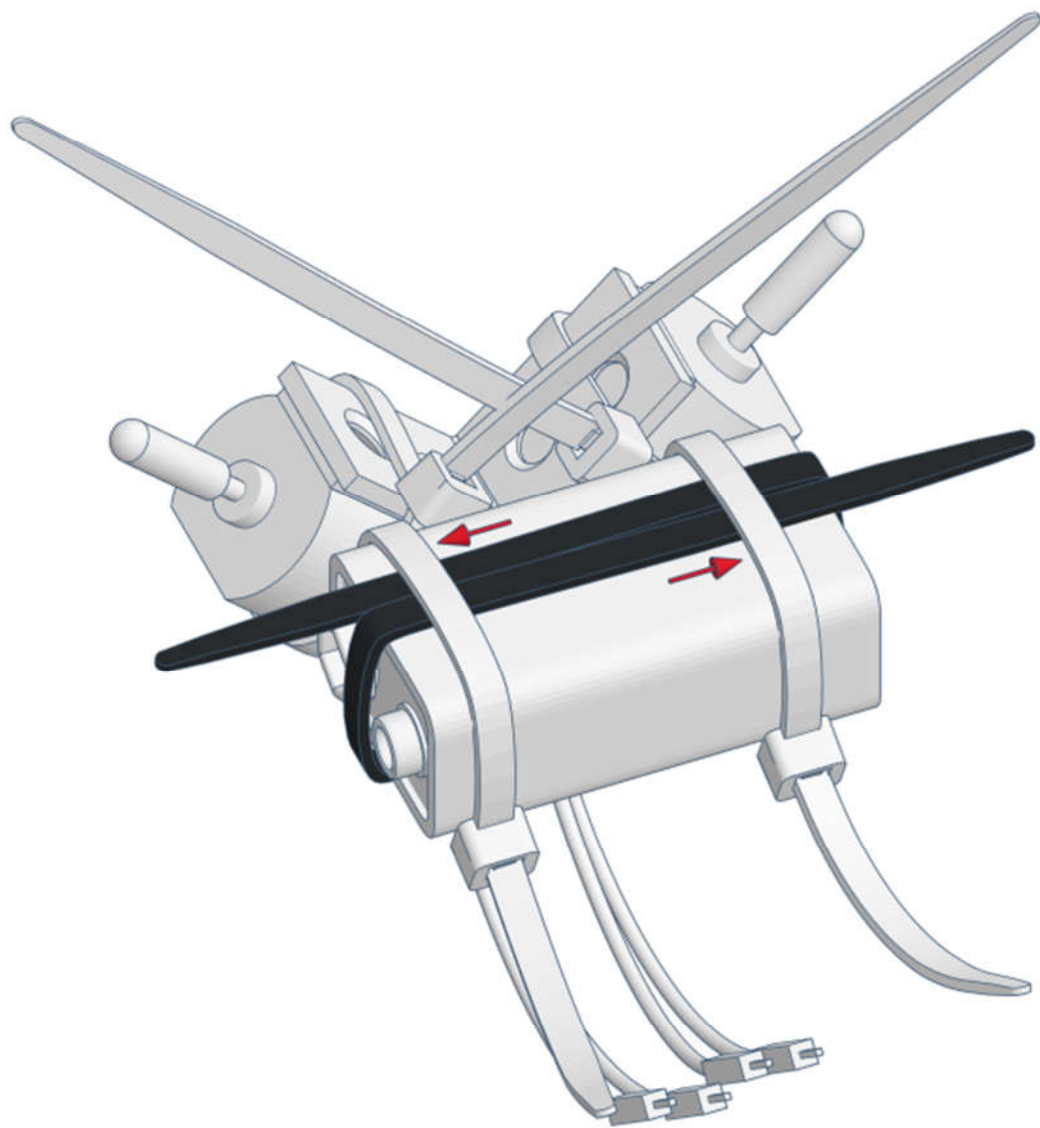


5)

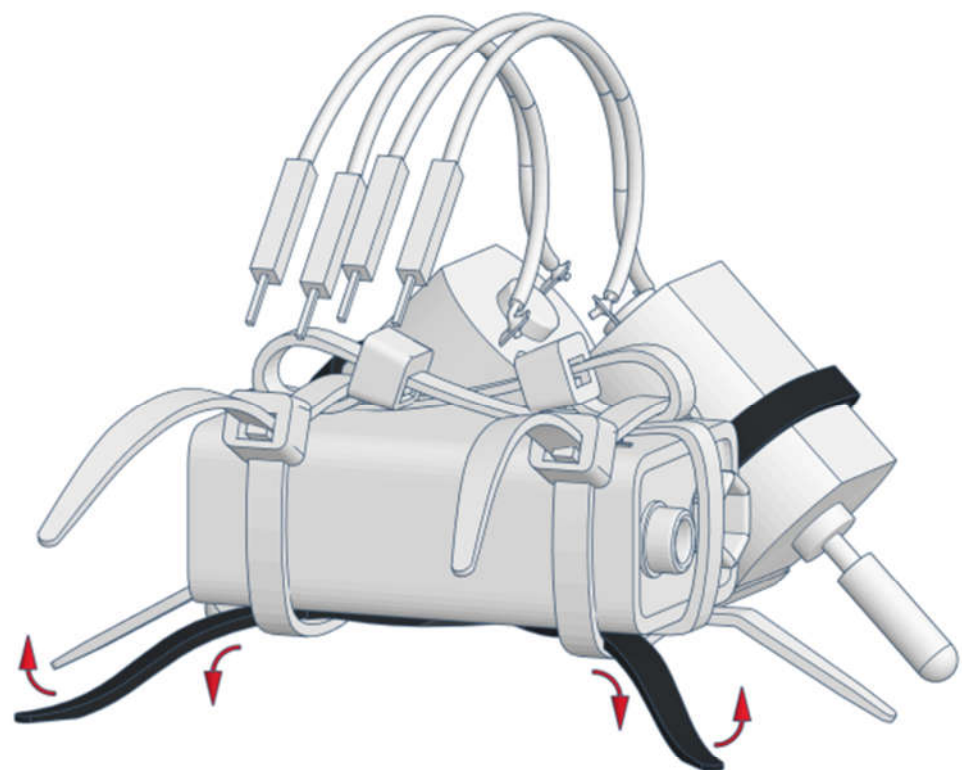
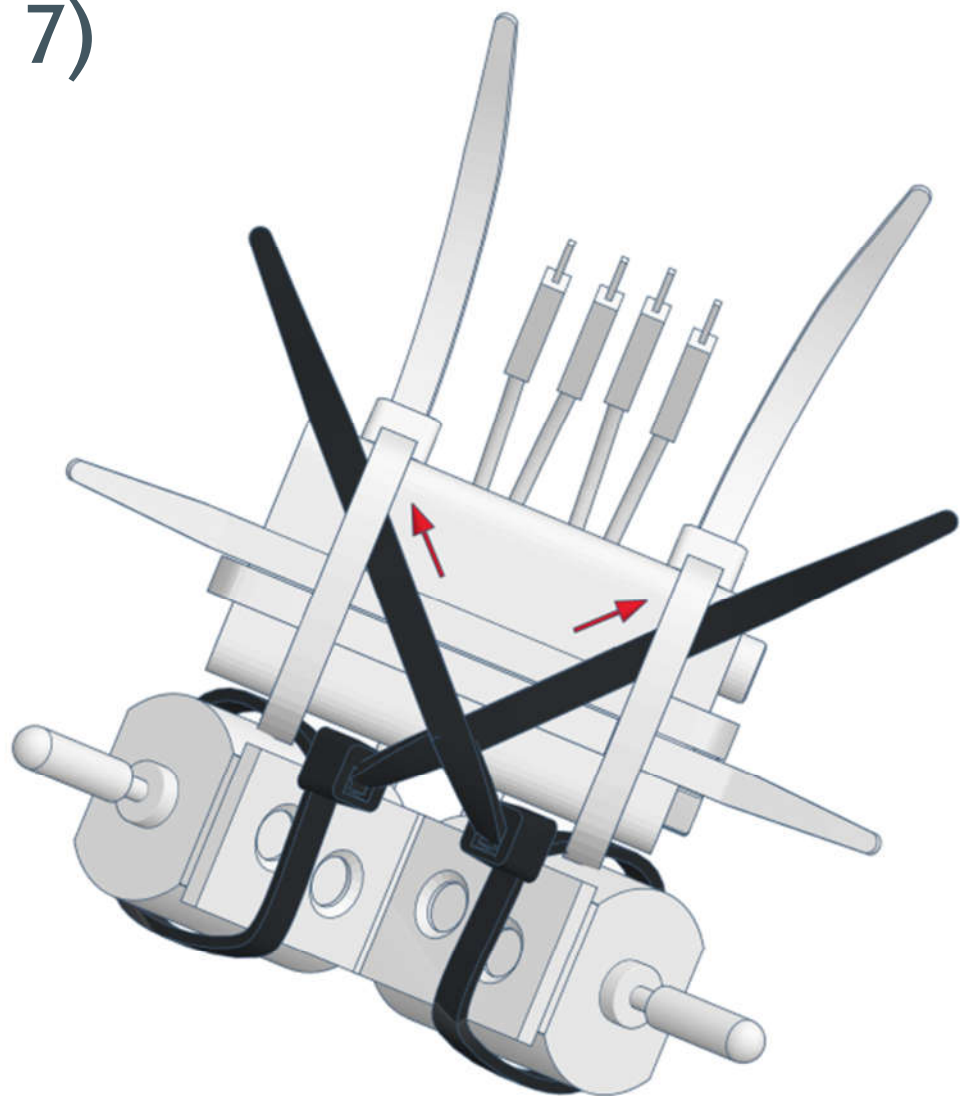




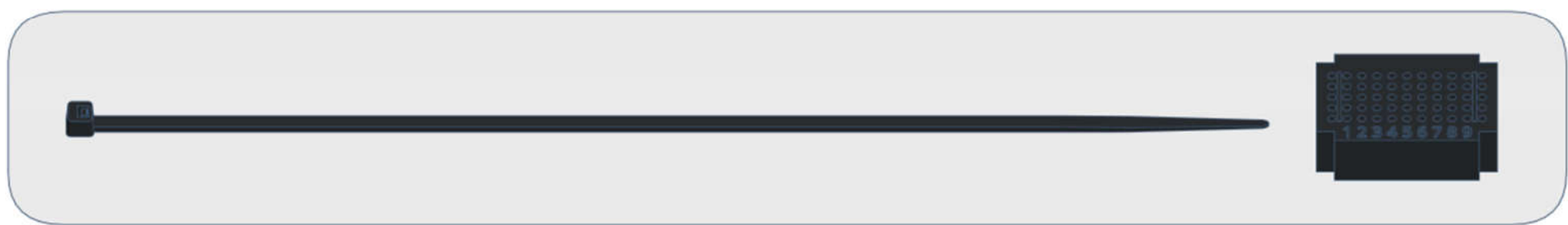
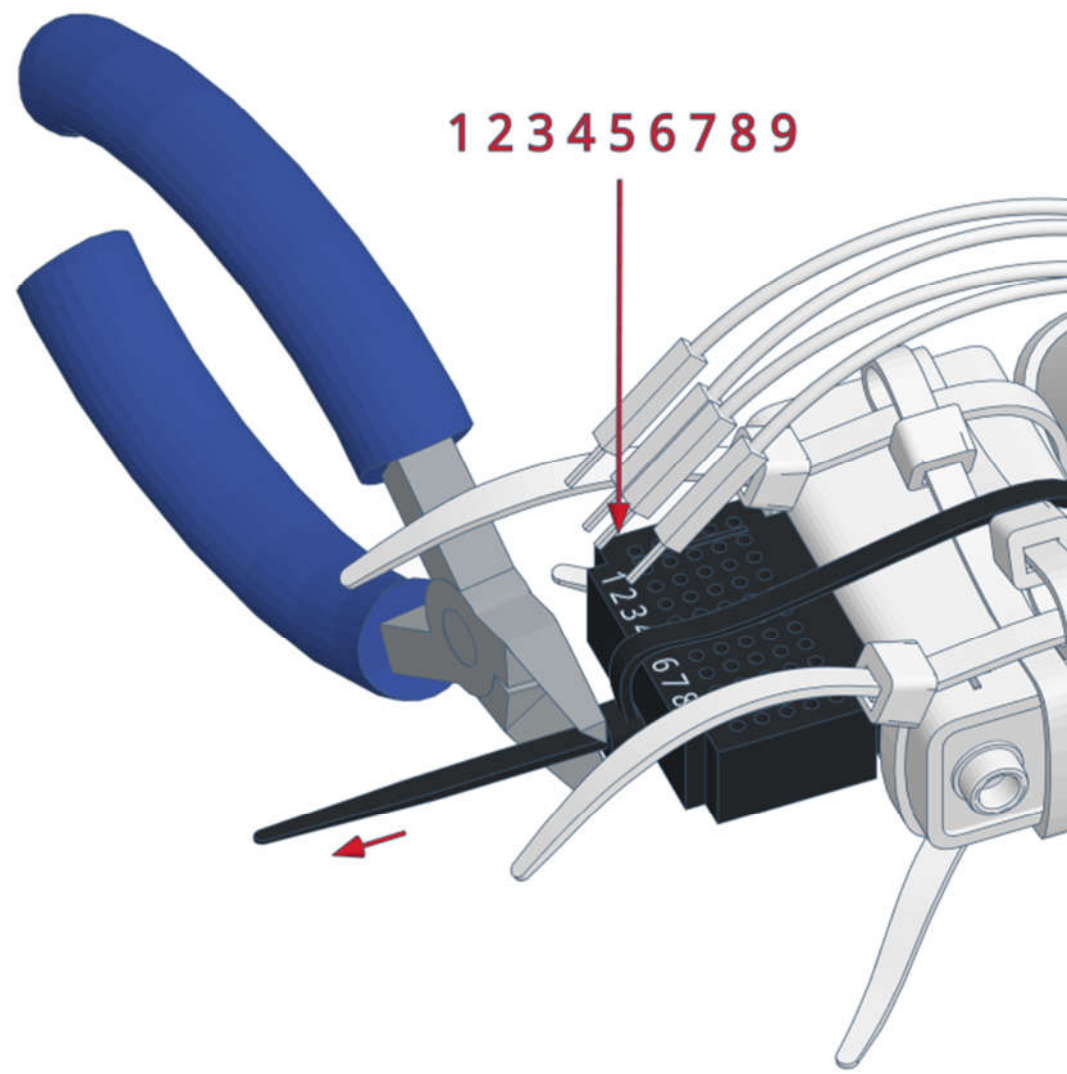
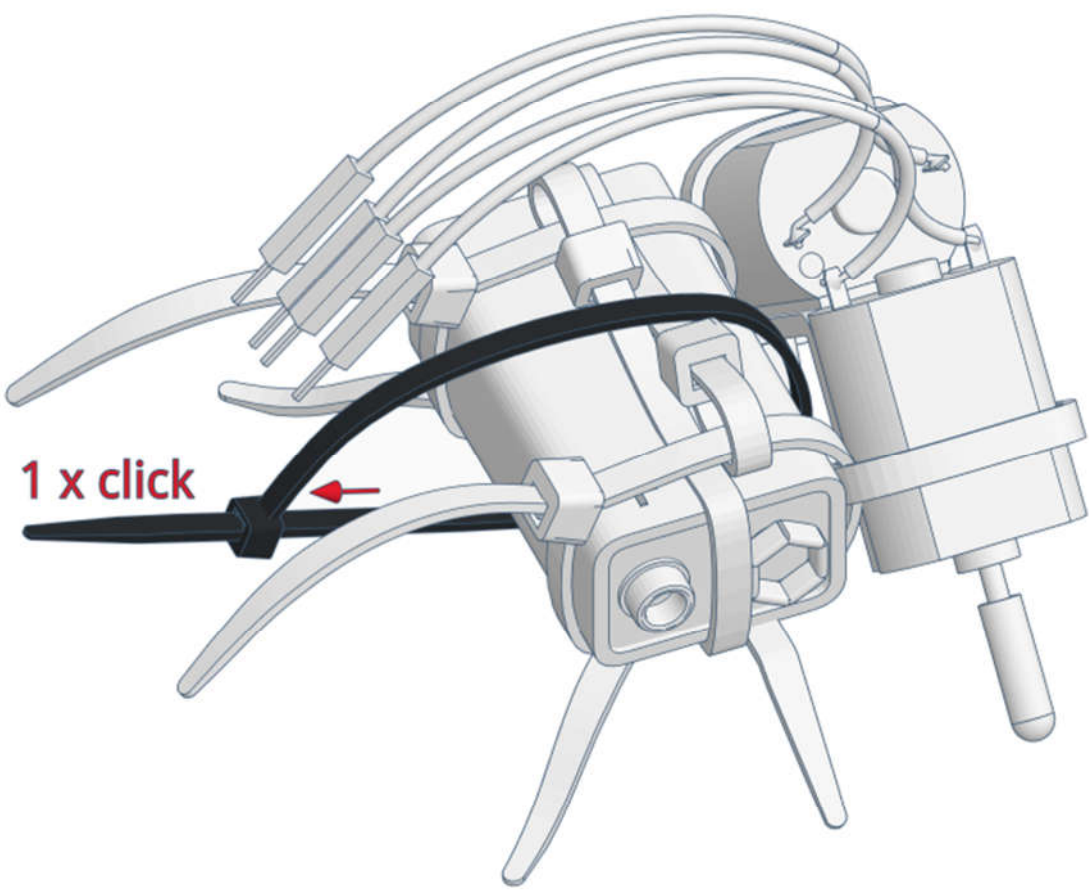
6)



7)

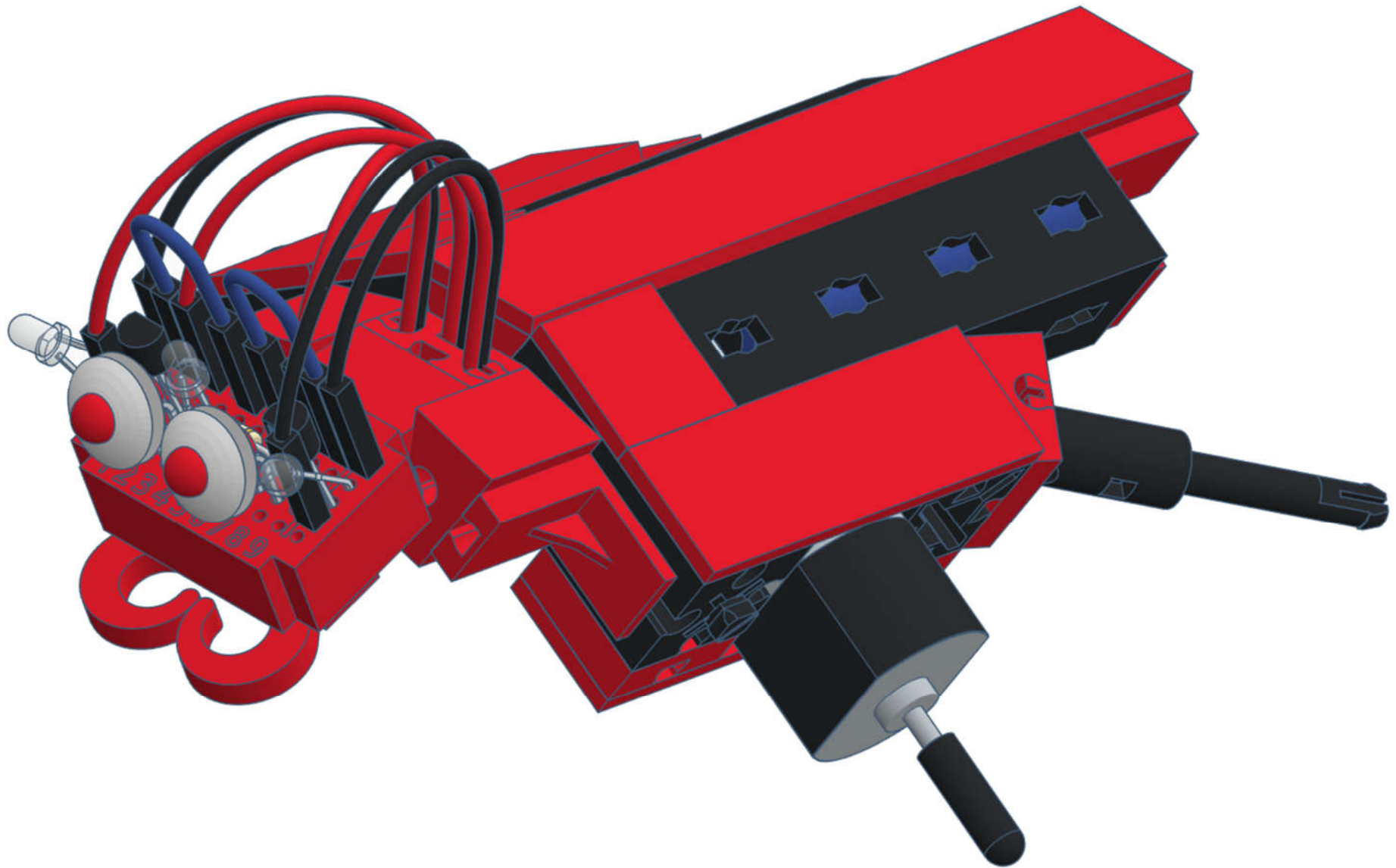


8)



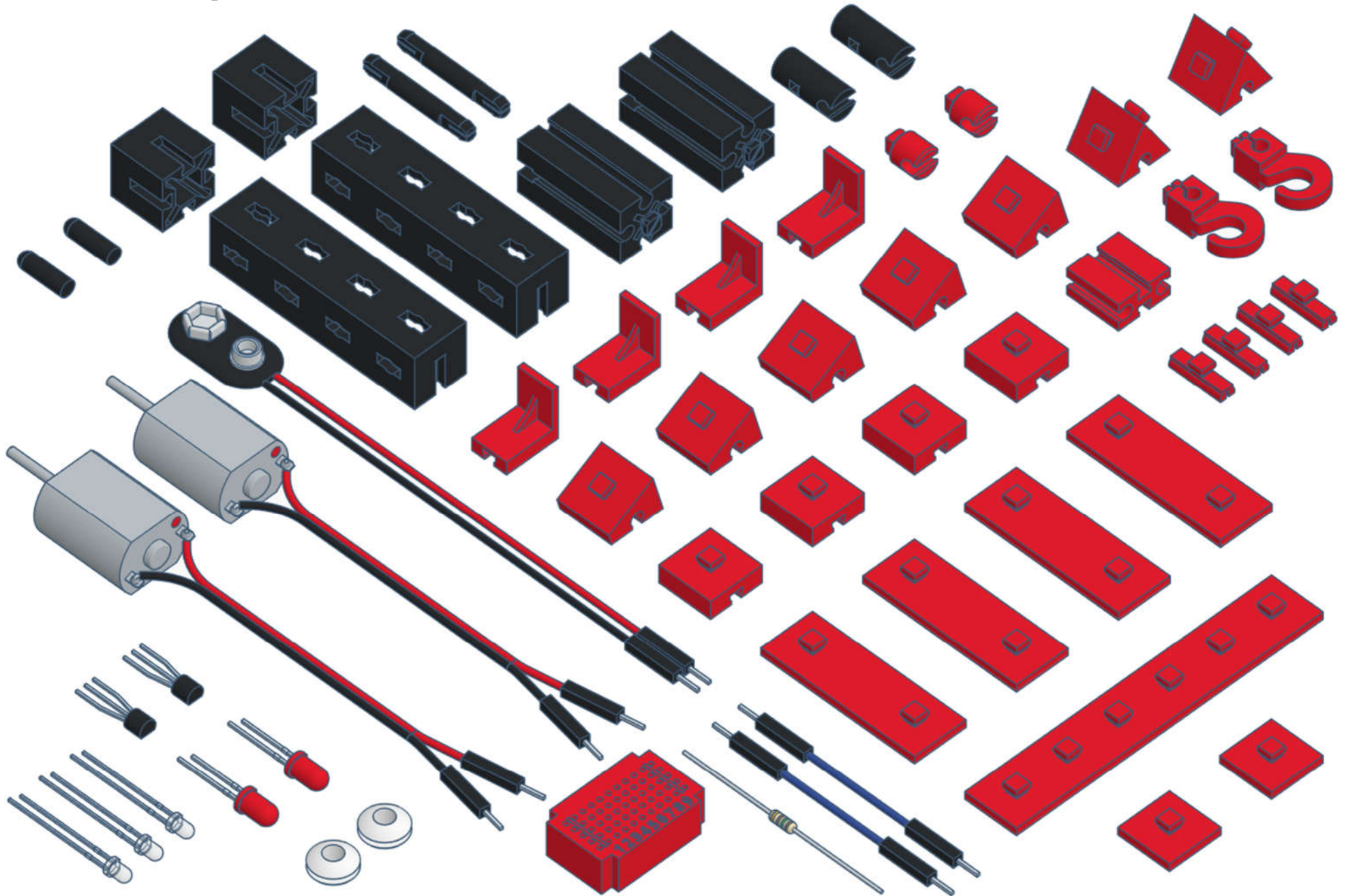


# varikabi FT

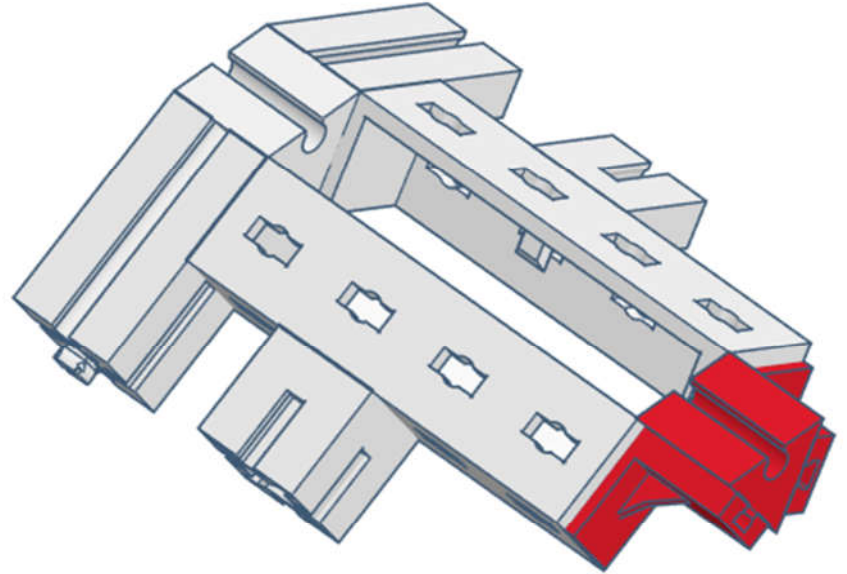
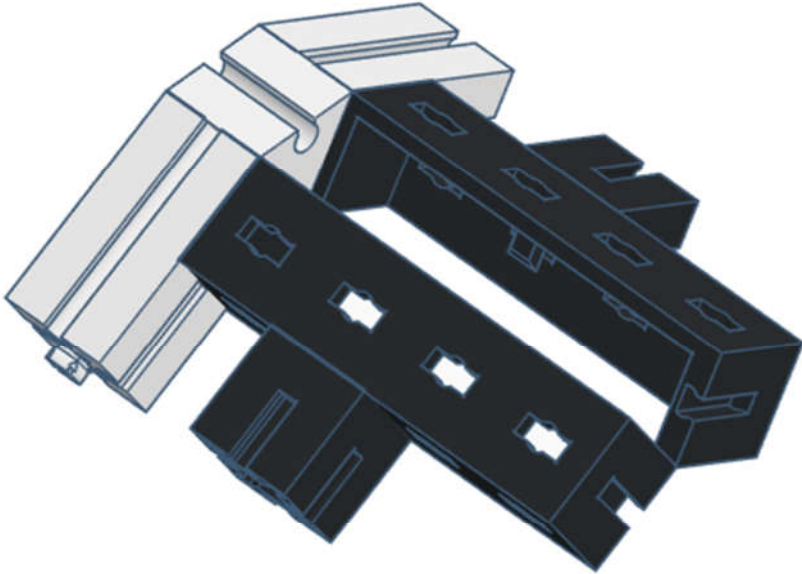
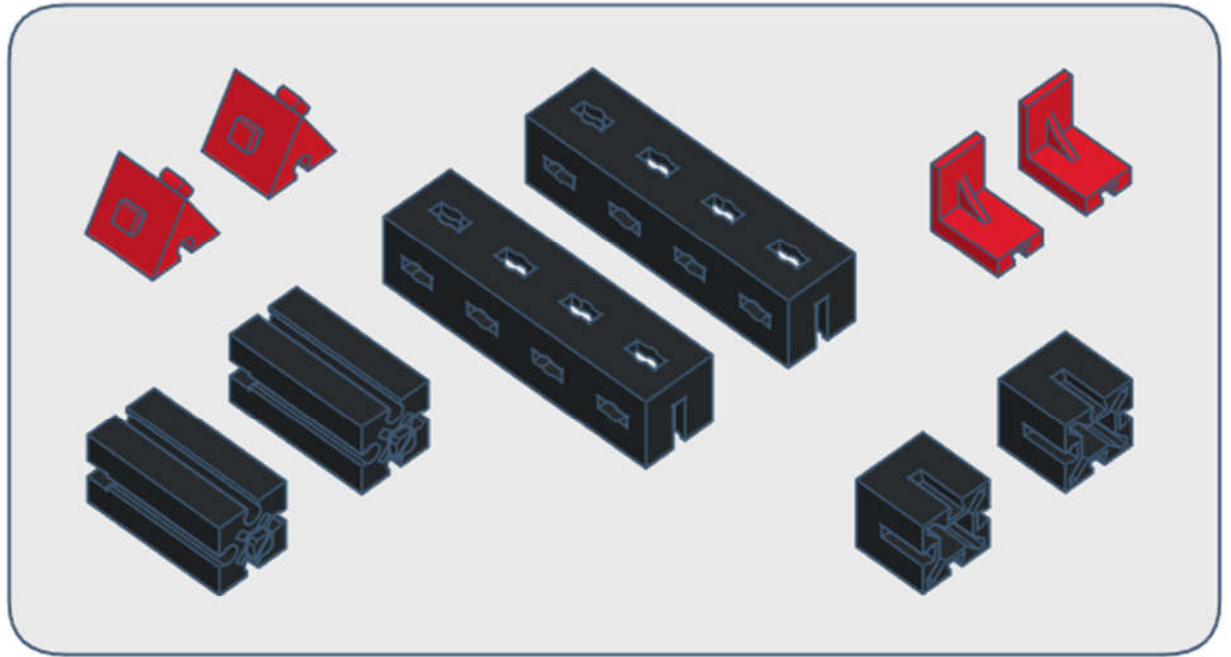
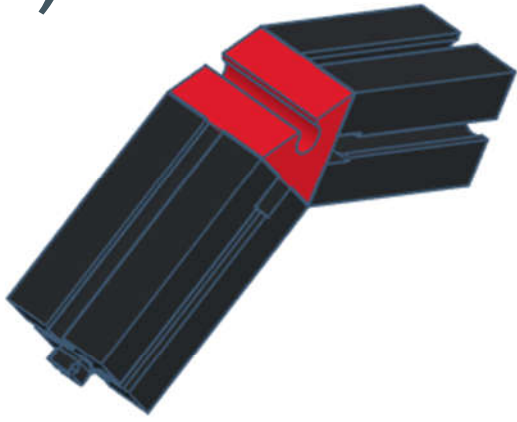




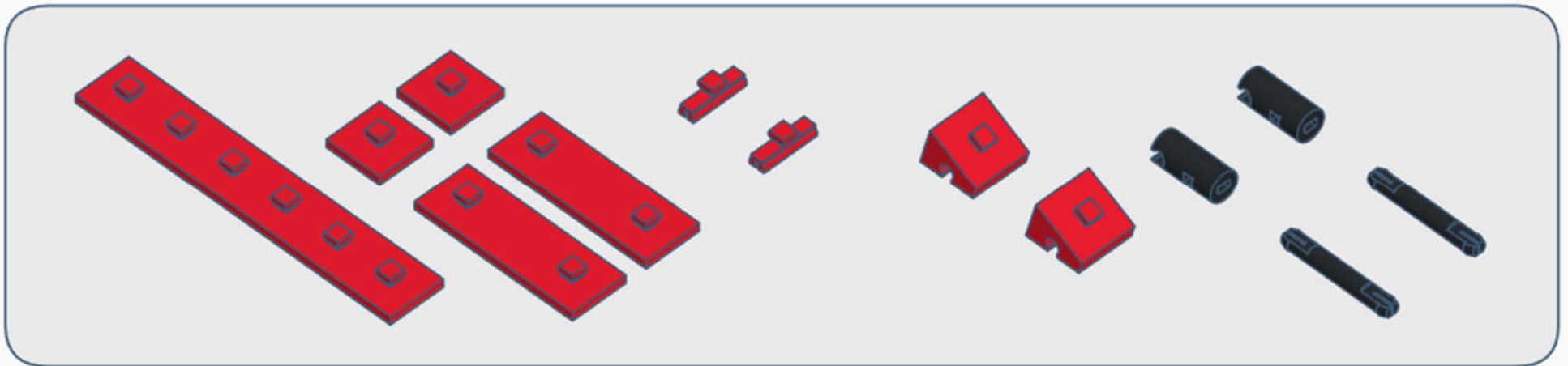
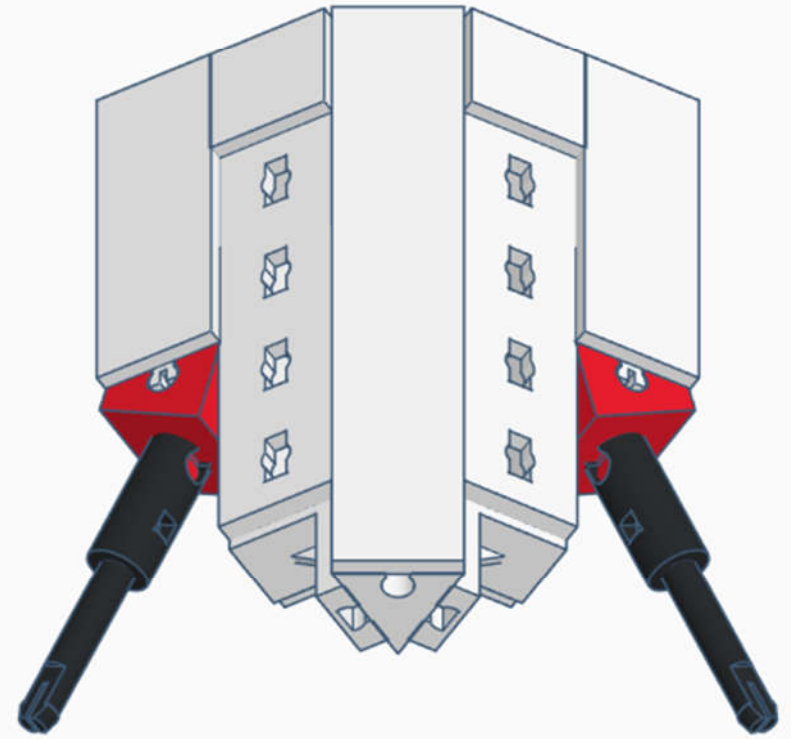
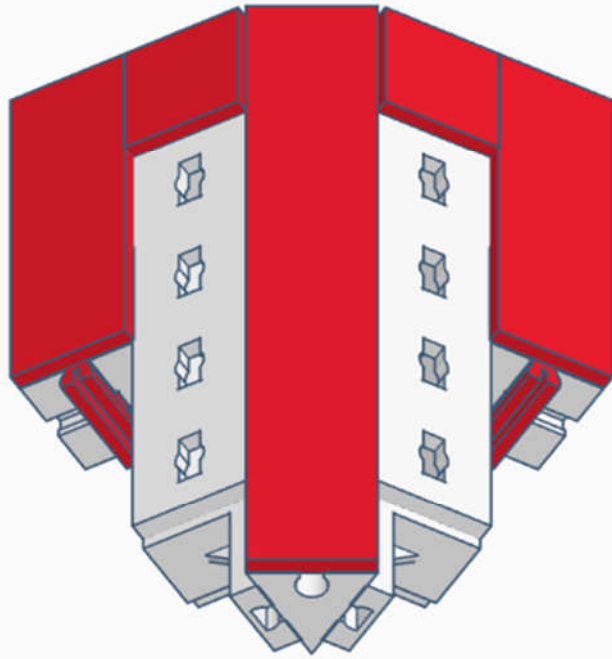
# Die Komponenten



1)

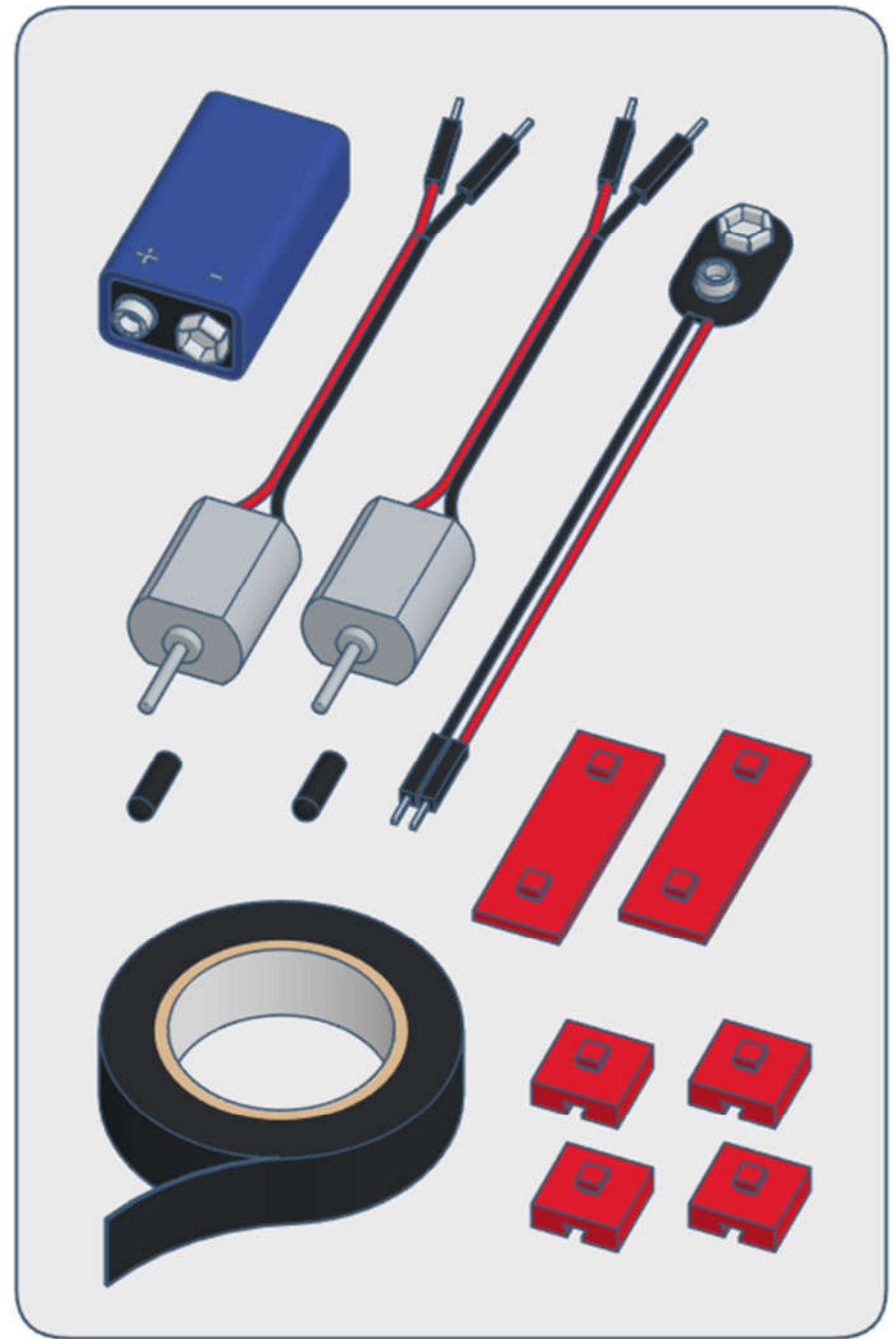
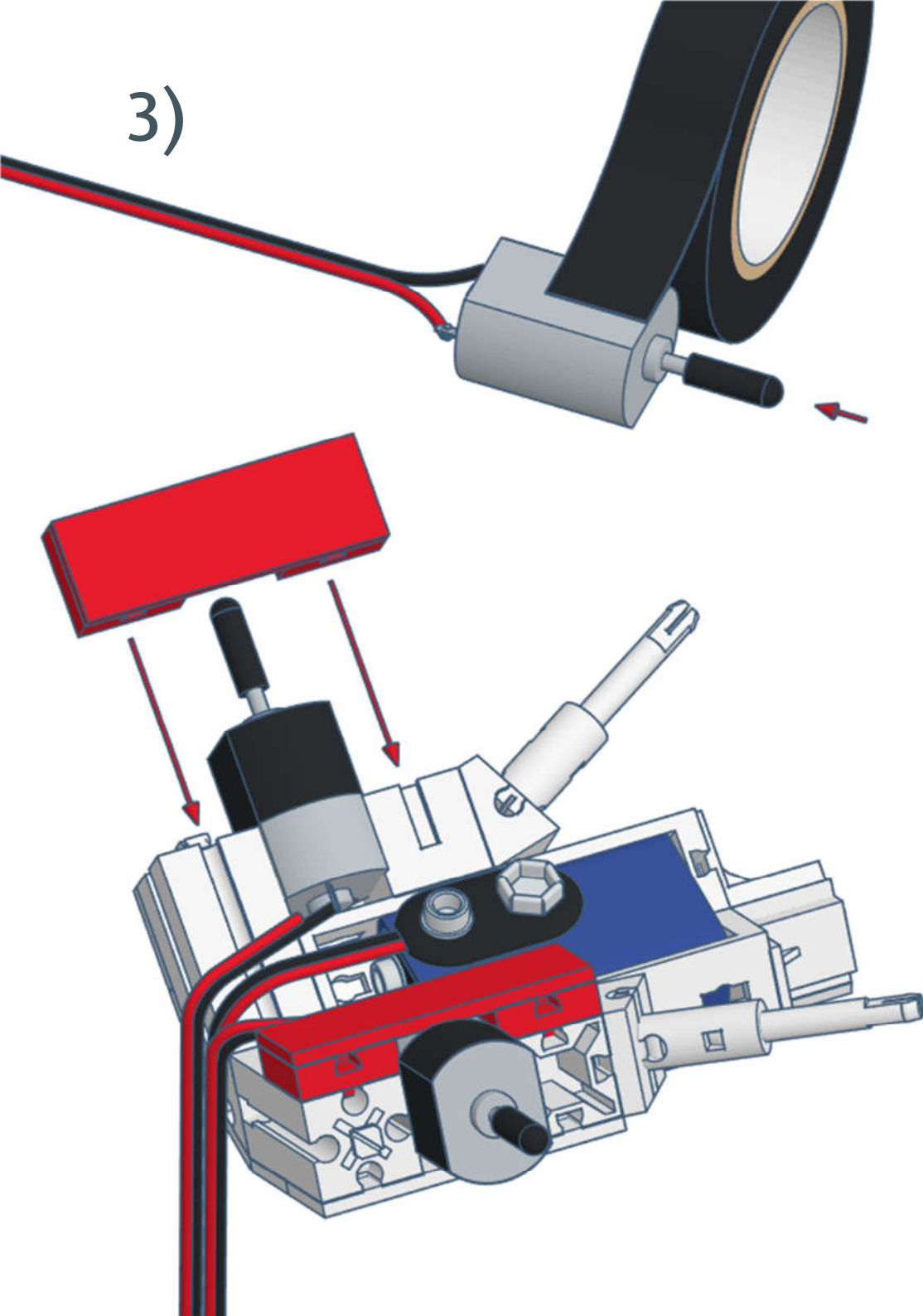


2)



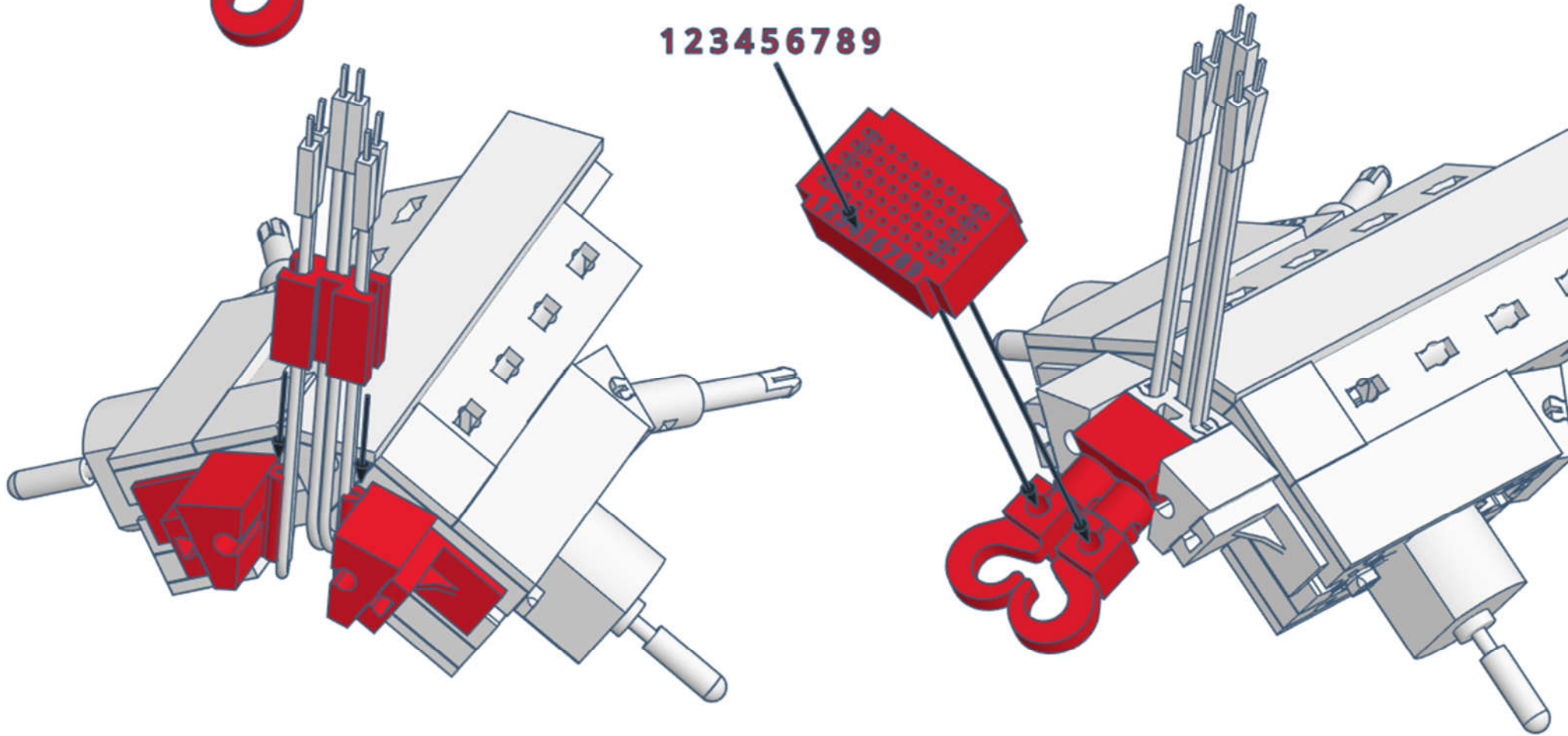
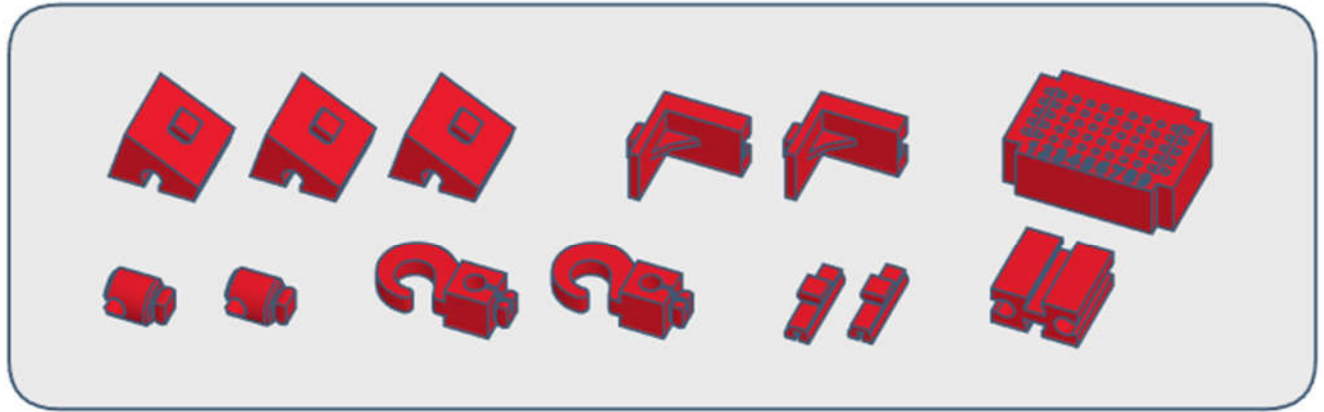
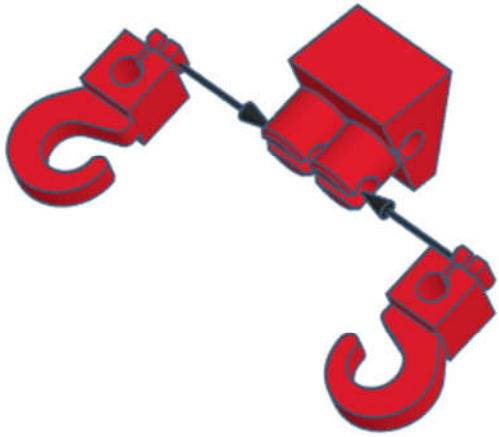


3)



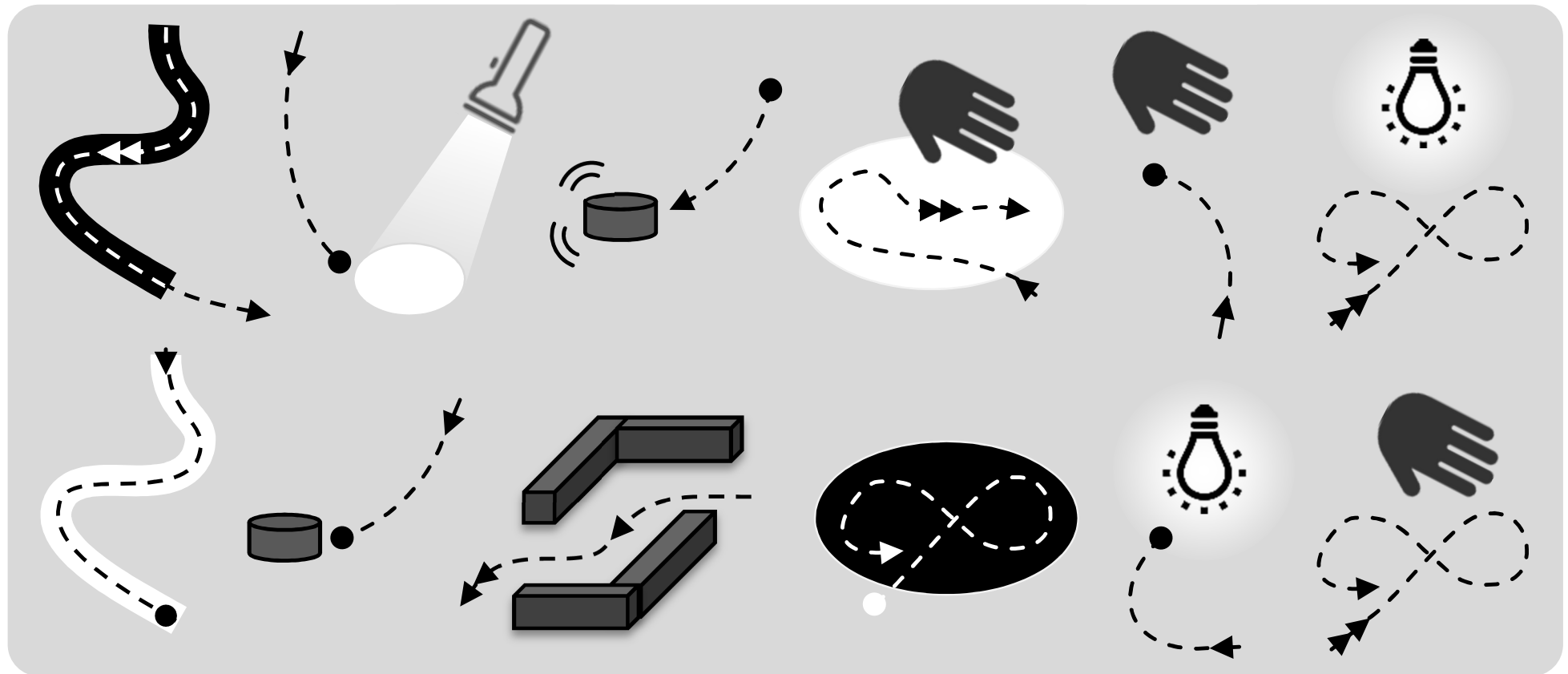



4)





## 2) Schaltungen und Funktionen

Die unterschiedlichen Schaltungsvarianten ermöglichen varikabi folgende zwölf Funktionen. Die Schaltungen und Eigenschaften der Funktionen sind im Anschluss detailliert beschrieben.



 varikabi steht still

 varikabi fährt langsam

 varikabi fährt schnell

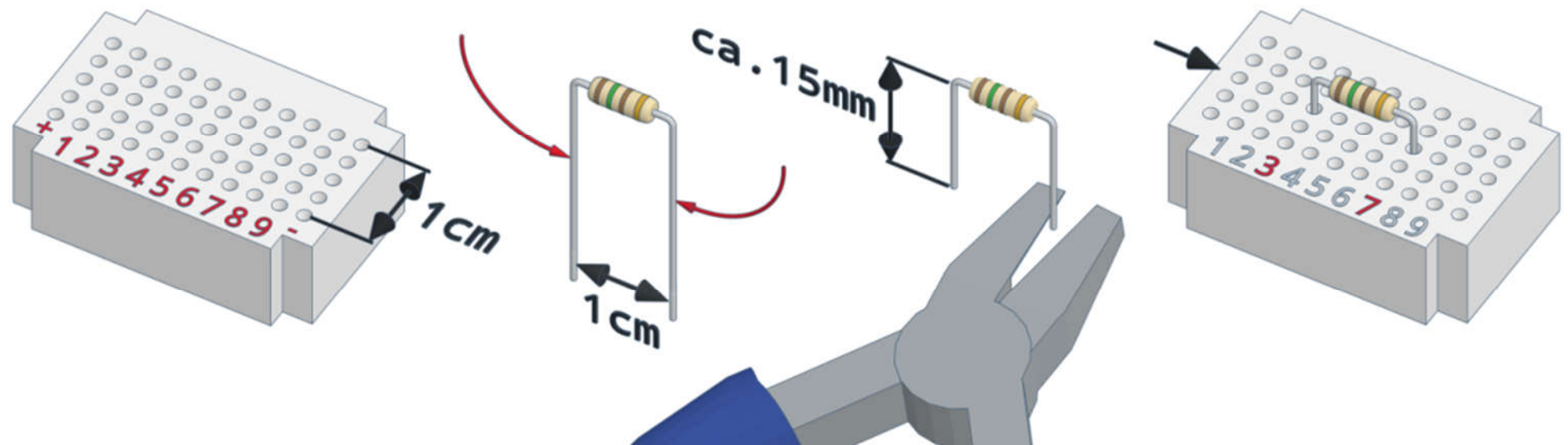
# Breadboard

Mit einem Breadboard (Steckbrett) können elektronische Schaltungen einfach und rasch aufgebaut und wieder abgeändert werden.

Unser kleines Breadboard besitzt elf Reihen mit jeweils fünf Steckkontakten, die im Inneren verbundenen sind.

Neun der Reihen sind mit Nummern 1 bis 9 beschriftet. Die fünfte Reihe in der Mitte ist bei varikabi mit dem schwarzen Kabelbinder verdeckt und wird nicht benutzt.

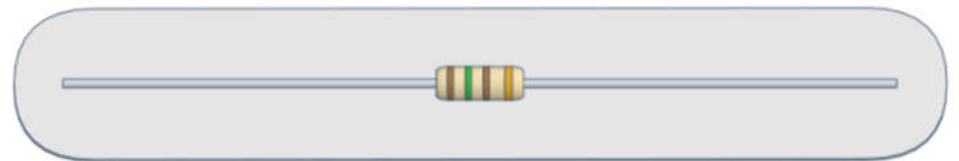
Die äußeren beiden Reihen werden für die Stromversorgung (+ und -) verwendet.



# Widerstand

Der Widerstand begrenzt den Strom der beiden LEDs (Augen). Die farbigen Ringe kennzeichnen den Wert von 150  $\Omega$  (Ohm).

Biege die Anschlussdrähte des Widerstandes mit der Hand im Abstand von ca. 1 cm und kürze sie auf etwa die halbe Länge (1,5 cm). Stecke dann den Widerstand in die Mitte des Breadboards in die Reihen 3 und 7 (über den Kabelbinder).



# Transistoren

Weil varikabis Antriebsmotoren einen viel höheren Strom benötigen, als die Sensoren liefern können, werden Verstärker benötigt. Ein Transistor ist ein einfacher elektronischer Verstärker mit drei Anschlüssen. Damit die Verstärkung ausreichend hoch ist, werden sogenannte Darlingtontansistoren verwendet, die bereits zwei hintereinander geschaltete Transistoren beinhalten.

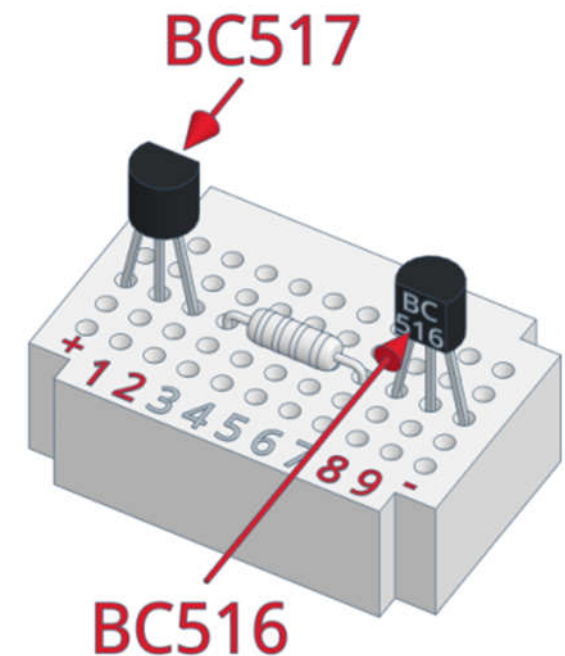
Für den rechten und den linken Motor werden gegengleiche Transistoren benutzt, ein sogenannter PNP und ein NPN Transistor. Sie können durch ihren Aufdruck BC516 (PNP) bzw. BC517 (NPN) unterschieden werden.

Biege die äußeren beiden Beinchen leicht auseinander, sodass die Transistoren gut in das Breadboard passen.

Stecke sie dann entsprechend der Darstellung links und rechts neben dem Widerstand in das Breadboard.

## Achtung:

Die Transistoren BC516 und BC517 dürfen nicht vertauscht werden und sind unterschiedlich gedreht einzusetzen.





# Sensoren

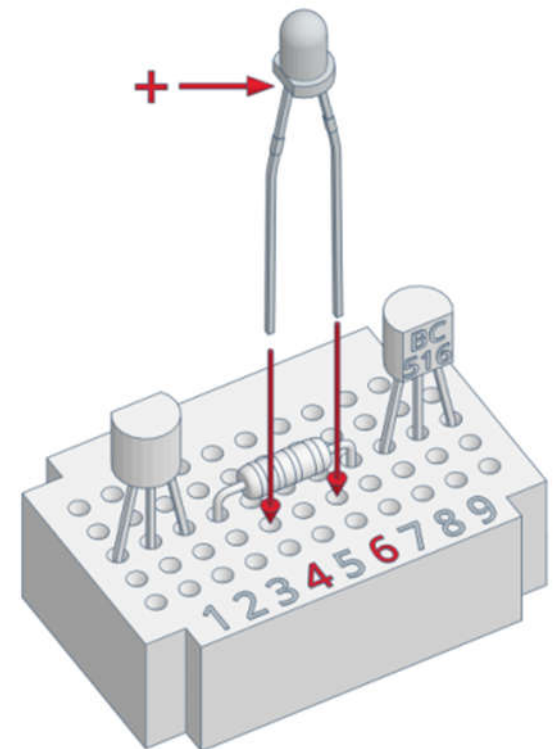
varikabi vergleicht die Helligkeit an seinen drei Sensoren. Je nachdem wie die sogenannten Fototransistoren ausgerichtet sind, nimmt varikabi Eindrücke am Boden, vor sich oder über sich wahr. Einen Fototransistor (FT) kannst Du Dir vereinfacht als einen veränderlichen Widerstand vorstellen, dessen Wert bei zunehmender Helligkeit kleiner wird.

Der mittlere Sensor wird in die Reihe 4 und 6 direkt vor den Widerstand gesteckt. Biege die Drähte etwas auseinander und achte beim Einstecken auf die richtige Polarität.

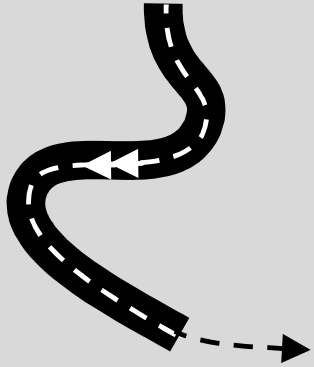
## Achtung:

Die Fototransistoren müssen richtig gepolt eingebaut sein. Die + Seite hat ein kürzeres Beinchen und eine Abflachung am abstehenden Kragen am Gehäuse.

Auf den folgenden 12 Seiten ist beschrieben, wie Du die zwei weiteren Sensoren für eine gewünschte Funktion einbaust. Hinterher werden entsprechend der zugehörigen Schaltung noch die Kabel und die LEDs angeschlossen.



# 1) Dunklen Linien folgen

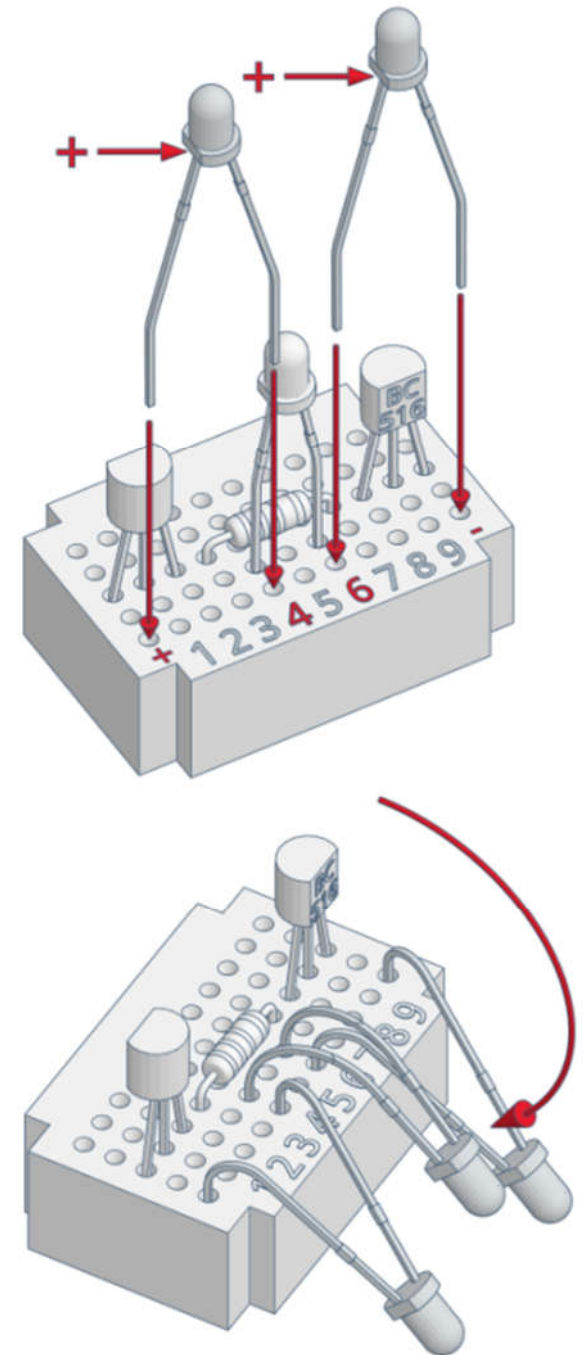


- Sucht eine dunkle Linie (z.B. schwarzes Klebeband)
- Fährt der Linie entlang
- Beschleunigt auf Geraden und bremst in scharfen Kurven

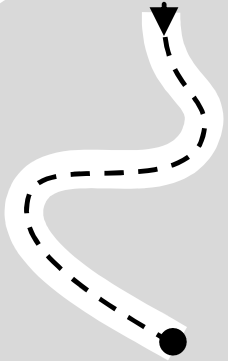
Mit dem Abstand zwischen den äußeren beiden Sensoren kannst du die Genauigkeit justieren, mit der varikabi auf der Linie fahren soll. Idealerweise sind sie etwas neben die Linie gerichtet. Sind sie zu knapp an der Linie, so ist varikabi permanent am Regeln und fährt Schlangenlinien.

Außerdem kann er dann nicht seinen Turbo-Gang aktivieren, weil dafür auf die äußeren Sensoren mehr Licht fallen muss als auf den in der Mitte.

**Schaltung:** Schattenfolger / Beschleunigungsmodus



## 2) Hellen Linien folgen



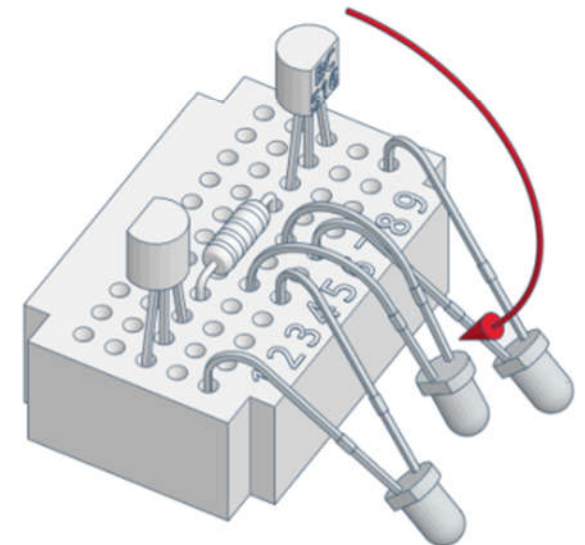
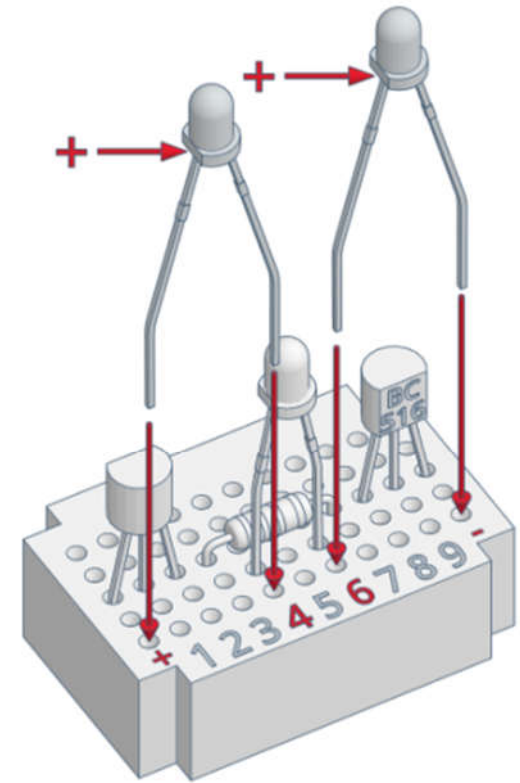
- Führt entlang einer hellen Linie (z.B.: weißes Klebeband auf dunklem Untergrund)
- Stoppt am Ende der Linie

Hast du kein weißes Klebeband, so kannst du z.B. weiße Blätter auf dunklem Boden auslegen.

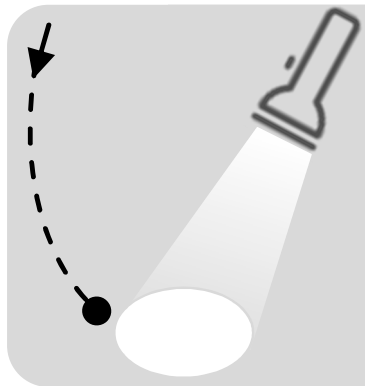
Mit dem Abstand zwischen den äußeren beiden Sensoren kannst du die Genauigkeit justieren, mit der varikabi auf der Linie fahren soll.

Damit varikabi am Ende einer Linie (auf dunklem Untergrund) stoppt, richte den mittleren Sensor stärker nach unten als die beiden seitlichen Sensoren.

Schaltung: Lichtfolger / Bremsmodus



### 3) Licht verfolgen



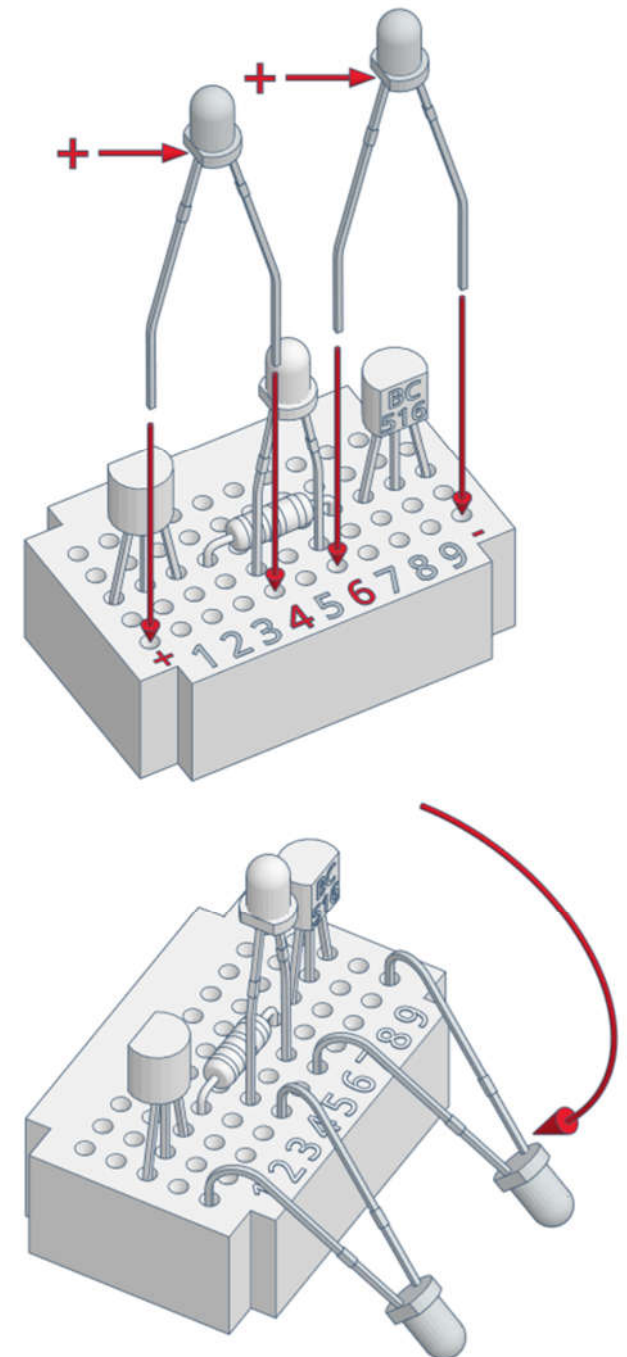
- Verfolgt einen Lichtschein am Boden oder eine Lampe vor sich
- Bleibt vor dem Licht stehen
- Stoppt bei Schatten über ihm

Das Umgebungslicht sollte bei dieser Funktion nicht zu stark sein, damit der Kontrast stark genug ist.

Richte die seitlichen Sensoren parallel oder nur etwas zur Seite hin aus, damit sie gleichzeitig ein frontales Licht im Blickfeld behalten können.

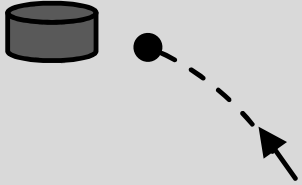
Je mehr Licht auf die äußeren und je weniger auf den mittleren Sensor trifft, umso früher kommt varikabi zum Stillstand. Dieses Verhältnis lässt sich auch mit der Neigung des mittleren Sensors einstellen.

Schaltung: Lichtfolger / Bremsmodus





## 4) Objekte verfolgen

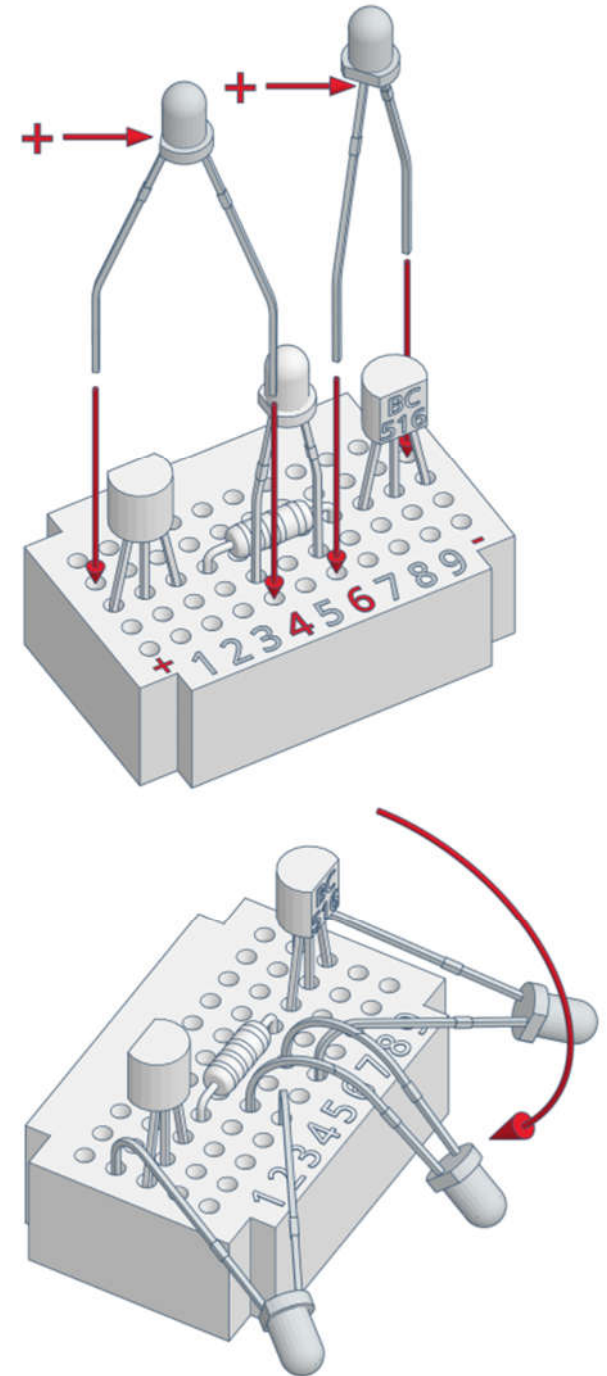


- Bewegt sich auf dunkle Gegenstände vor sich zu
- Hält Abstand und bleibt vor Ihnen stehen oder verfolgt bewegliche Objekte

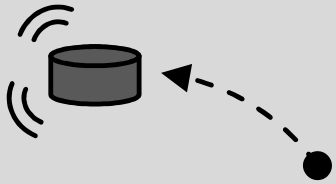
Passe den Abstand der seitlichen Sensoren an die Größe des zu verfolgenden Objektes an. Je weiter sie nach vorne gerichtet sind, desto genauer folgt varikabi dem Gegenstand. Sind sie jedoch beide auf das Objekt gerichtet, so kann varikabi nicht davor stehen bleiben.

Mit dem Neigungswinkel des mittleren Sensors kannst du den Abstand zum verfolgten Objekt justieren. Je mehr du ihn nach unten richtest, desto näher fährt varikabi an den Gegenstand heran.

**Schaltung:** Schattenfolger / Bremsmodus



## 5) Objekte schieben

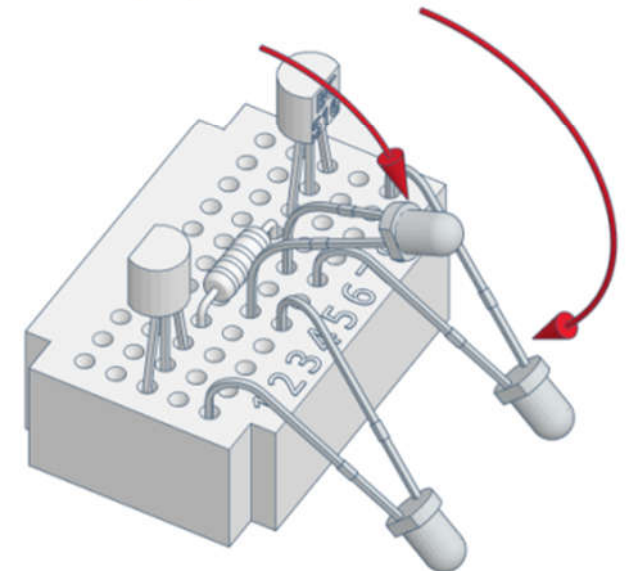
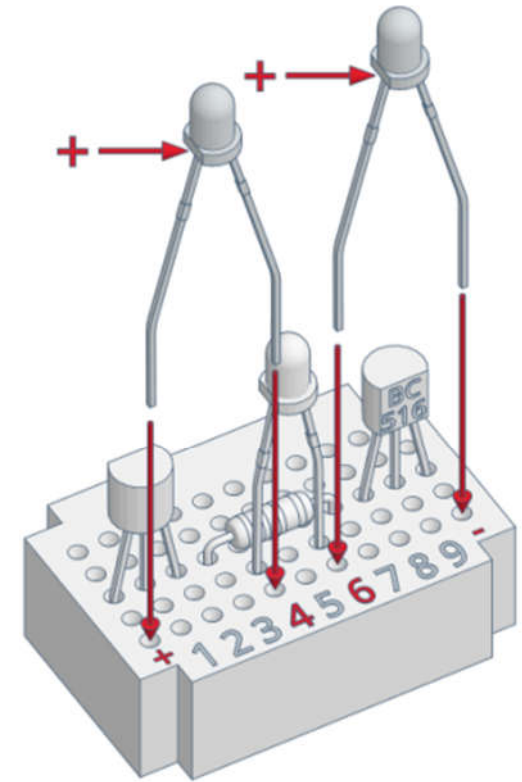


- Steht still, wenn kein dunkles Objekt in Sicht
- Startet, wenn Objekt vor sich
- Folgt diesem oder schiebt kleine Dinge vor sich her

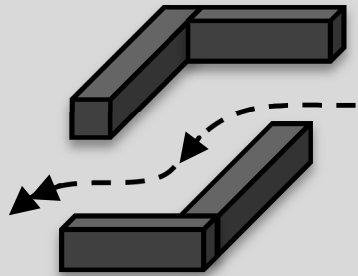
Passen den Abstand der seitlichen Sensoren an die Größe des zu verfolgenden Objektes an. Beide Sensoren sollten das Objekt gleichzeitig im Blick haben.

Stelle den Neigungswinkel des mittleren Sensors so ein, dass er nur leicht über den Gegenstand gerichtet ist. Zeigt der mittlere Sensor zu steil nach oben, so bleibt variabel ständig in Bewegung und kann nur durch einen Schatten von oben angehalten werden.

**Schaltung:** Schattenfolger / Bremsmodus



## 6) Hindernisse vermeiden



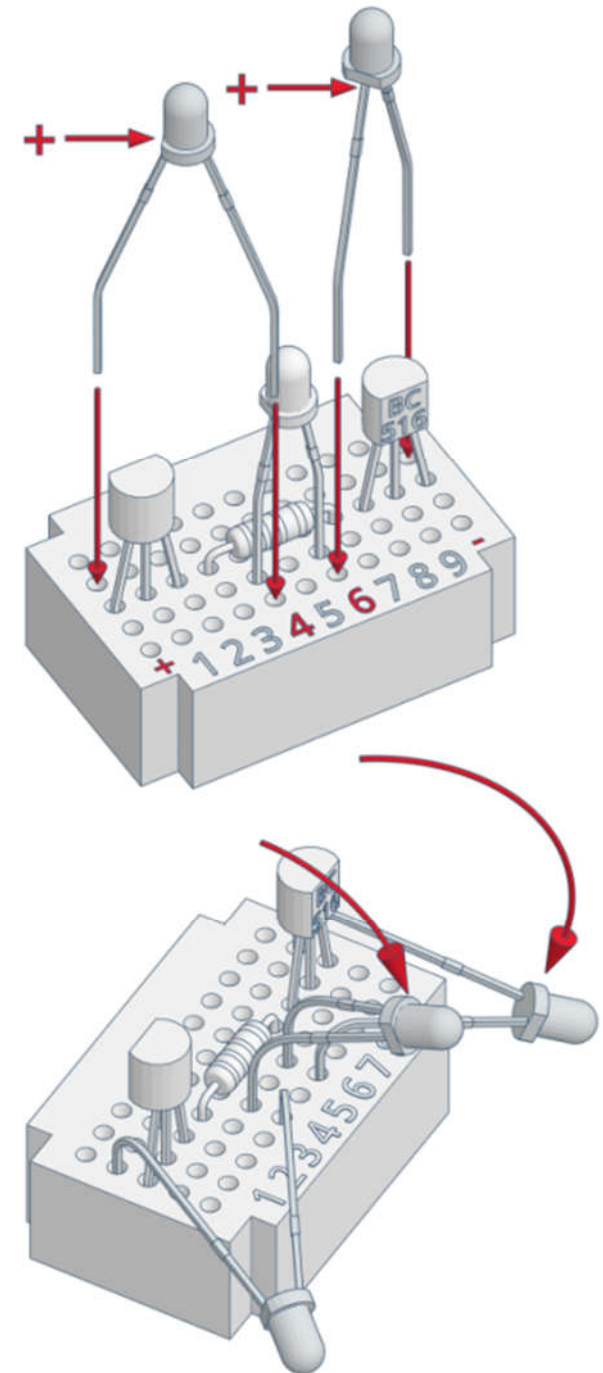
- Bremsst bei dunklen Hindernissen, navigiert zwischen ihnen hindurch und gibt dann wieder Gas
- Bewältigt einen Hindernisparcours

Damit varikabi zuverlässig Hindernissen ausweicht, müssen diese dunkler als der Untergrund sein.

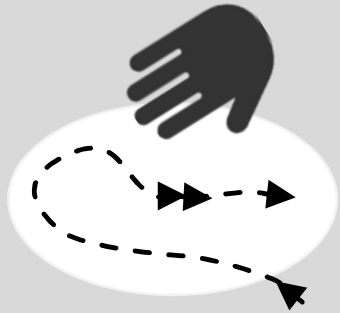
Richte die seitlichen Sensoren etwa  $45^\circ$  zur Seite und leicht zum Boden hin aus. Je weiter die Sensoren nach unten gerichtet sind, desto näher fährt varikabi an Hindernisse heran, bevor er ausweicht.

Stelle den Neigungswinkel des mittleren Sensors so ein, dass er nur leicht über die Hindernisse gerichtet ist, damit varikabi bei freier Bahn beschleunigen kann.

**Schaltung:** Lichtfolger / Beschleunigungsmodus



## 7) Dunkles vermeiden



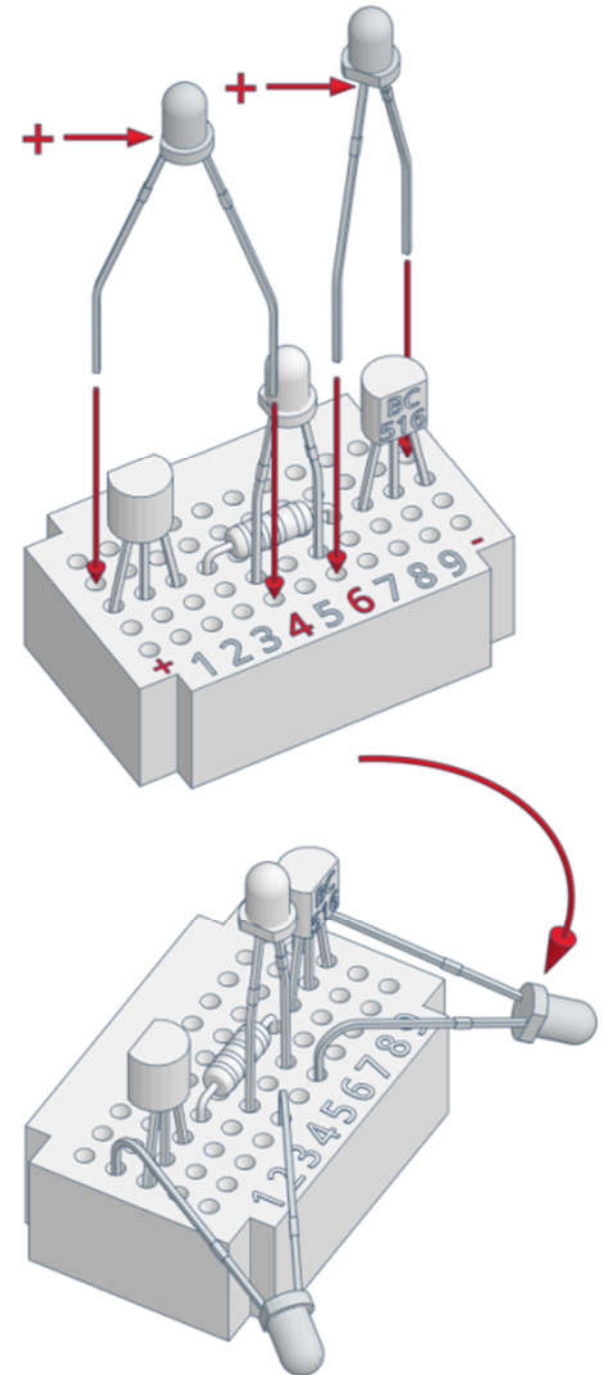
- Bleibt auf hellem Untergrund (z.B. beleuchteter Tisch im Dunklen)
- Weicht dunklen Hindernissen aus
- Beschleunigt und flieht bei Schatten über ihm

Der helle Bereich kann z.B. dein Zimmerboden oder ein von oben beleuchteter heller Tisch sein. Du kannst auch weiße Blätter auf dunklem Untergrund auslegen. Vermeide seitlichen Lichteinfall von Fenstern.

Damit varikabi den Tischrand gut erkennt, muss der optimale Neigungswinkel der zwei seitlichen Sensoren gefunden werden.

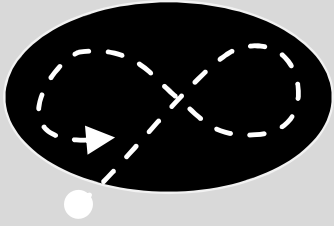
**Vorsicht:** Hältst du deine Hand über varikabi, so fährt er nur geradeaus, ohne auf die Umgebung zu achten.

**Schaltung:** Lichtfolger / Beschleunigungsmodus





## 8) Helles vermeiden



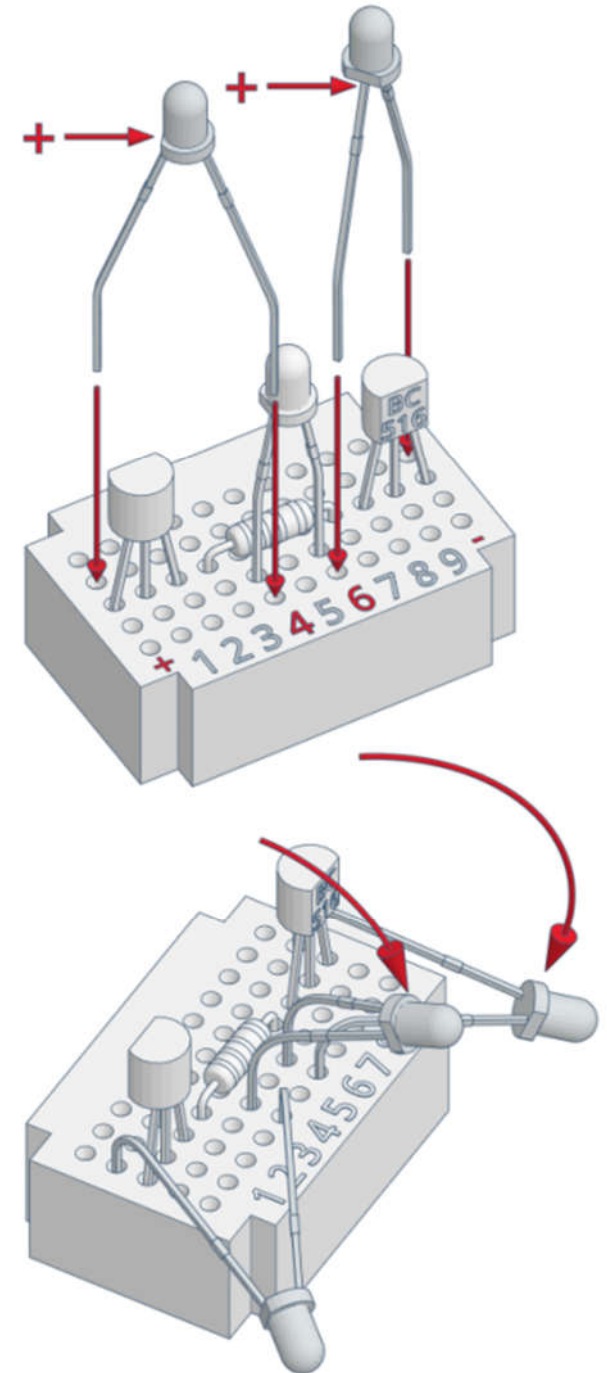
- Steht auf hellem Untergrund still
- Zieht auf dunklem Untergrund seine Bahnen
- Wendet sich von Hellem ab oder bleibt davor stehen

Für den dunklen Untergrund kannst du z.B. schwarzes Papier zuschneiden und auf einen hellen Boden legen. Die Fläche sollte rund sein und einen Durchmesser von mindestens 30 cm haben.

Stelle die Neigung der beiden seitlichen Sensoren so ein, dass varikabi rechtzeitig am Rand wendet.

Justiere den Neigungswinkel des mittleren Sensors so, dass varikabi auf der dunklen Fläche immer in Bewegung bleibt aber auf hellem Untergrund stoppt.

Schaltung: Schattenfolger / Bremsmodus



## 9) Schatten verfolgen



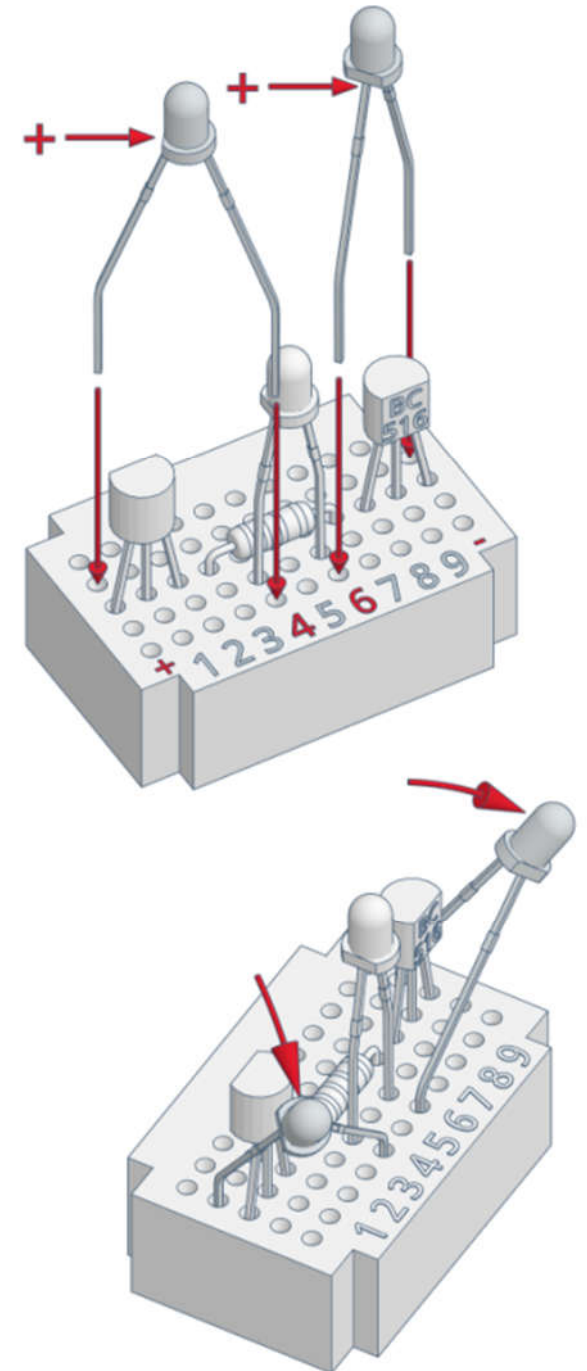
- Meidet Licht und sucht Schatten
- Fährt auf Schatten über sich zu
- Bleibt im Schatten stehen
- Verfolgt den Schatten, wenn er sich bewegt

Wähle einen Platz im Freien oder unter einer Beleuchtung, die sich mindestens in einem Meter Höhe befindet.

Als Schatten eignet sich am besten deine Hand. Achte jedoch darauf, dass du keine Kleidung mit dunklen Ärmel trägst, weil varikabi ansonsten lieber dem Schatten deines Arms folgt.

Wenn du deine Hand über varikabi hältst, steht er still. Bewege die Hand dann langsam nach vor oder zur Seite, sodass varikabi ihr folgen kann.

Schaltung: Schattenfolger / Bremsmodus



# 10) Licht suchen

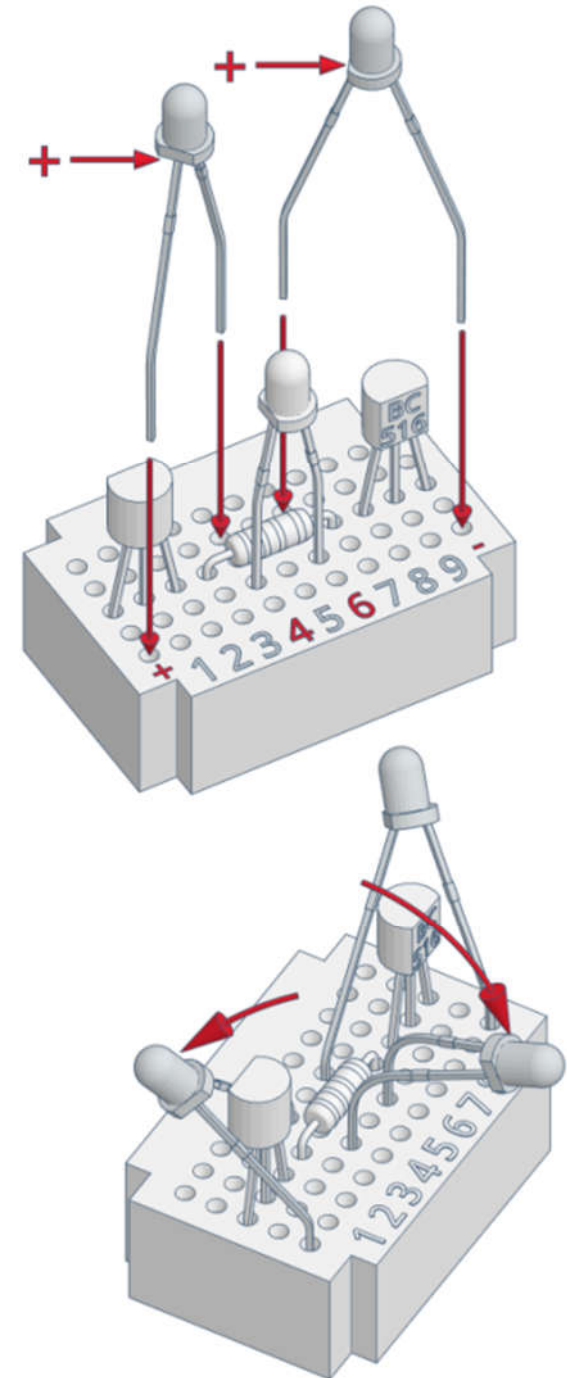


- Sucht eine Beleuchtung über sich und fährt darauf zu
- Bleibt unter dem Licht stehen
- Wendet sich von einem Schatten ab und fährt wieder ins Licht

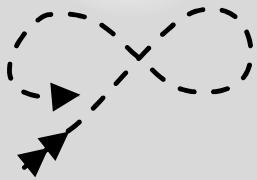
Für dieses Experiment benötigst du einen dunklen Raum und eine Lampe, die sich etwa 30 bis 100 cm über varikabi befindet. Idealerweise kannst du die Lampe auch bewegen. Eine Taschenlampe ist wegen ihrem Fokus allerdings nicht gut geeignet.

Je mehr du den mittleren Sensor nach oben richtest, desto weiter fährt varikabi unter die Lampe, bevor er stehen bleibt. Hältst du deine Hand zwischen varikabi und die Lampe, so versucht varikabi wieder ins Licht zu kommen.

**Schaltung:** Lichtfolger / Bremsmodus



# 11) Licht umkreisen

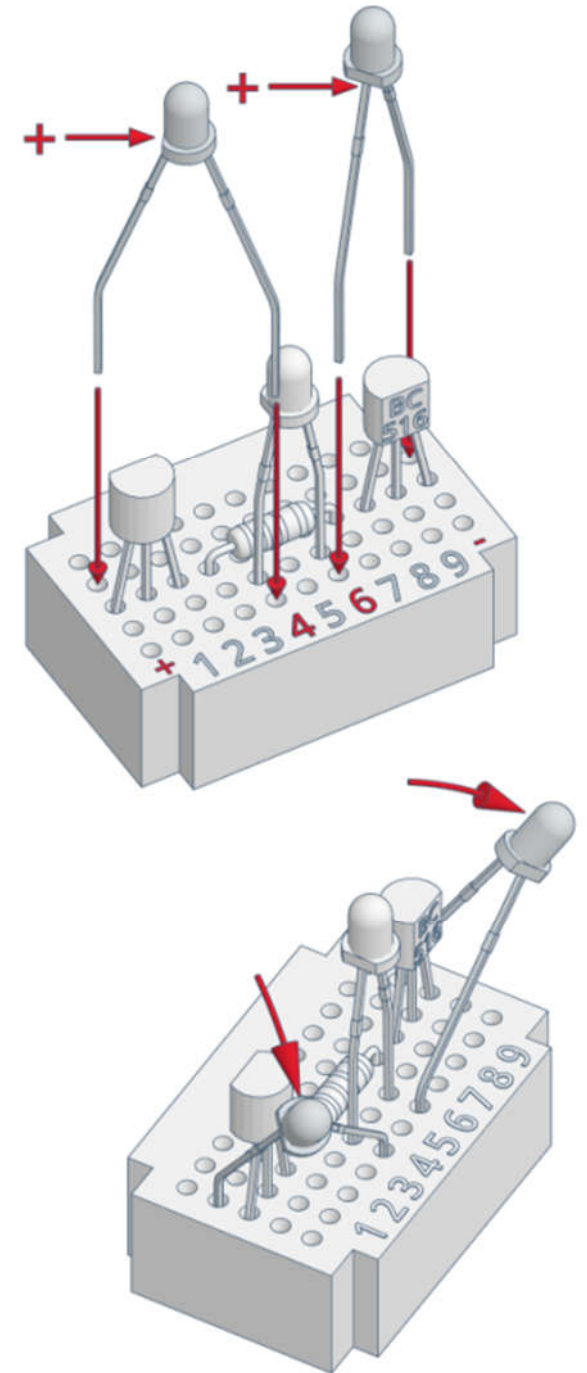


- Sucht eine Beleuchtung und fährt schnell darauf zu
- Zieht dann unter der Beleuchtung gemächliche Kreise
- Beschleunigt bei Schatten über sich

Für dieses Experiment benötigst du wieder eine dunkle Umgebung und eine Lampe, die sich etwa 30 bis 100 cm über varikabi befindet. Eine Taschenlampe ist wegen ihrem zu starken Fokus nicht geeignet.

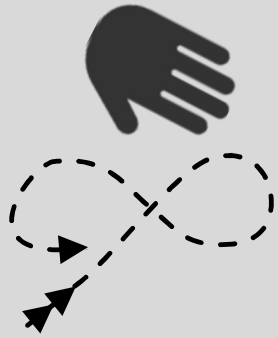
Setzt du varikabi in einiger Entfernung zur Lampe auf den Boden, so wird er schnell auf das Licht zufahren. Unterhalb der Lampe wird er langsamer und wendet immer wieder, um sich nicht von der Lampe zu entfernen. Mit der Neigung der Sensoren stellst du ein, wann varikabi jeweils umkehrt.

**Schaltung:** Lichtfolger / Beschleunigungsmodus





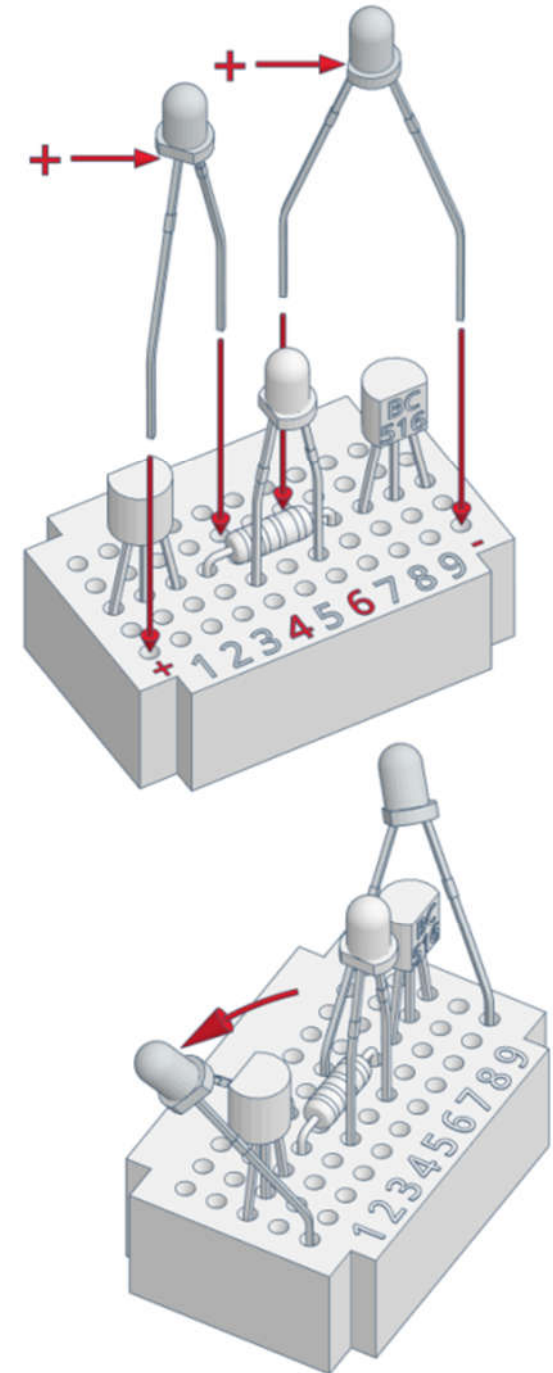
## 12) Schatten umkreisen



- Wendet sich von Licht ab
- Beschleunigt bei einem Schatten über sich
- Versucht im Schatten zu bleiben und wendet immer wieder

Wähle einen Platz im Freien, aber nicht in der Sonne, oder einen Raum mit einer gleichmäßigen Deckenbeleuchtung. Hältst du deine Hand oder einen größeren Gegenstand über varikabi, so beschleunigt er kurz und wendet dann unentwegt, um sich nicht aus dem Schatten zu bewegen. Mit der Neigung der Sensoren stellst du ein, wann varikabi jeweils umkehrt. Die beiden seitlichen Sensoren müssen dabei immer etwas weiter nach hinten gerichtet sein, als der mittlere Sensor.

**Schaltung:** Schattenfolger / Beschleunigungsmodus

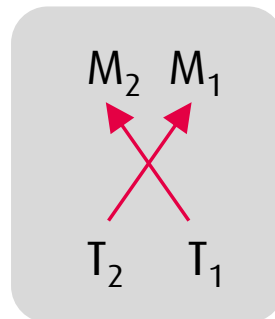
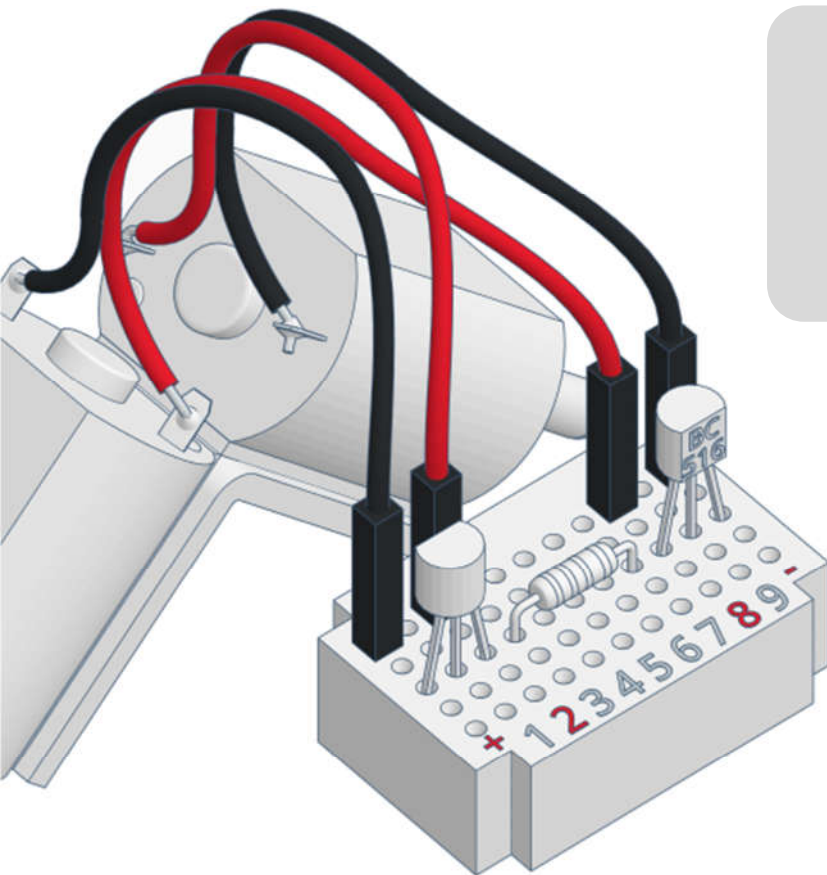


# Anschluss der Motoren

Die Drehzahl der Motoren wird mit Hilfe der Transistoren gesteuert. Abhängig davon, welcher Transistor ( $T_2$ ,  $T_1$ ) welchen der Motoren ( $M_2$ ,  $M_1$ ) ansteuert, fährt varikabi auf Dunkles oder auf Helles zu. SchlieÙe die Motorkabel je nach gewählter Funktion als Licht- oder Schattenfolger an.

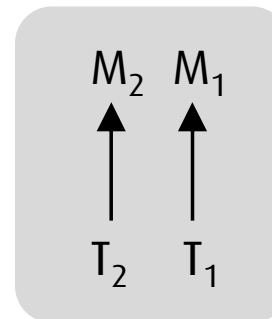
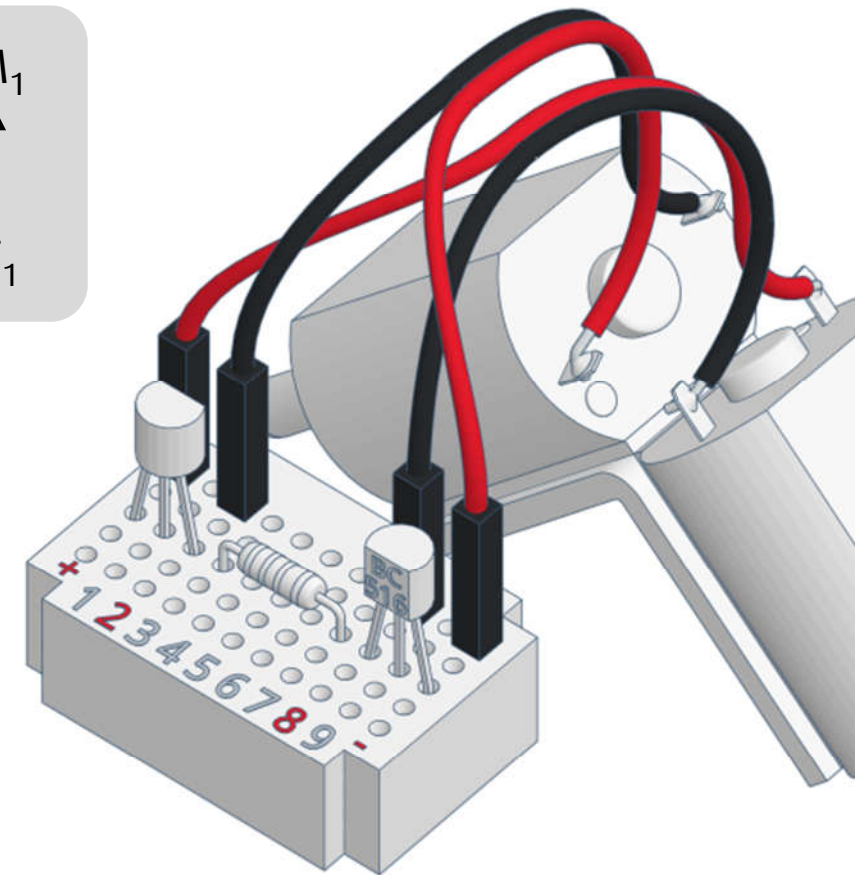
## Lichtfolger

Funktionen: 2, 3, 6, 7, 10, 11



## Schattenfolger

Funktionen: 1, 4, 5, 8, 9, 12



### Achtung:

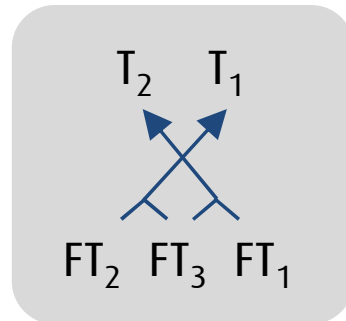
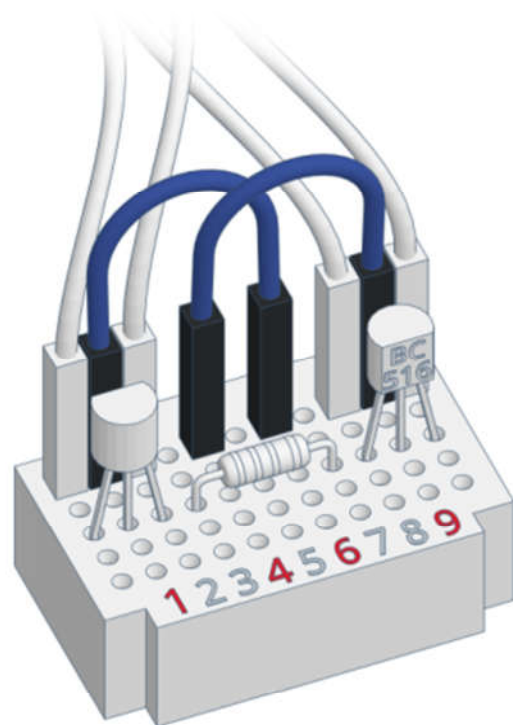
Die roten Kabel werden immer überkreuzt angeschlossen.

# Kabelbrücken

Die blauen Kabel verbinden die Sensoren ( $FT_2$ ,  $FT_3$ ,  $FT_1$ ) in den Reihen 4 und 6 mit den Eingängen der Transistoren ( $T_2$ ,  $T_1$ ) in den Reihen 1 und 9. Es gibt dabei zwei Varianten. Je nachdem, ob Du die Sensoren und Transistoren direkt oder gekreuzt verbindest, wird varikabi bei einer relativen Abschattung des mittleren Sensors langsamer oder schneller.

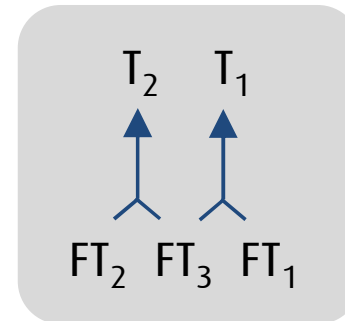
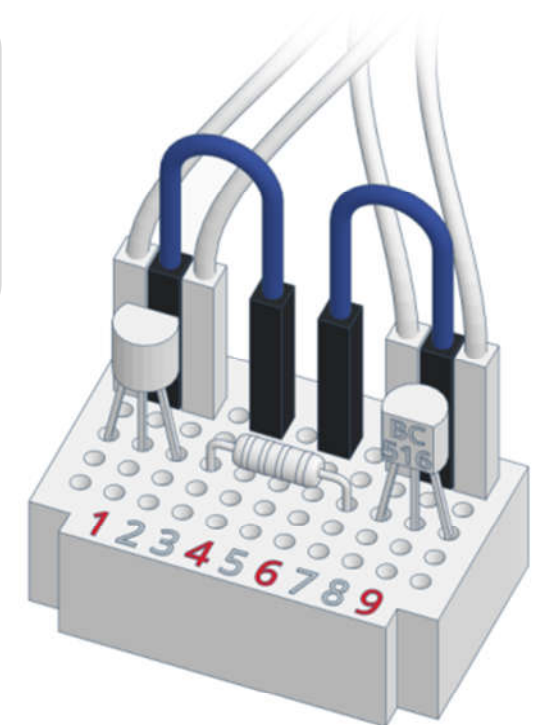
## Bremsmodus

Funktionen: 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10



## Beschleunigungsmodus

Funktionen: 1, 6, 7, 11, 12



# LEDs

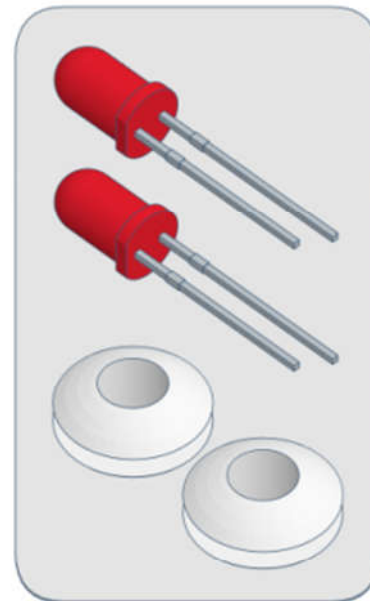
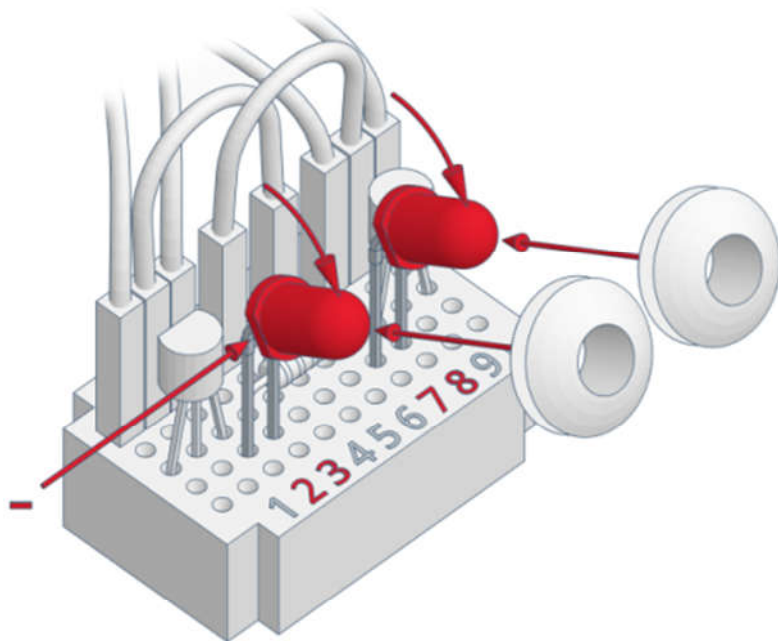
Je nach Farbvariante hast du zwei rote, blaue oder grüne LEDs in deinem varikabi Bausatz.

Im Gegensatz zu Glühlampen müssen LEDs richtig gepolt sein, damit sie leuchten. Das kürzere Beinchen und die Abflachung am Gehäuse markiert den negativen Anschluss (-) einer LED.

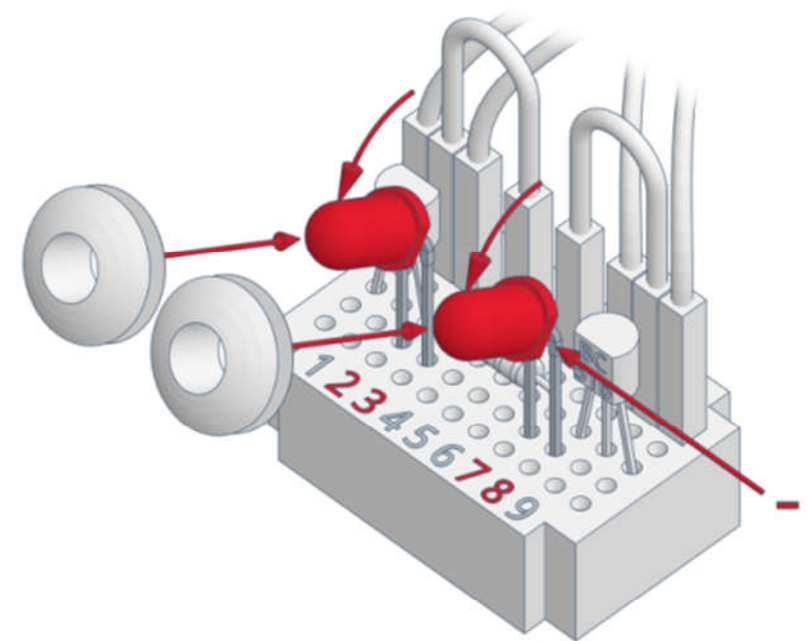
Beim Bremsmodus leuchten varikabis LEDs nur im Stillstand und beim Beschleunigungsmodus nur bei schneller Geschwindigkeit. Daher müssen sie unterschiedlich gepolt eingebaut werden.

Stecke die LEDs jeweils richtig gepolt direkt vor den Transistor bzw. den Widerstand, biege sie etwas nach vorne und stecke schließlich noch die beiden weißen Silikontüllen darauf.

## Bremsmodus



## Beschleunigungsmodus

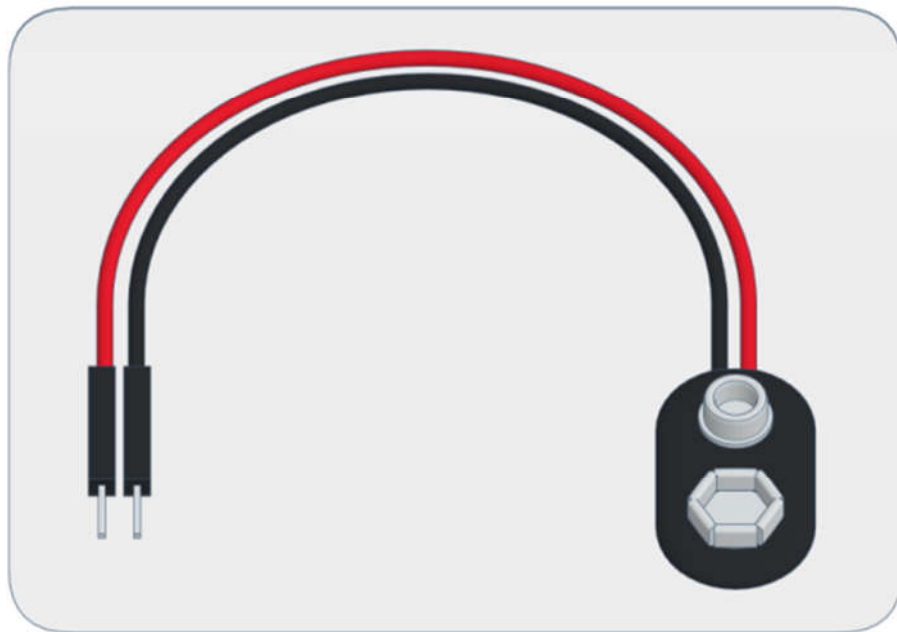




# Stromversorgung

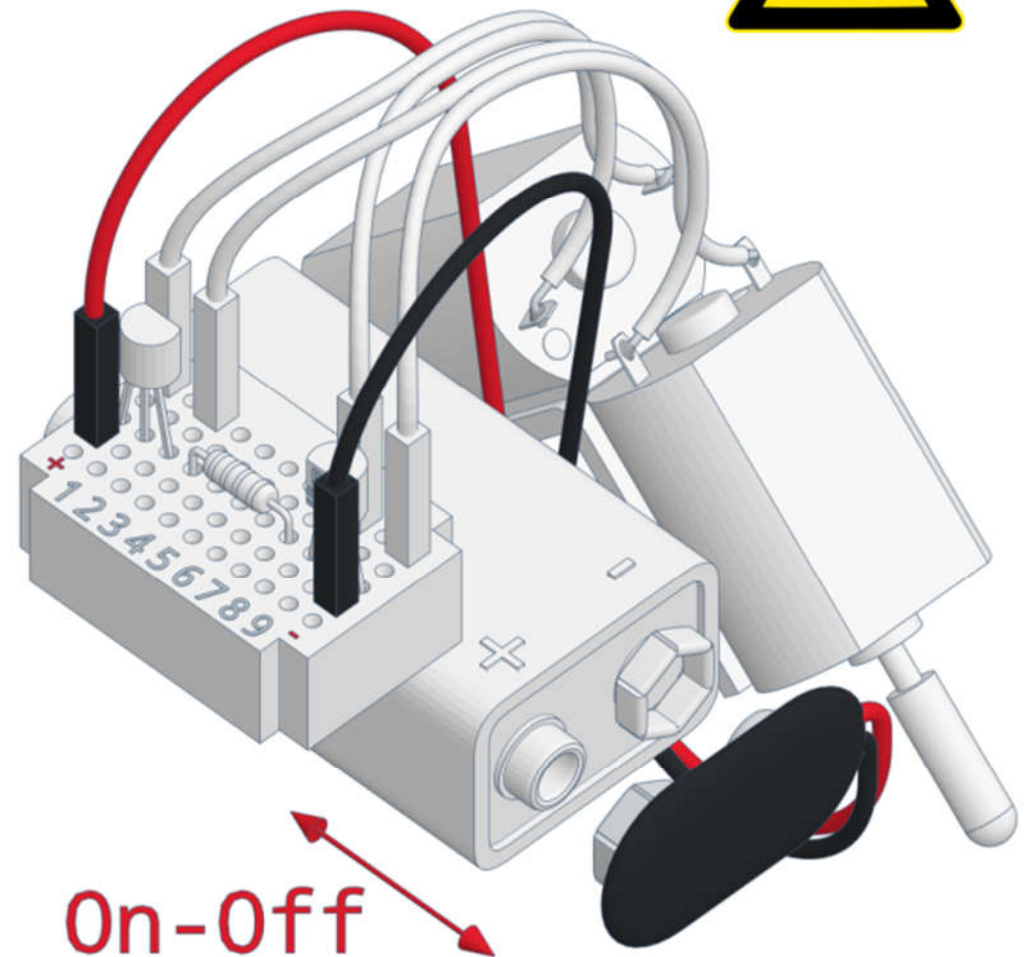
Je nach varikabi Modell kannst Du zunächst die beiden Anschlüsse des Batteriekabels von unten durch die Öffnung zwischen den Motoren und der Batterie führen.

Stecke dann den schwarzen - und den roten + Kontakt in die entsprechenden Reihen am Breadboard. Nutze schließlich immer den Clipanschluss an der Batterie, um varikabi an und aus zu schalten.



## Achtung:

Um einen Kurzschluss zu vermeiden, belasse die Stecker im Breadboard.



# Hinweise zur Beleuchtung

Im Gegensatz zu vielen anderen Robotern muss varikabi kein Infrarotlicht aussenden, um z.B. Linien oder Gegenstände vor sich zu erkennen. Das vereinfacht die Schaltung und reduziert den Stromverbrauch.

Da varikabi auf Helligkeitsunterschiede in seiner Umgebung reagiert, ist es jedoch wesentlich, welche Beleuchtung verwendet wird.

## Merke:

Das Licht von LED-Lampen oder Leuchtstofflampen hat einen geringen Rotanteil und ist für varikabis Sensoren nicht gut wahrnehmbar. Bei Verwendung dieser Leuchtmittel muss daher für eine ausreichend starke Ausleuchtung gesorgt werden.

Damit varikabis Sensoren nicht von der Beleuchtung geblendet werden, ist auch auf eine geeignete Position von Lampen oder Fenstern zu achten.

## Merke:

Die meisten Funktionen lassen sich am besten unter einer ausreichend weit entfernten Lampe oder unter einem Fenster am Boden ausprobieren. Bei seitlichem Lichteinfall hingegen würde varikabi diesem Licht oder seinem eigenen Schatten hinterher fahren, anstatt dem gewünschten Ziel.

Soll varikabi einer Struktur am Untergrund folgen oder ausweichen, so achte darauf, dass der Untergrund nicht spiegelt.

# Fehlerdiagnose

Problem	mögliche Ursachen
varikabi bewegt sich gar nicht	<ul style="list-style-type: none"><li>• Der linke und der rechte Sensor sind falsch gepolt angeschlossen.</li><li>• Ein Batteriekabel steckt nicht richtig im Breadboard oder der Batterieclip nicht auf der 9 V Batterie.</li><li>• Die Batterie oder der Akku ist leer oder defekt.</li><li>• Die Gummikappen stecken zu weit auf den Motorwellen.</li></ul>
Es dreht nur einer der Motoren	<ul style="list-style-type: none"><li>• Der linke oder der rechte Sensor steckt falsch gepolt im Breadboard.</li><li>• Ein Transistor steckt falsch gepolt im Breadboard.</li><li>• Ein Anschlusskabel des Motors steckt nicht korrekt im Breadboard.</li><li>• Eine Gummikappe steckt zu weit auf der Motorwelle.</li></ul>
Ein Motor dreht rückwärts	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dieser Motor ist falsch gepolt angeschlossen.</li></ul>
varikabi fährt nur geradeaus	<ul style="list-style-type: none"><li>• Der mittlere Sensor ist falsch angeschlossen.</li></ul>

Problem	mögliche Ursachen
Die beiden LEDs leuchten nicht	<ul style="list-style-type: none"><li>• Eine oder beide LEDs sind falsch gepolt eingesteckt.</li></ul>
varikabi bleibt am Untergrund hängen	<ul style="list-style-type: none"><li>• varikabi liegt ungleich auf den Kabelbindern auf.</li><li>• Die Spitzen der Kabelbinder sind nicht ausreichend nach oben gebogen.</li><li>• Der Untergrund ist zu uneben für varikabi.</li></ul>

Sollte keine dieser Ursachen auf dein Problem zutreffen, so überprüfe genau, ob alle Bauteile wie im Bauplan beschrieben eingebaut sind.

Benötigst du Hilfe, so wende dich bitte mit einer genauen Fehlerbeschreibung und am Besten auch mit einem Foto von Deinem Roboter an: [info@variobot.com](mailto:info@variobot.com)



# 3) Funktionsweise

Je nachdem, wie die Sensoren mit den Transistoren verbunden sind und welcher Motor von welchem Transistor angesteuert wird, ergeben sich vier grundlegende Verhaltensweisen und Schaltungsvarianten, die auf den folgenden Seiten abgebildet sind.

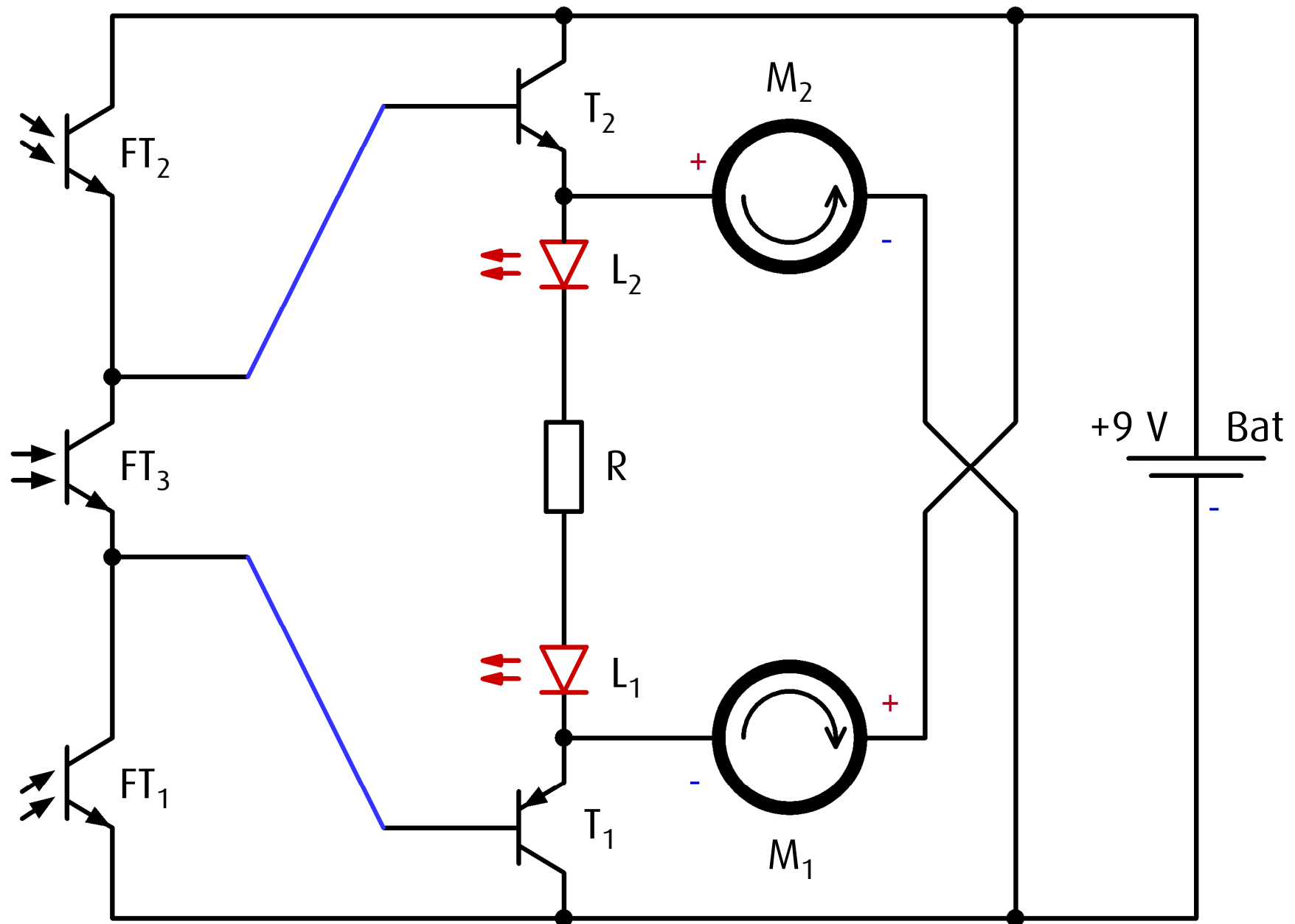
- Beschleunigungsmodus / Schattenfolger
- Beschleunigungsmodus / Lichtfolger
- Bremsmodus / Schattenfolger
- Bremsmodus / Lichtfolger

Alle weiteren Merkmale der 12 Funktionen werden über das Ausrichten der Sensoren eingestellt.

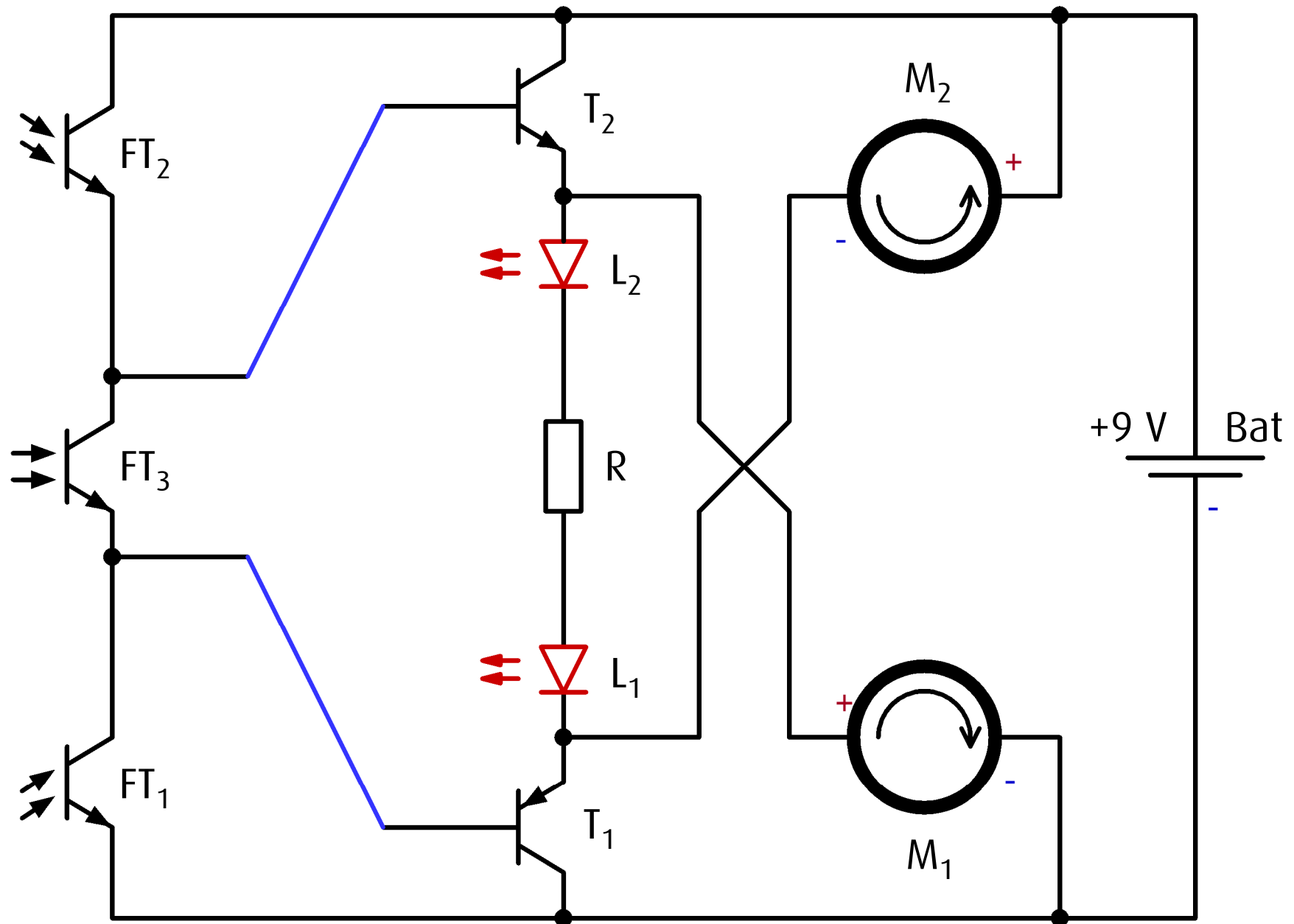
Die schräg eingezeichneten Verbindungen stellen die blauen Kabelbrücken zwischen den Sensoren und den Transistoren dar.

Die beiden LEDs sind mit dem Widerstand in Reihe geschaltet und zwischen den Transistoren angeordnet. Im Beschleunigungsmodus leuchten sie, wenn der Strom durch beide Transistoren fließt. Im Bremsmodus leuchten sie, wenn der Strom in die andere Richtung durch die Motoren fließt, sofern diese stillstehen.

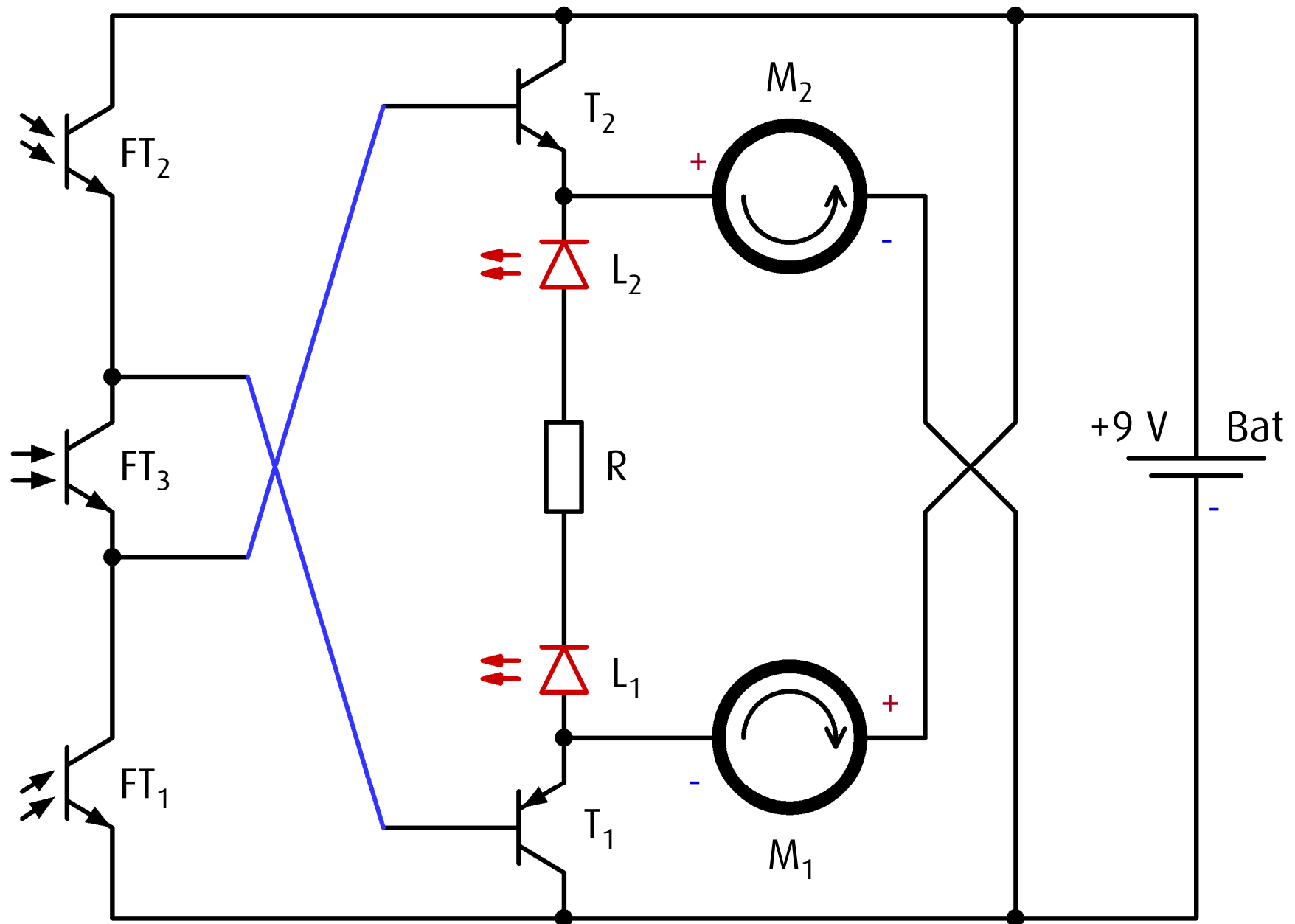
# Schaltung: Beschleunigungsmodus / Schattenfolger



# Schaltung: Beschleunigungsmodus / Lichtfolger

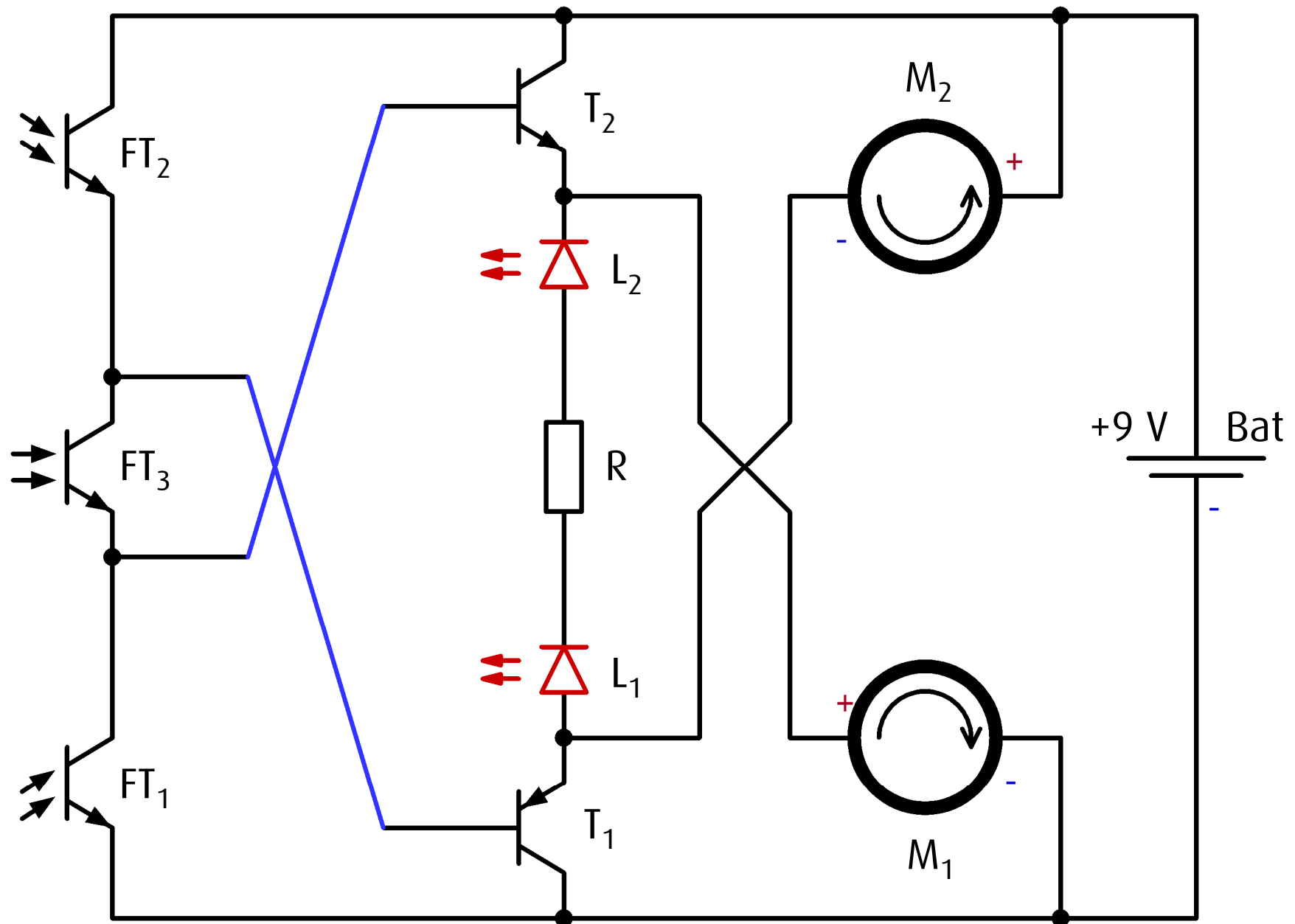


# Schaltung: Bremsmodus / Schattenfolger





# Schaltung: Bremsmodus / Lichtfolger



# Die Transistoren

Ein Transistor ist ein einfacher elektronischer Verstärker mit den drei Anschlüssen: Basis (B), Emitter (E) und Kollektor (C).

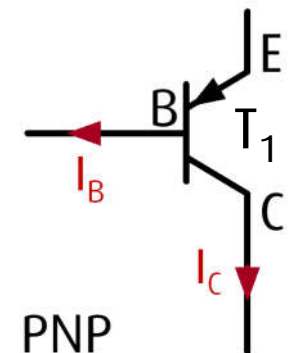
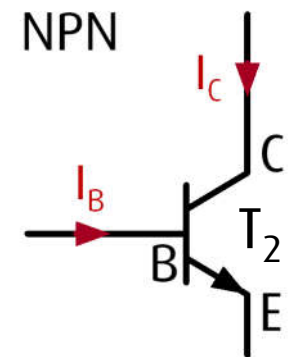
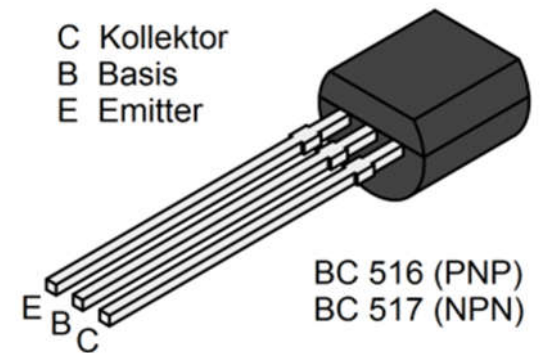
Bei einer ausreichend hohen Spannung von etwa  $U_{BE} = 0.7 \text{ V}$  ( $\text{V} = \text{Volt}$ ) zwischen Basis und Emitter, verringert der Transistor den Widerstand zwischen Kollektor und Emitter und – man sagt – er schaltet durch. Der Kollektorstrom  $I_C$  kann bei gewöhnlichen Transistoren etwa 100 bis 800 mal größer sein als der Basisstrom  $I_B$ .

Bei varikabi werden Darlingtontransistoren mit einer Stromverstärkung von 30.000 verwendet. Um den Motor und die LEDs mit einem Strom von 0.03 A (Ampere) = 30 mA (Milliampere) zu versorgen, wird ein Basisstrom von nur 1  $\mu\text{A}$  (Mikroampere) benötigt:

$$30 \text{ mA} / 30.000 = 0.001 \text{ mA} = 1 \mu\text{A}$$

Ein Darlingtontransistor besteht aus zwei hintereinander geschalteten Transistoren und benötigt anstatt 0.7 V etwa  $U_{BE} = 1.4 \text{ V}$ , um durchzuschalten. Damit die Motoren gegengleich auf die Sensorsignale reagieren, verwendet varikabi ein komplementäres Transistorpaar:

Einen PNP Transistor für  $T_1$  (BC516) und einen NPN Transistor für  $T_2$  (BC517).



Die nebenstehende Abbildung zeigt eine einfache Schaltung mit einer Batterie, einem Motor und einem NPN Transistor. Darunter ist die entsprechende Schaltung mit einem PNP Transistor dargestellt. Der Strom fließt jeweils in Richtung des schwarzen Pfeiles von Plus nach Minus.

Es gibt drei verschiedene Grundschaltungen mit einem Transistor. varikabi nutzt die sogenannte **Kollektorschaltung**. Sie wird Kollektorschaltung genannt, weil der Kollektor (C) an einer konstanten Spannung (Batterie) anliegt.

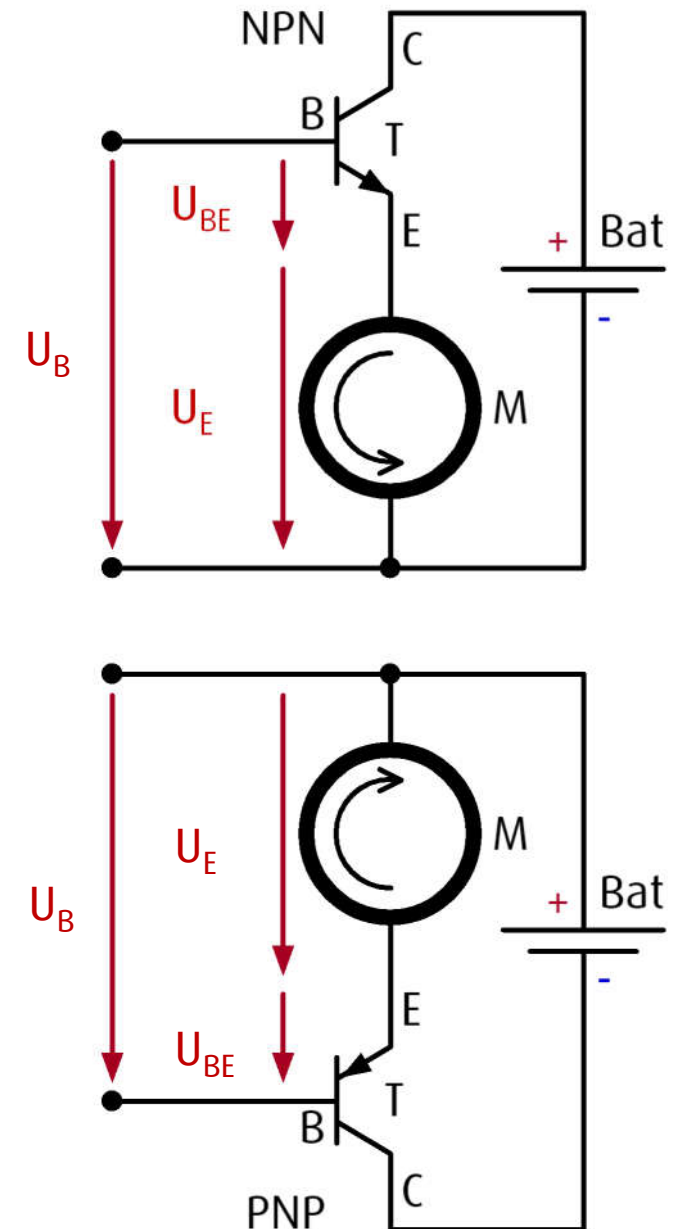
Die roten Pfeile symbolisieren die Spannungen. Dabei ist zu sehen, dass die Spannung am Motor  $U_E$  um die Basis-Emitter-Spannung  $U_{BE}$  kleiner ist, als die Basisspannung  $U_B$ .

$$U_E = U_B - U_{BE} = U_B - 1.4 \text{ V}$$

### Merke:

Weil die Spannung am Emitter (E), der Spannung an der Basis (B) bis auf die Differenz von  $U_{BE}$  folgt, wird diese Schaltung auch **Emitterfolger** genannt.

Mit der Steuerspannung  $U_B$  und einem sehr kleinen Strom  $I_B$  kann also die Spannung  $U_E$  und damit die Geschwindigkeit des Motors gesteuert werden.



# Die Sensoren

variablen Fototransistoren (FT) sind ähnlich aufgebaut wie ein Transistor. Der Kollektor (C) liegt auf der Plusseite und der Emitter (E) auf der Minusseite. Anstatt einem Basisanschluss verfügen sie allerdings über eine lichtempfindliche Fläche. Der Lichteinfall bestimmt die Durchlässigkeit zwischen dem Kollektor und dem Emitter.

Im Schaltplan sieht man, dass die drei Fototransistoren  $FT_2$ ,  $FT_3$  und  $FT_1$  alle verbunden sind. Man sagt sie sind in Reihe geschaltet. Diese Reihenschaltung ergibt einen sogenannten Spannungsteiler, der die Spannung der 9 V Batterie in Abhängigkeit der Beleuchtung der Sensoren aufteilt.

## Beispiele:

- Bei exakt gleich starker Beleuchtung sind unabhängig von der Helligkeit die Spannungen an den Sensoren jeweils 3 Volt:  $U_2 = U_3 = U_1 = 3 \text{ V}$
- Wäre z.B. der mittlere Sensor  $FT_3$  vier mal heller beleuchtet als  $FT_2$  und  $FT_1$ , so würde an  $FT_3$  eine viermal kleinere Spannung abfallen und sich die Versorgungsspannung wie folgt aufteilen:  $U_2 = 4 \text{ V}$ ,  $U_3 = 1 \text{ V}$ ,  $U_1 = 4 \text{ V}$

## Merke:

Die beiden veränderlichen Spannungen zwischen den drei Sensoren steuern die Geschwindigkeit der zwei Motoren.

