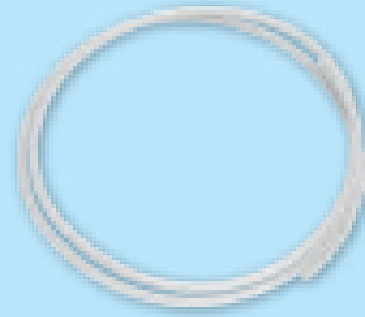


## Zuschneiden der Schlauchstücke

In deinem Kasten findest du 2 Schläuche von jeweils 120 cm. Diese schneidest du jetzt in die angegebenen Stücke, sodass du für die Modelle immer die passenden Längen bereitliegen hast. Die Schlauchstücke kannst du immer wieder verwenden.

Schlauch 1: 2 x 60 cm

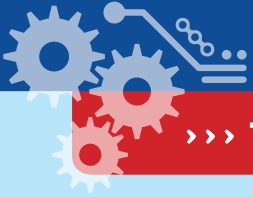
Schlauch 2: 1 x 10 cm, 2 x 20 cm, 1 x 25 cm, 1 x 40 cm



## Abkürzungen von physikalischen Größen

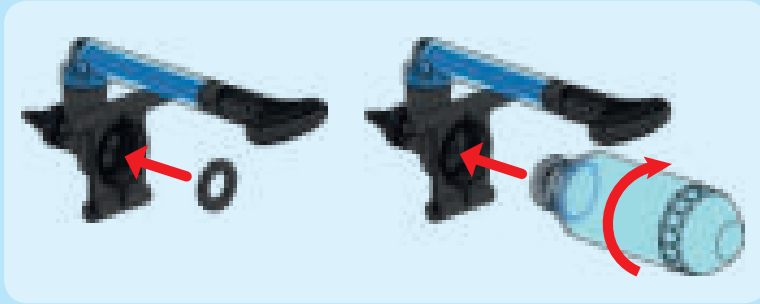
a		Abstand zum Schwerpunkt
A, B, C, D		verschiedene Längen
A		Fläche
F		Kraft
	F <sub>A</sub>	Auftriebskraft
	F <sub>E</sub>	Gewichtskraft der Erde
	F <sub>G</sub>	Gewichtskraft
	F <sub>R</sub>	Kraft der Rakete
H		Haltepunkt

H <sub>2</sub>	Wasserstoff
H <sub>2</sub> O	Wasser
L	Länge eines Hebelarms
M	Drehmoment
O <sub>2</sub>	Sauerstoff
p	Druck
S	Schwerpunkt
u	Geschwindigkeit der Strömung



## >>> TIPPS UND TRICKS

### Druckluftspeicher und Pumpe



### Reifen und Felge





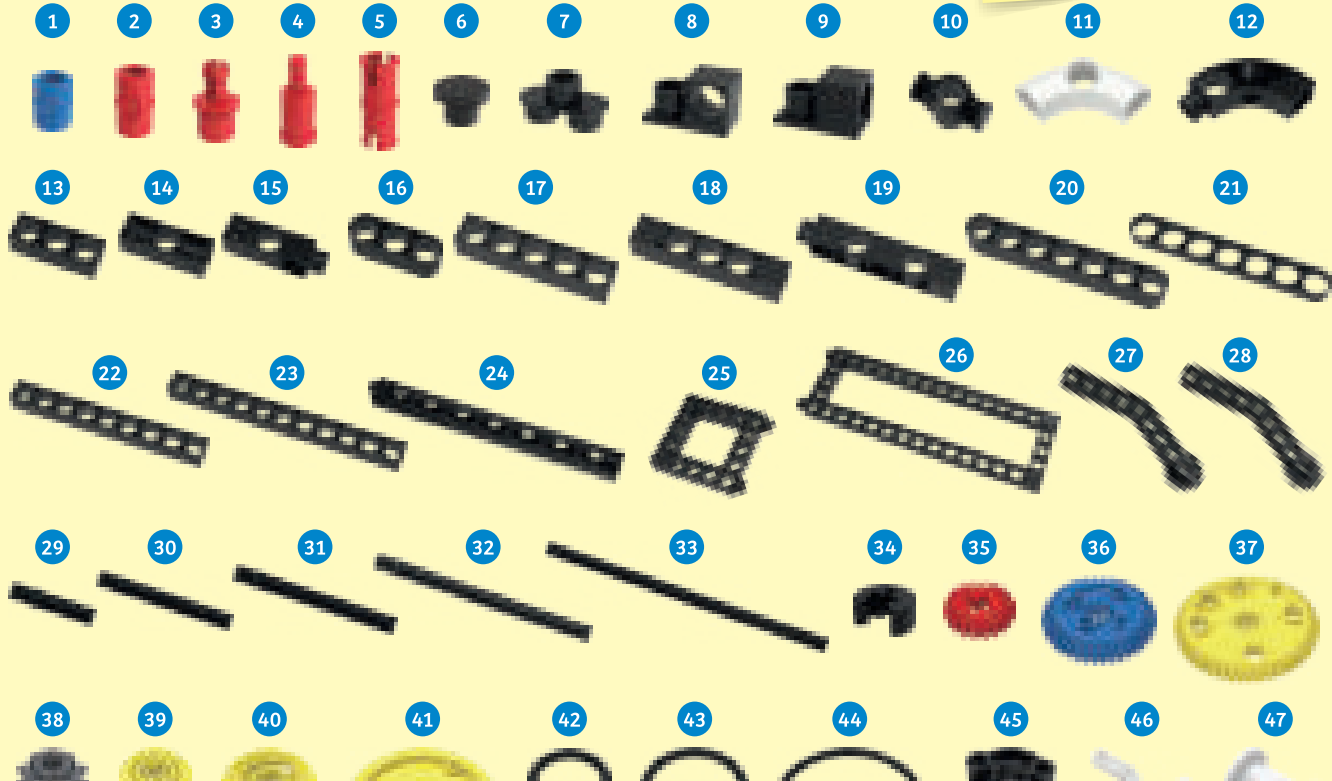


## >>> AUSSTATTUNG

**GUT ZU WISSEN!** Die Teile des Kastens kannst du auf [kosmos.de](http://kosmos.de) im Servicebereich nachbestellen.

Die nicht im Kasten enthaltenen Materialien sind unter »Du brauchst« durch *kursive Schrift* markiert.

## Was in deinem Experimentierkasten steckt:



○ 22	9er-Lochstab	6	717 806
○ 23	11er-Lochstab	4	716 304
○ 24	Zahnstange	2	716 356
○ 25	Minirahmen	2	718 936
○ 26	Großer Rahmen	2	718 541
○ 27	Abgewinkelter Stab A	2	719 212
○ 28	Abgewinkelter Stab B	2	719 213
○ 29	Achse 35 mm	3	716 861
○ 30	Achse 60 mm	2	718 278
○ 31	Achse 70 mm	2	713 490
○ 32	Achse 100 mm	3	716 901
○ 33	Achse 150 mm	2	703 518
○ 34	Achsensicherung	2	702 813
○ 35	Rotes Zahnrad	6	710 062
○ 36	Blaues Zahnrad	2	716 179
○ 37	Gelbes Zahnrad	2	715 047
○ 38	Kettenrad	2	720 232
○ 39	Kleine Rolle	2	707 011
○ 40	Mittlere Rolle	2	707 010

○ 62	Druckluftspeicher	1	719 207
○ 63	Pumpe	1	719 208
○ 64	Klemme	1	720 237
○ 65	Halterung	1	719 219
○ 66	Kreuzverbinder	1	716 685
○ 67	Schwarzer Dübel	4	715 744
○ 68	Unterlegscheibe	1	703 242
○ 69	Bambusstab 150 mm	2	715 746
○ 70	Bambusstab 220 mm	2	715 747
○ 71	Bambusstab 300 mm	3	720 233
○ 72	Schnur	1	714 240
○ 73	Dübelheber	1	702 590
○ 74	Halter für Mikroskop	2	720 238
○ 75	Folien	1	720 239
○ 76	Stanzbogen	1	720 240
○ 77	Gelber Dübel	2	720 234
○ 78	Kleiner O-Ring für Ventil	1	720 241
○ 79	Ventil	1	720 242
○ 80	Regler für Ventil	1	720 243

### Was du zusätzlich brauchst:

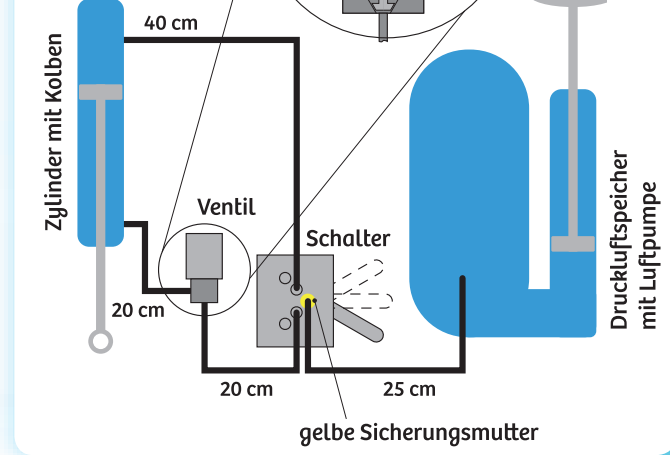
Schere, Klebeband, Maßband, kleine Gegenstände (z. B. Spielzeugautos oder Bausteine), Gegenstände zum Greifen (z. B. kleiner Ball), Küchenwaage, Brett, Bücher, kleine Münzen oder Steinchen, großes Wasserbecken (z. B. gefüllte Badewanne, Planschbecken), hohes Wasserbecken (z. B. hoher Eimer, Plastikwanne), Unterlegscheiben oder 50-Cent-Münzen (16 Stück) oder 1-€-Münzen (17 Stück), Stuhl, Smartphone, Taschen- oder Fahrrad- oder Stirnlampe, kleine transparente Dinge (Laubblätter, Blüten, ...)

## Checkliste: Suchen – Anschauen – Abhaken

✓	Nr.	Bezeichnung	Anzahl	Art.-Nr.
<input type="radio"/>	1	Blauer Dübel	40	717 767
<input type="radio"/>	2	Roter Dübel	20	702 527
<input type="radio"/>	3	Achsstößel	2	702 525
<input type="radio"/>	4	Achsstift	1	702 526
<input type="radio"/>	5	Gelenkröhrchen	12	702 524
<input type="radio"/>	6	Kappe	6	716 676
<input type="radio"/>	7	Brückendübel	6	716 889
<input type="radio"/>	8	Querverbinder	2	716 682
<input type="radio"/>	9	Längsverbinder	2	716 884
<input type="radio"/>	10	Verbinder mit Loch	4	719 233
<input type="radio"/>	11	Gebogener Stab weiß	1	717 971
<input type="radio"/>	12	Gebogener Stab schwarz	7	716 310
<input type="radio"/>	13	3er-Lochstab	3	719 234
<input type="radio"/>	14	3er-Kreuzlochstab	6	717 899
<input type="radio"/>	15	3er-Querlochstab	1	716 859
<input type="radio"/>	16	3er-Rundlochstab	4	716 872
<input type="radio"/>	17	5er-Lochstab	4	716 876
<input type="radio"/>	18	5er-Kreuzlochstab	4	716 677
<input type="radio"/>	19	5er-Querlochstab	3	717 889
<input type="radio"/>	20	7er-Rundlochstab	4	716 878
<input type="radio"/>	21	7er-Rundlochstab flach	4	716 879

✓	Nr.	Bezeichnung	Anzahl	Art.-Nr.
<input type="radio"/>	41	Große Rolle	2	710 197
<input type="radio"/>	42	Kleiner O-Ring	2	703 250
<input type="radio"/>	43	Mittlerer O-Ring	2	703 251
<input type="radio"/>	44	Großer O-Ring	2	703 809
<input type="radio"/>	45	Stabverbinder	2	718 543
<input type="radio"/>	46	Haken	1	706 533
<input type="radio"/>	47	Schnurrolle	1	706 854
<input type="radio"/>	48	Kurbel	1	719 237
<input type="radio"/>	49	Felge	4	720 236
<input type="radio"/>	50	Reifen	4	720 235
<input type="radio"/>	51	Kleiner Gummiring	2	702 596
<input type="radio"/>	52	Großer Gummiring	2	703 241
<input type="radio"/>	53	Basis	6	714 012
<input type="radio"/>	54	Schwimmkörper-Kappe/Ponton	4	714 011
<input type="radio"/>	55	Schwimmkörper/(Ballast-)Tank	2	714 010
<input type="radio"/>	56	Schlauch	2	710 129
<input type="radio"/>	57	Sicherungsmutter	1	710 137
<input type="radio"/>	58	Schalter	1	710 126
<input type="radio"/>	59	Zylinder mit Kolben	1	719 214
<input type="radio"/>	60	Griff	1	719 215
<input type="radio"/>	61	Flacher O-Ring	1	710 135

4. Pumpe Luft in den Druckluftspeicher (30–50 mal pumpen).
5. Jetzt schaltest du den Hebel hin und her – der Kolben im Zylinder bewegt sich nun hinein und hinaus.
6. Mit dem Regler am Ventil kannst du die Geschwindigkeit einstellen, mit der sich der Kolben bewegt.



## WAS PASSIERT ?

Wenn du die Luftpumpe betätigst, drückst du Luft in den Druckluftspeicher. Wenn nun der Hebel des Schalters betätigt wird, dann strömt die Luft durch die Schläuche und das Ventil zum Zylinder. Je nachdem wie weit das Ventil geöffnet ist, geschieht dies schneller oder langsamer. Beim Öffnen des Ventils verringert sich der Strömungswiderstand und damit kann die Luft besser fließen. In gleicher Zeit strömt daher mehr Luft in den Zylinder und schiebt den Kolben schneller raus. Wenn du den Hebel in die andere Richtung stellst, dann wird der Kolben sich nach innen bewegen. Da die Luft auch wieder durch das Ventil muss, passiert das mit der gleichen Geschwindigkeit.

## Experiment zum Durchstarten

Bevor es so richtig losgeht, kannst du hier die wichtigsten Teile des Kastens testen!

**LUST AUF MEHR?**

Dann komm mit in die spannende Welt der Technik ...

# Die Kraft der Luft

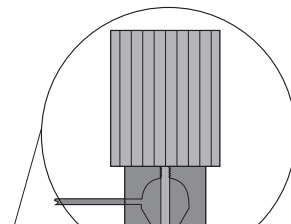
## DU BRAUCHST

- › Schlauch
- › Sicherungsmutter
- › Schalter
- › Zylinder mit Kolben und Griff
- › Druckluftspeicher, Pumpe und flacher O-Ring
- › zusammengebautes Ventil



## SO GEHT'S

1. Suche die Schlauchstücke der Länge 20 cm (2 x), 25 cm und 40 cm (siehe Tipps & Tricks, S. 1) heraus.
2. Zuerst baust du die Teile wie in der Skizze gezeigt zusammen (siehe Tipps & Tricks, vordere Umschlaginnenseite und S. 1).
3. Bringe den Hebel am Schalter in die Mittelstellung.





Strandsegler .....	72
Jet-Boot .....	76
U-Boot und Pumpstation .....	80

**In der Luft .....** 90

**Die Modelle:**

Ahornsamens .....	91
Segelflieger .....	93
Helikopter .....	96
Windmühle .....	104

**Kamera & Co .....** 111

**Die Modelle:**

Steady-Cam .....	112
Stativ .....	118
Selfie-Stick .....	124
Mikroskop .....	129

**Impressum .....** Hintere Umschlagaußenseite

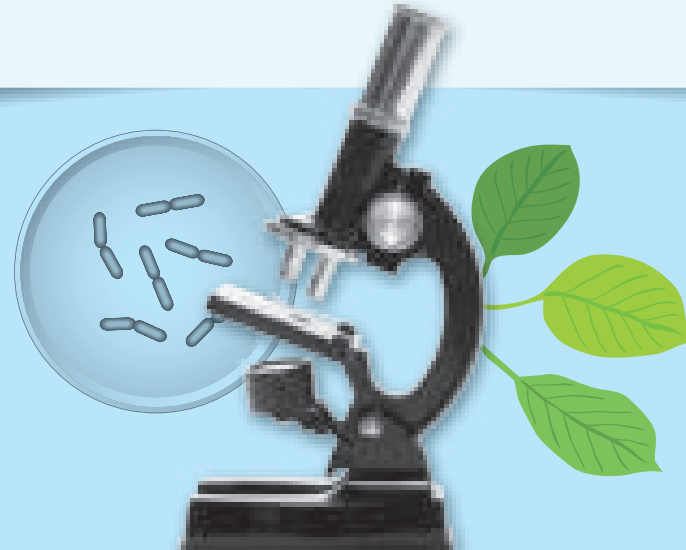


**TIPP!**

Über jedem Modellaufbau findest du einen roten Balken:

» Er zeigt dir, wie schwierig der Aufbau des Modells ist:

einfach	mittel	schwierig



## >>> INHALT

### TIPP!

Zusätzliches Wissen findest du hier: »Nachgehakt«  
Seiten 35, 36, 66, 67, 88, 89, 109, 110, 135 und 136.



**Sicherheitshinweise** ..... **Vordere Umschlaginnenseite**

<b>Tipps und Tricks</b> .....	<b>Vordere Umschlaginnenseite und 1</b>
<b>Ausstattung</b> .....	<b>2</b>
<b>Experiment zum Durchstarten</b> .....	<b>4</b>
<b>Inhalt</b> .....	<b>5</b>

### EXPERIMENTE

**Menschen und Maschinen** ..... **6**

#### Die Modelle:

Streckenmessrad .....	7
Kreisel .....	11
Hebebühne .....	14
Roboterarm .....	23
Gabelstapler .....	29

**Am Boden** ..... **37**

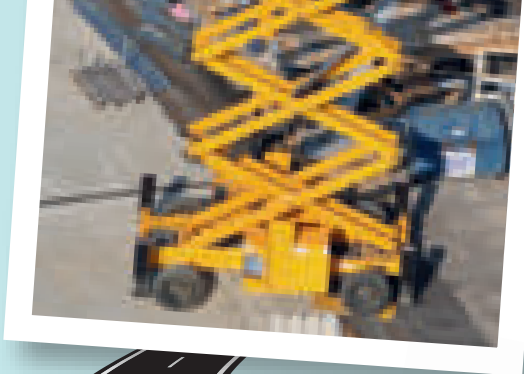
#### Die Modelle:

Dragster .....	38
Trike .....	42
Kran .....	46
Pneumatischer Stoßdämpfer .....	53
Auto mit Bremse .....	60

**Auf dem Wasser und am Strand** ..... **68**

#### Die Modelle:

Katamaran .....	69
-----------------	----

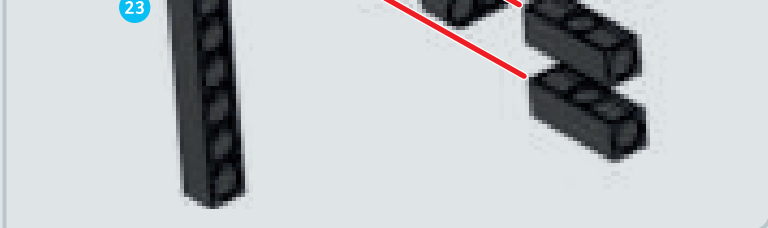
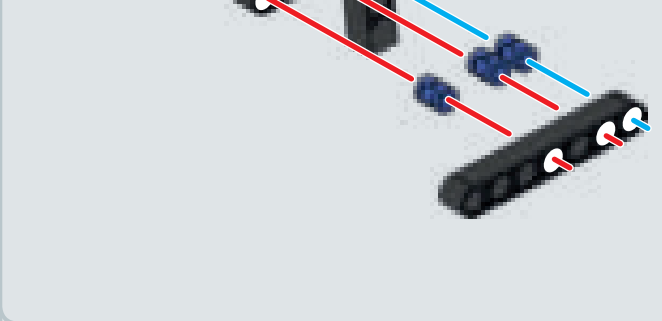
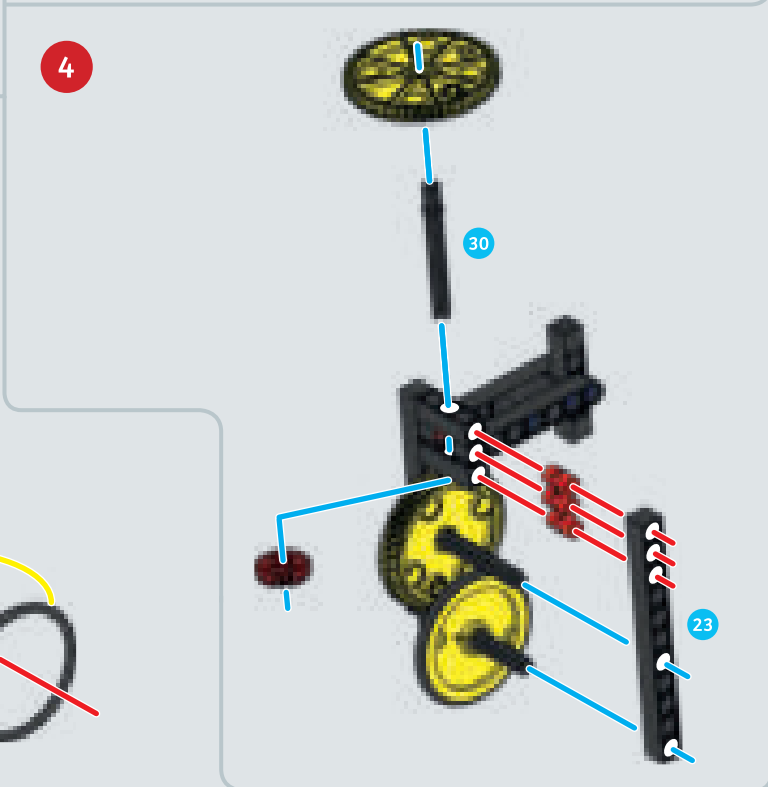
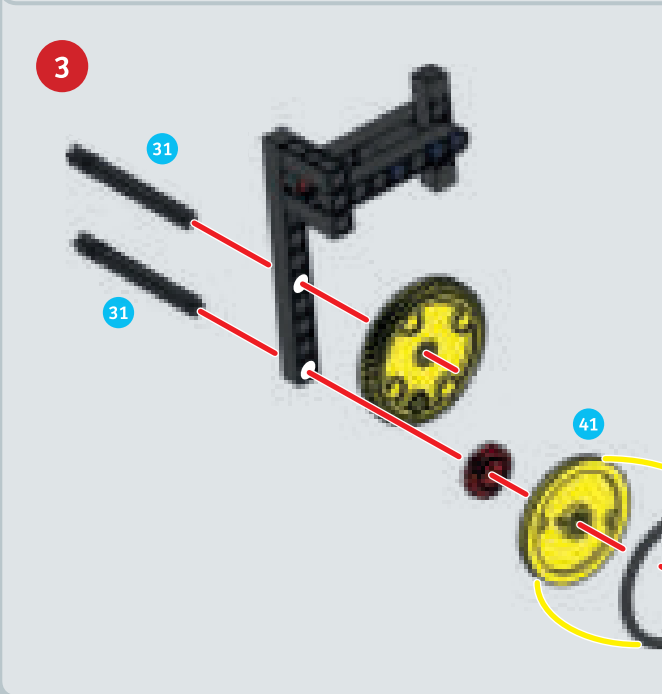




# Menschen und Maschinen

Der Mensch versucht seit jeher, sich das Leben durch Werkzeuge zu erleichtern. Von den ersten Faustkeilen bis zu komplexen Maschinen ist es ein langer Weg. Probiere hier aus, mit welchen Maschinen wir heute arbeiten können. Sie greifen, heben, messen und helfen uns bei der Orientierung.



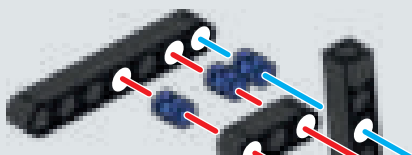


## ● ● ● STRECKENMESSRAD

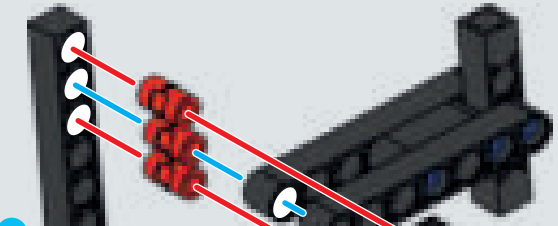
- 1 23x
- 2 6x
- 6 2x
- 12 2x
- 14 3x
- 16 1x
- 18 3x
- 20 2x
- 21 2x
- 22 2x
- 23 4x
- 26 2x
- 30 1x
- 31 2x
- 35 2x
- 37 2x
- 41 1x
- 44 1x
- 76 1x

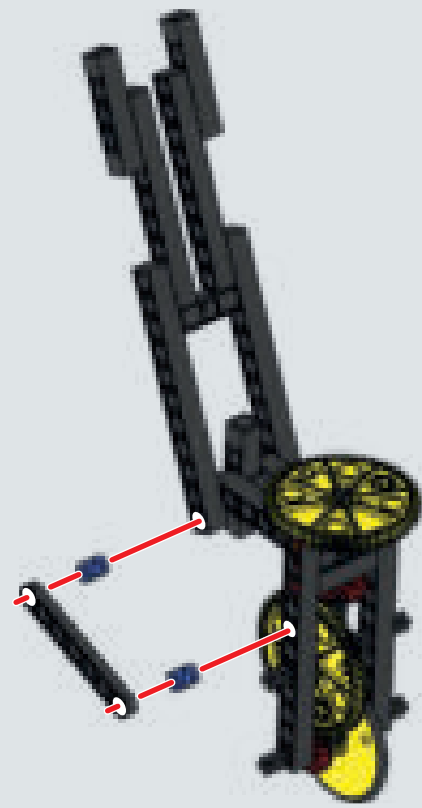
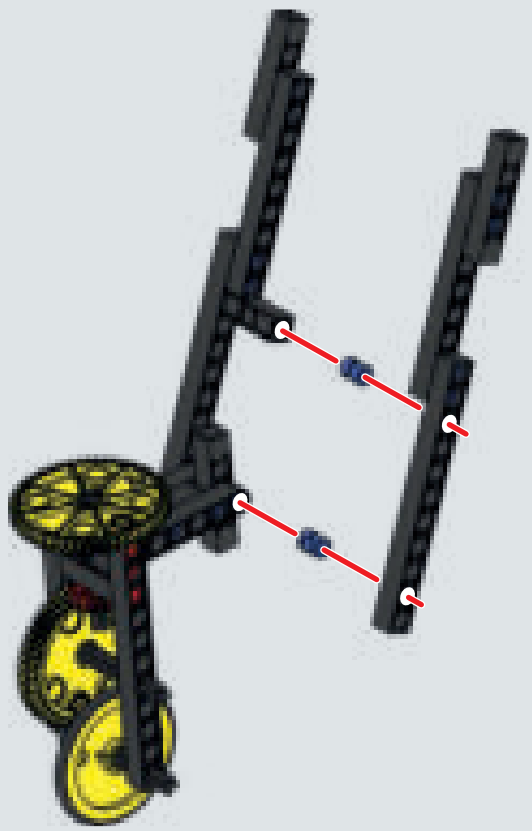


1



2



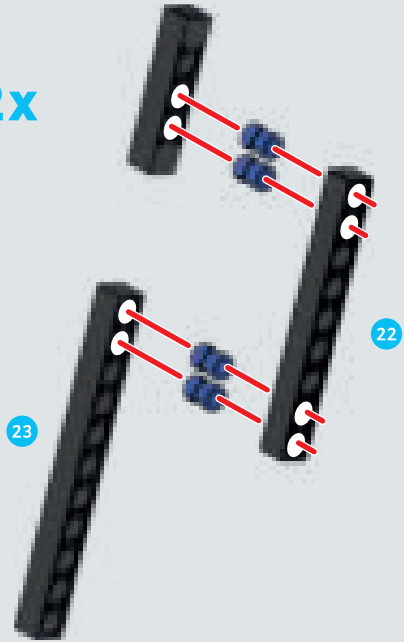




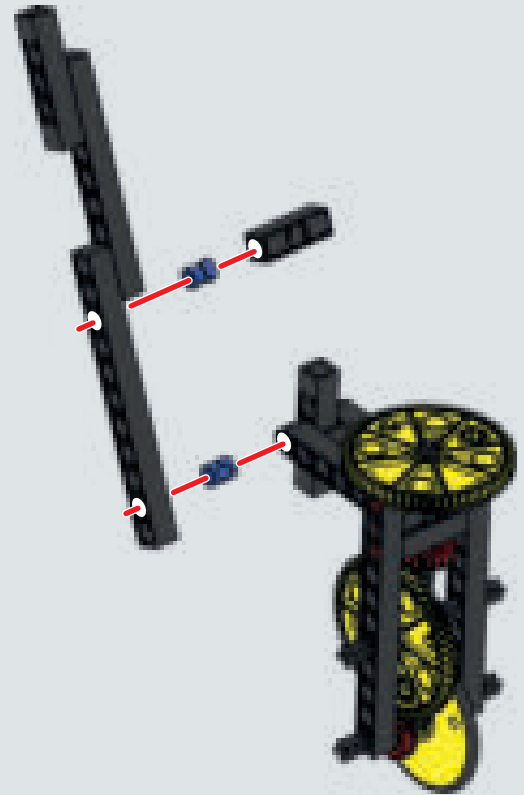
# STRECKENMESSRAD

5

2x



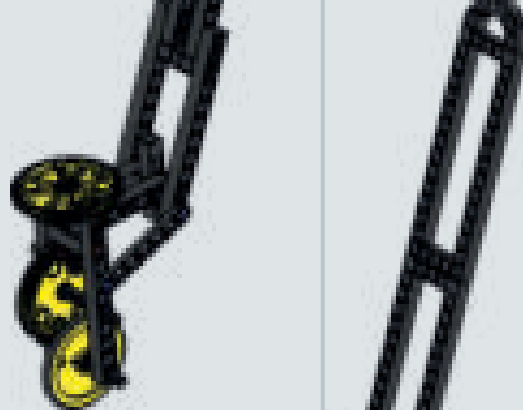
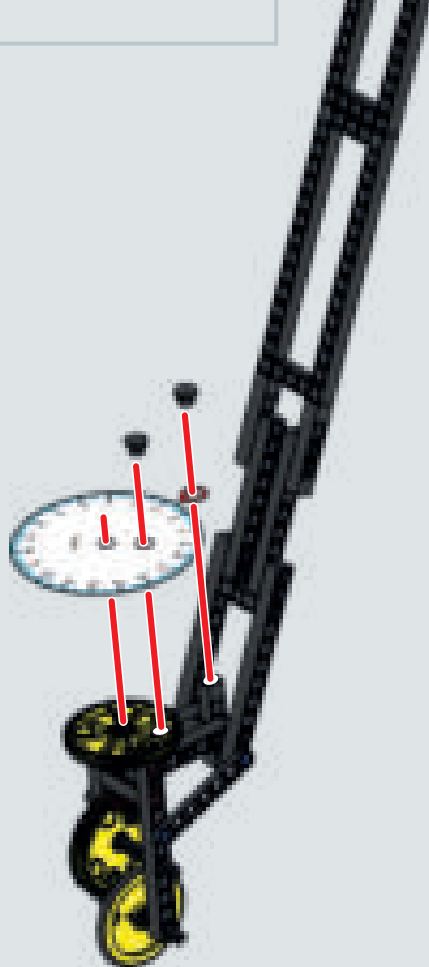
6



7

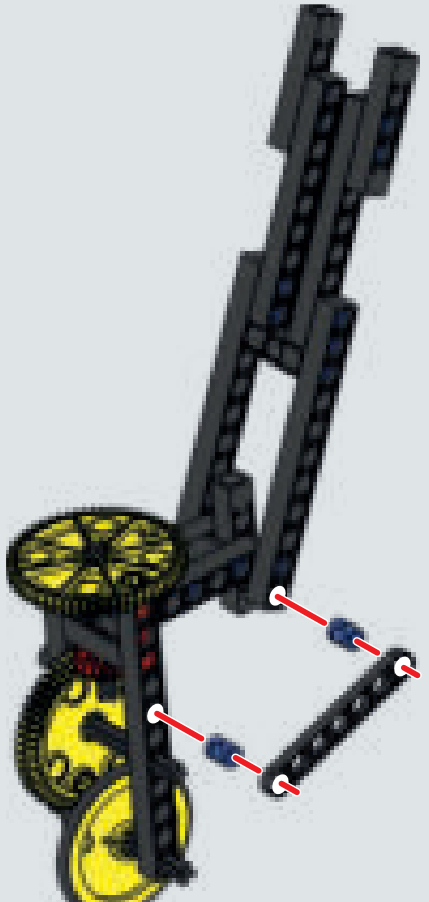
8

12

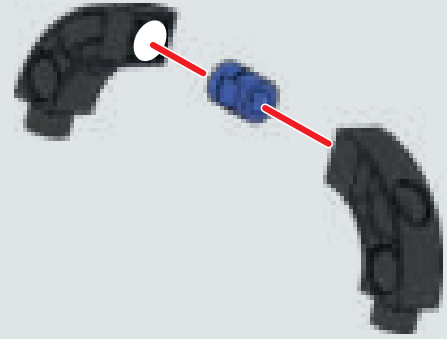


Fertig!

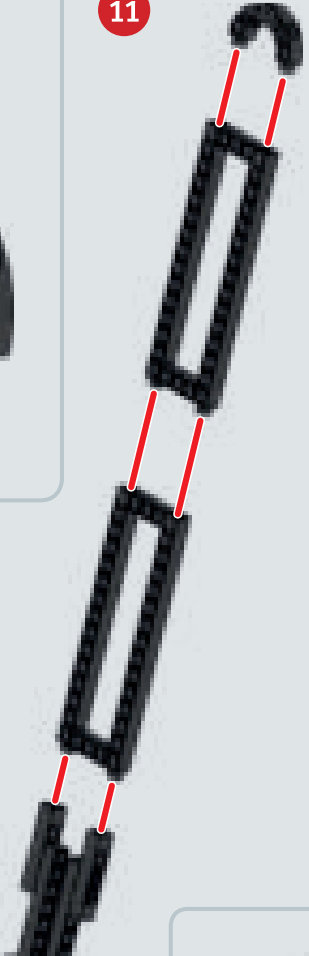
9



10



11



Solche Streckenmessräder werden z. B. von der Polizei verwendet, um bei einem Unfall die Länge von Brems Spuren zu messen. Daraus kann man die Geschwindigkeit der beteiligten Autos berechnen. Im Straßen- und Landschaftsbau werden sie auch benutzt, um z. B. die Länge von Wegen oder die Abstände von Warnbaken zu messen.



Achsen der Kegelräder meist in einem Winkel von  $90^\circ$ . Damit kann die Richtung der Rotation geändert werden – hier von vertikal auf horizontal.

**LUST AUF MEHR?**

Mit Hilfe des Streckenmessrades kannst du aus einem langen Bindfaden ein Maßband erstellen. Dieses kannst du in den weiteren Versuchen nutzen. Miss dafür mit dem Streckenmessrad 10 cm ab und mache dann einen Knoten in den Faden. Du kannst das Maßband noch verfeinern, wenn du die Knoten alle 5 cm machst.



**STICHWORT WARNBAKE**

Eine **Warnbake** ist ein Verkehrszeichen, welches dazu verwendet wird, den Verkehrsteilnehmern den Fahrbahnrand oder ein Hindernis auf der Fahrbahn zu zeigen. Um besonders aufzufallen, besitzt es eine schräge Schraffur aus zwei unterschiedlichen Farben.





## VERSUCH 1

# Streckenmessrad

## DU BRAUCHST

- › das zusammengebaute Streckenmessrad
- › verschiedene Strecken zum Ausmessen

## SO GEHT'S

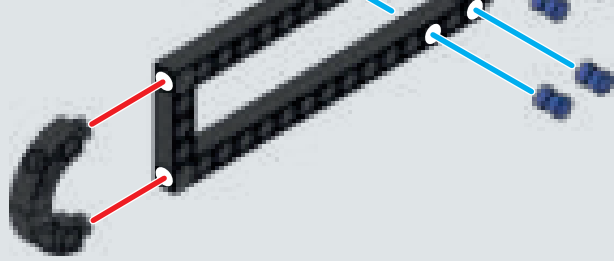
1. Drehe das Messrad so lange, bis der Zeiger auf null steht.
2. Fahre dann eine Strecke entlang und zähle die vollen Umdrehungen.
3. Multipliziere die Anzahl der vollen Umdrehungen mit 19 und addiere den Zahlenwert auf der Scheibe auf den der Zeiger deutet. Das ist die Strecke in Zentimetern. Wenn du den Wert durch 100 teilst, dann erhältst du die Strecke in Metern.



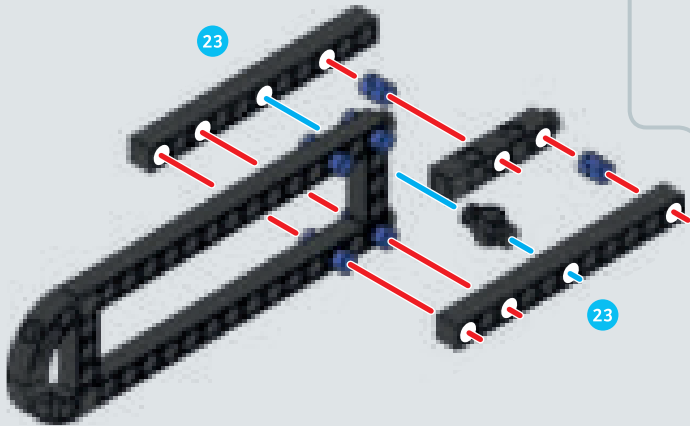
## WAS PASSIERT ?

Wenn du mit dem Streckenmessrad eine Strecke abfährst, dreht sich das Rad. Diese Drehung wird mit einem Kegelradgetriebe auf die Scheibe übertragen. Bei einem Kegelradgetriebe schneiden sich die

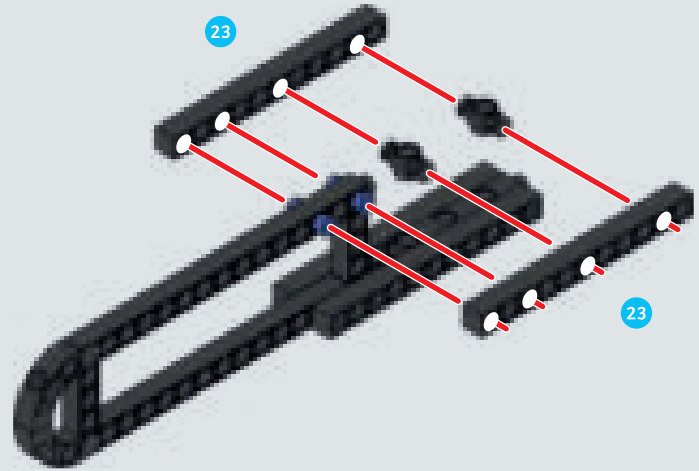
## WISSTEST DU?



3

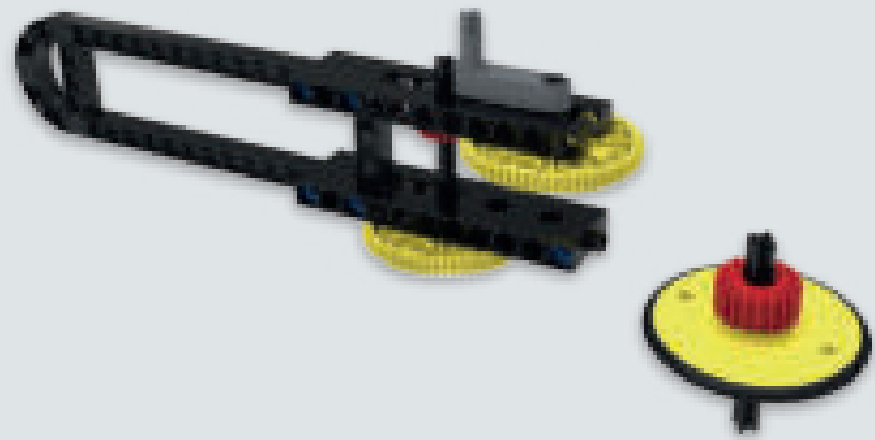


4



## KREISEL

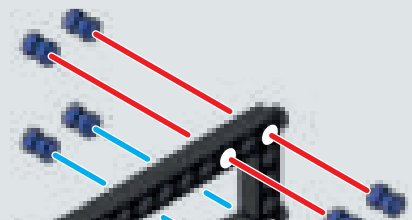
- 1 11x
- 10 3x
- 12 2x
- 19 1x
- 23 4x
- 26 1x
- 29 1x
- 30 1x
- 31 1x
- 35 5x
- 37 2x
- 41 1x
- 44 1x
- 48 1x

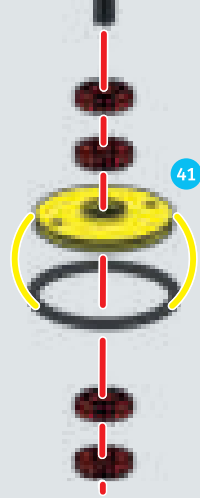


1

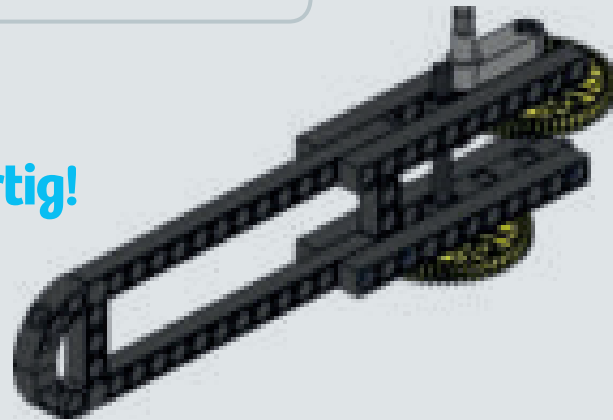


2





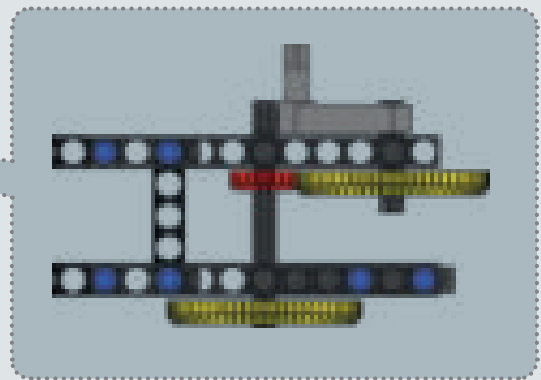
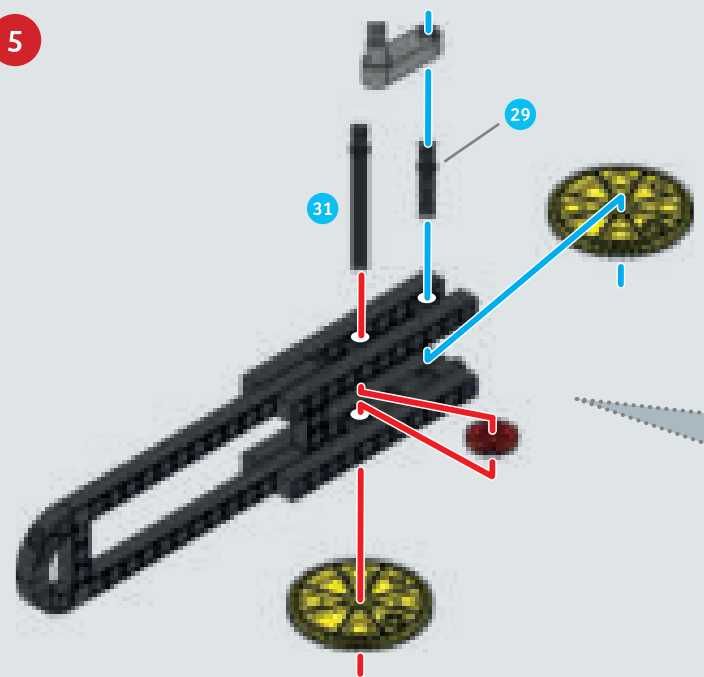
Fertig!



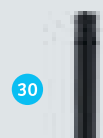


# KREISEL

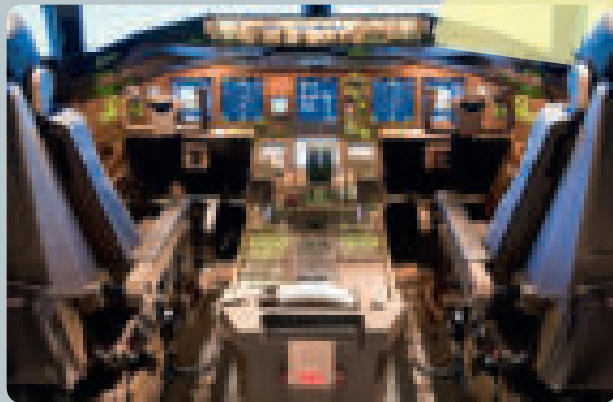
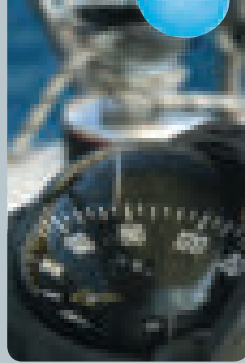
5



6



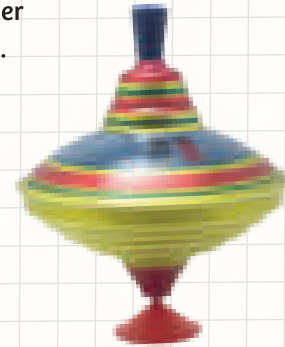
und auch kleinen Drohnen zum Spielen eingesetzt, um die Lage des Flugzeuges bei komplizierten Manövern feststellen zu können. Dabei drehen sie sich mit sehr hoher Geschwindigkeit und bleiben daher immer aufrecht, während sich das Flugzeug darum dreht. Solche Kreisel nennt man Gyroskope. Früher fanden sie auch schon in Schiffen Verwendung, damit bei starkem Wellengang der Kompass immer perfekt horizontal ausgerichtet war. Nur so war ein genaues Navigieren möglich.



Dann kannst du langsam an der Karbit drehen und der Kompass dreht sich schnell. Solange sich der Kompass dreht, bleibt er aufrecht. Die Drehimpulserhaltung sorgt mit einer Ausgleichskraft dafür, dass der Kompass nicht umkippt. Erst wenn er sich nicht mehr schnell genug dreht, beginnt der Kompass zu taumeln, bis er dann irgendwann umfällt.

### LUST AUF MEHR?

Nimm dir ein Brett oder ein großes Buch und lege es schräg auf ein weiteres Buch. Was passiert, wenn du den Kompass auf einer sogenannten schiefen Ebene startest? Der Kompass wird sich in bogenförmigen (sogenannte zyklidenförmigen) Bewegungen entlang einer Höhe seitwärts bewegen. Diese Höhenänderungen benötigen viel Energie, sodass der Kompass wesentlich schneller abbremst als dies auf der horizontalen Ebene der Fall ist.



## VERSUCH 2

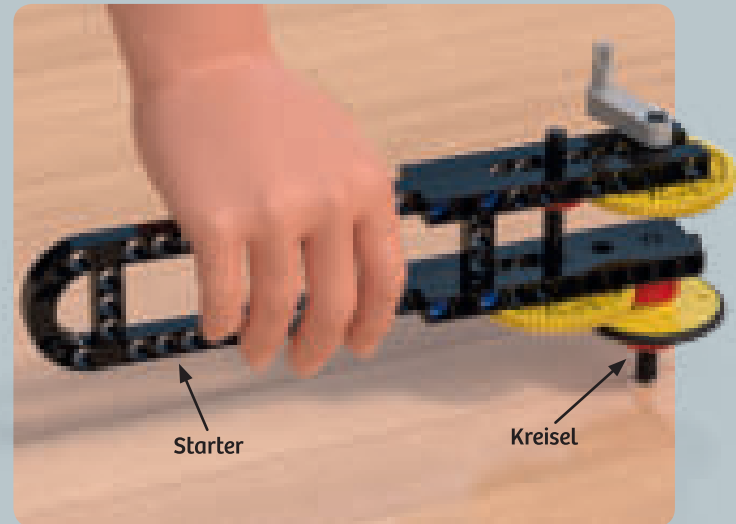
### Kreisel

#### DU BRAUCHST

- > den Kreisel
- > den zusammengebauten Starter mit Kurbel

#### SO GEHT'S

1. Halte den Kreisel aufrecht auf dem möglichst glatten Fußboden.
2. Jetzt steckst du den Kreisel in den Starter.
3. Drehe an der Kurbel, sodass sich der Kreisel dreht.
4. Wenn der Kreisel sich schnell genug dreht, dann hebe den Starter an.



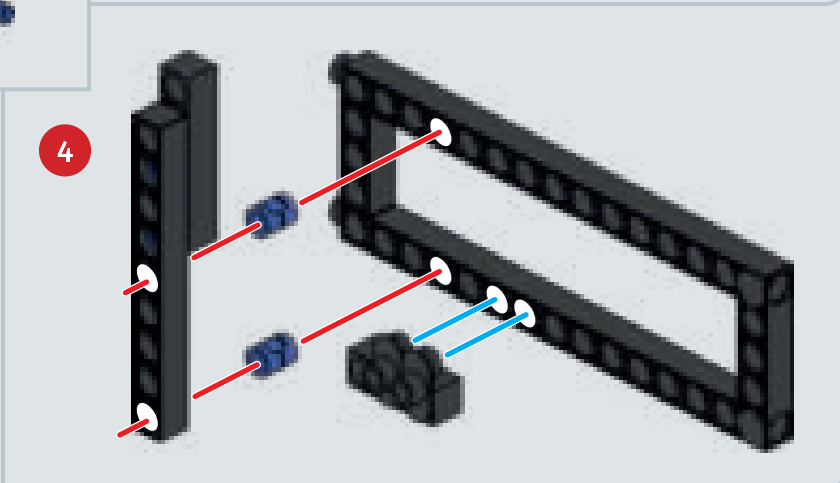
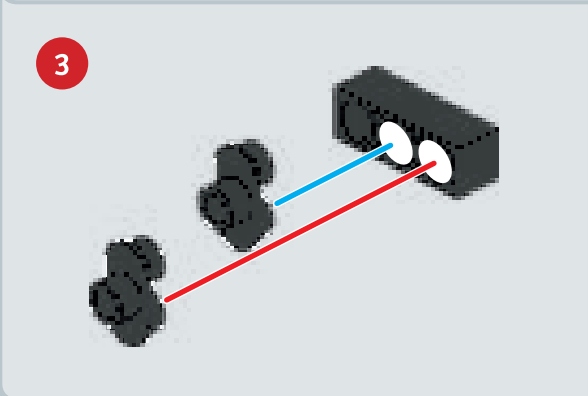
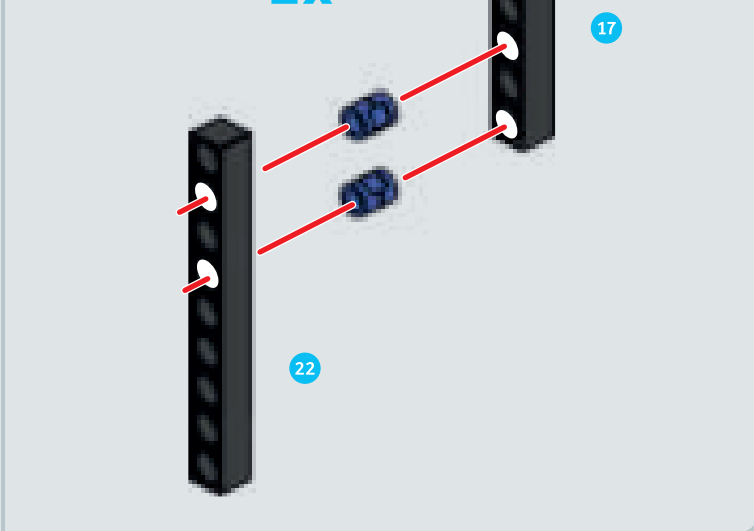
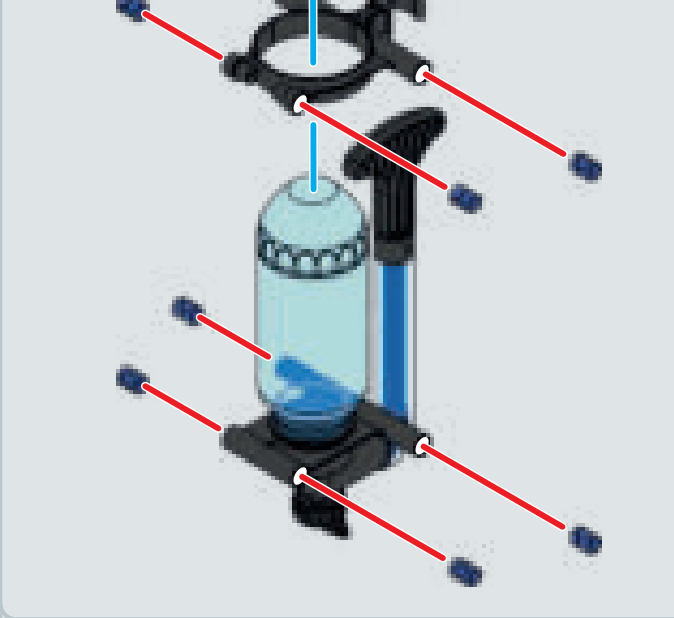
#### WAS PASSIERT ?

Die Drehung von der Kurbel wird über zwei Zahnräder auf den Kreisel übertragen. Dabei ist das Zahnrad an der Kurbel größer als jenes des Kreisels. Daher kannst du langsam an der Kurbel drehen und

#### WUSSTEST DU ?

Kreisel werden in Flugzeugen







# HEBEBÜHNE

- 1 36x
- 2 8x
- 5 12x
- 7 4x
- 8 2x
- 10 4x
- 12 4x
- 13 2x
- 14 2x
- 16 4x
- 17 2x
- 18 4x
- 19 2x
- 20 4x
- 21 4x
- 22 6x
- 23 4x
- 25 2x
- 26 2x
- 27 2x
- 28 2x
- 32 3x
- 33 2x
- 34 2x
- 35 5x
- 49 4x
- 50 4x
- 56 1x
- 57 1x
- 58 1x
- 59 1x
- 60 1x
- 61 1x
- 62 1x
- 63 1x
- 65 1x
- 78 1x
- 79 1x
- 80 1x



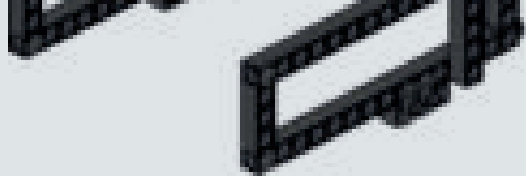
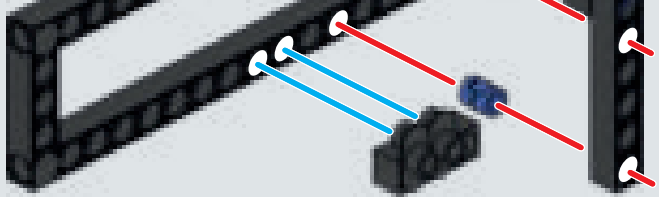
1



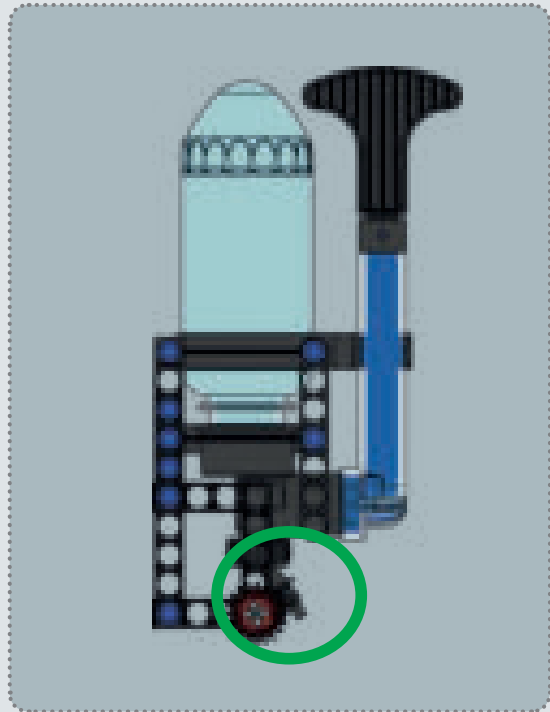
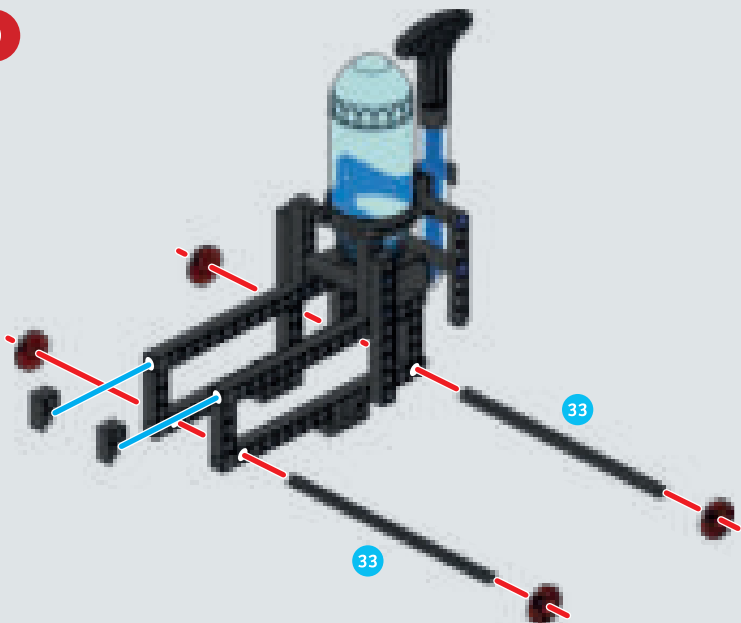
2

2x



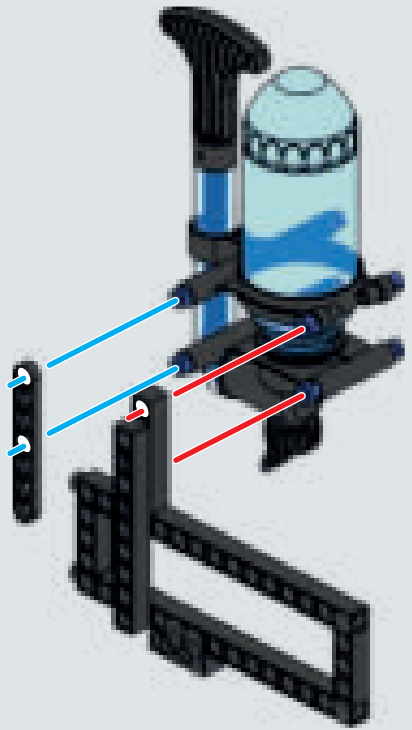


9

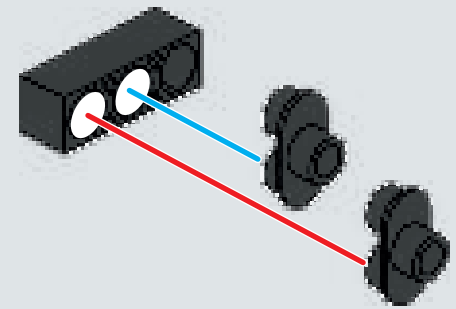


# Menschen und Maschinen

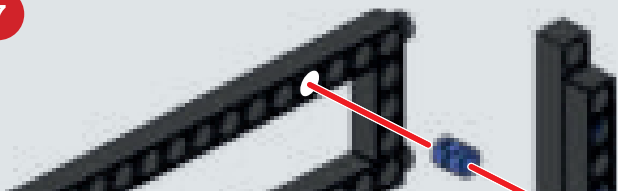
5



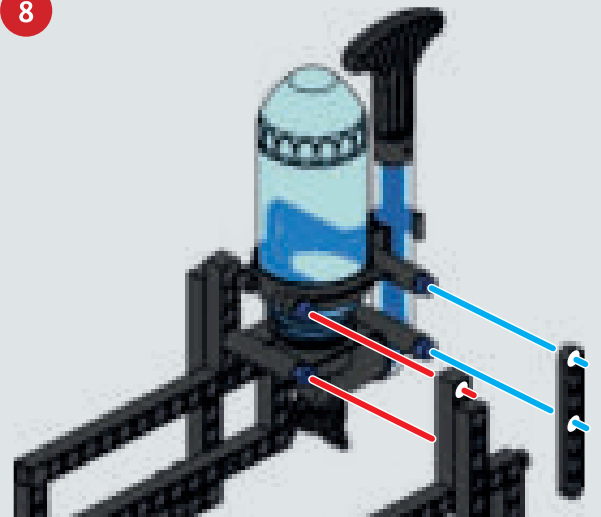
6

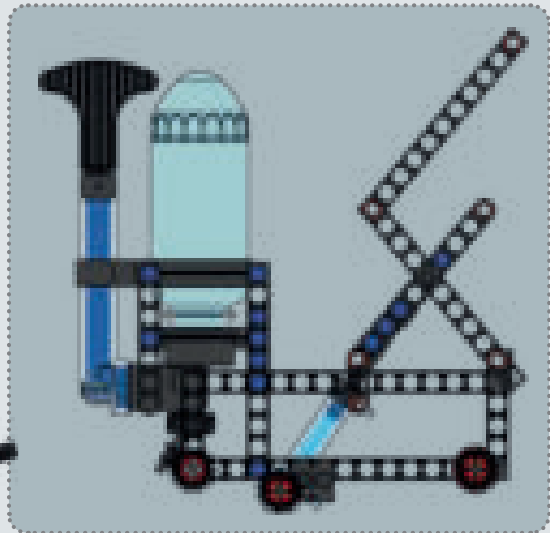
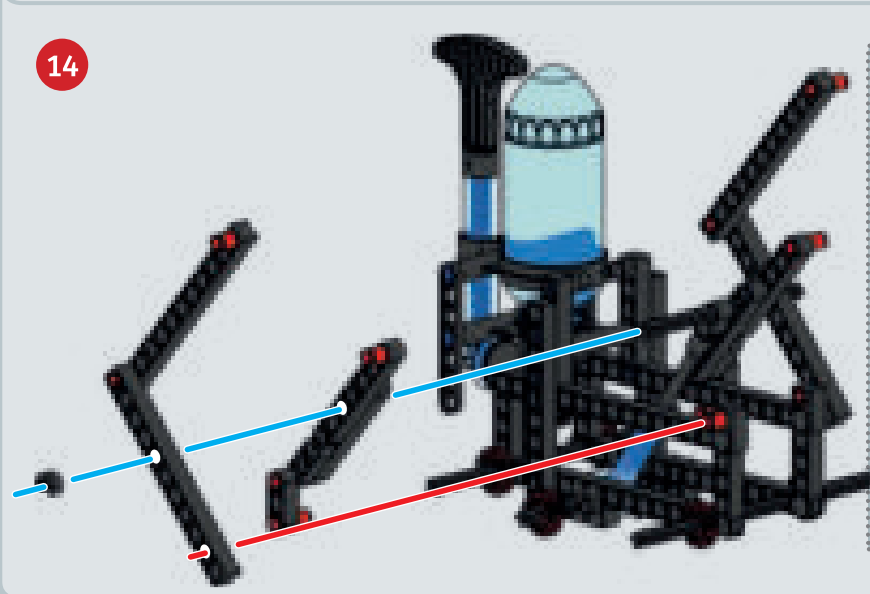
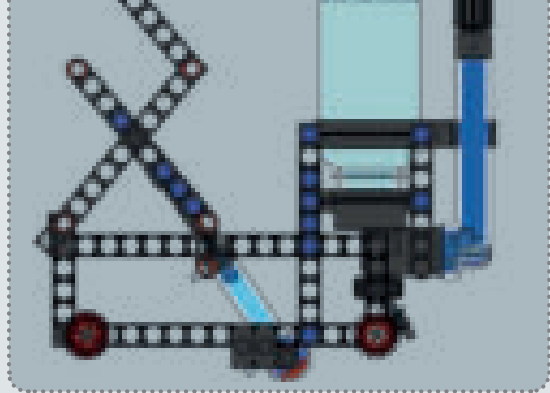
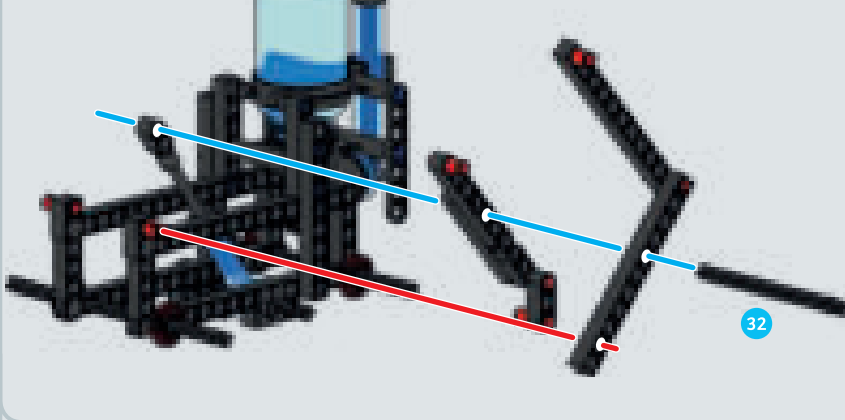


7



8

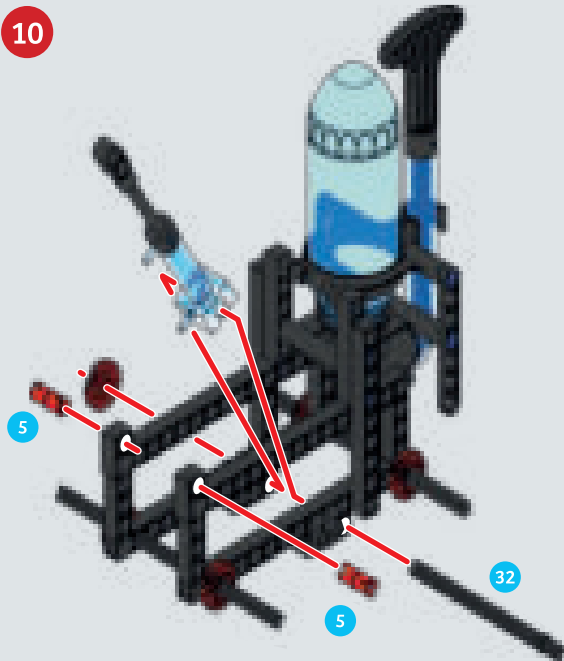






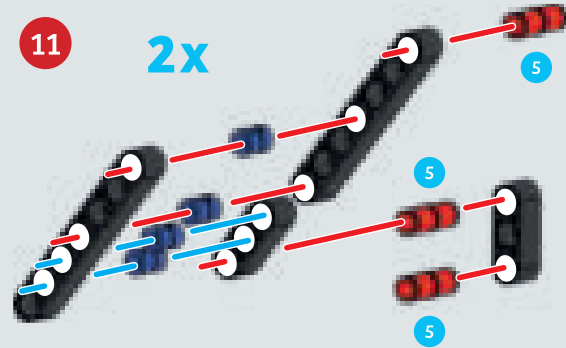
# HEBEBÜHNE

10



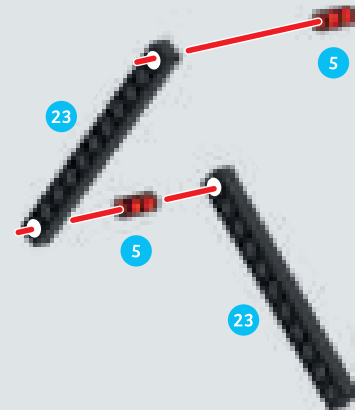
11

2x



12

2x

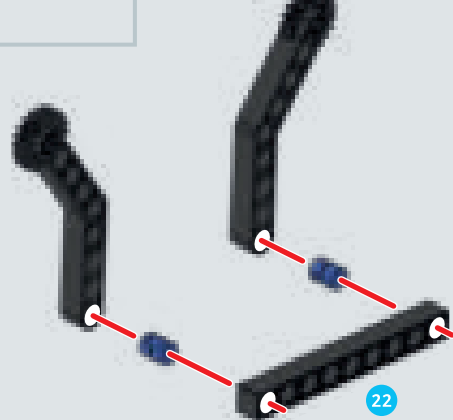


13

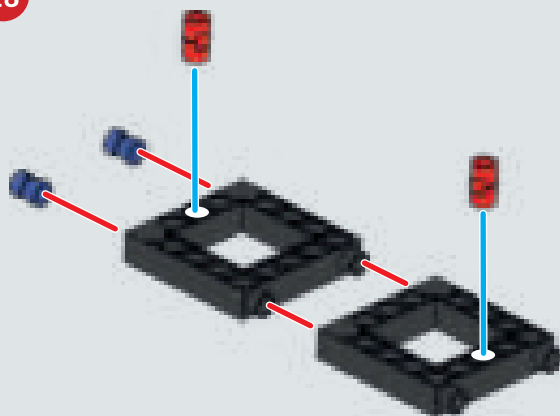


17

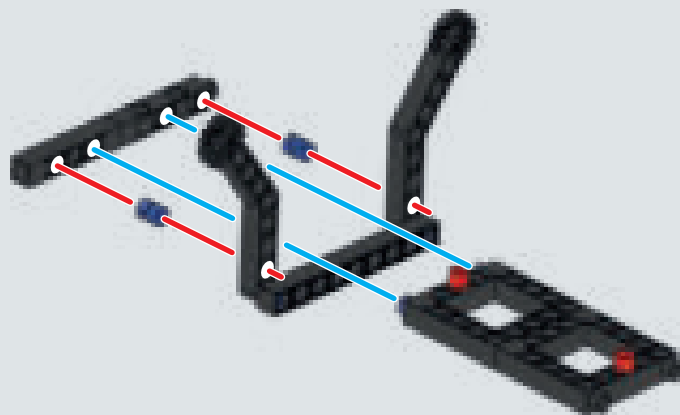
2x



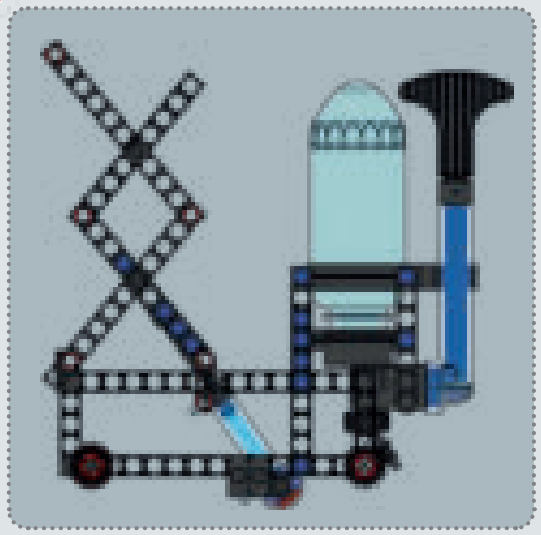
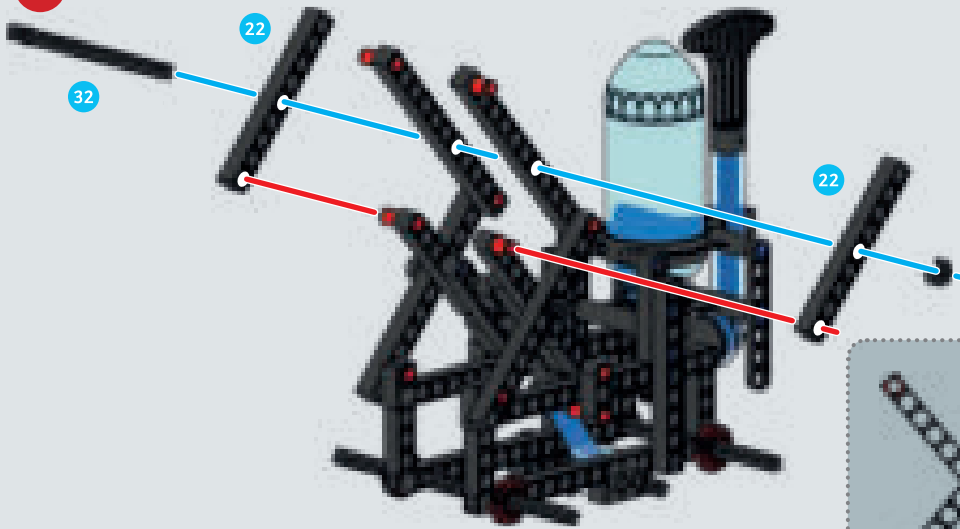
18



19

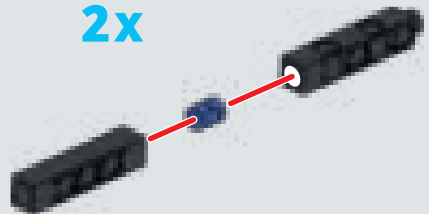


15

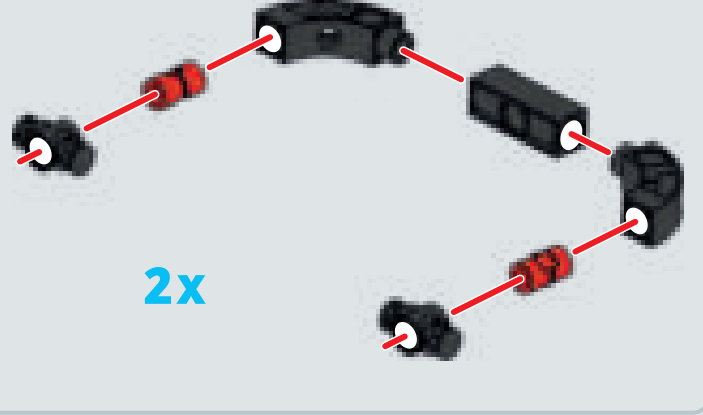
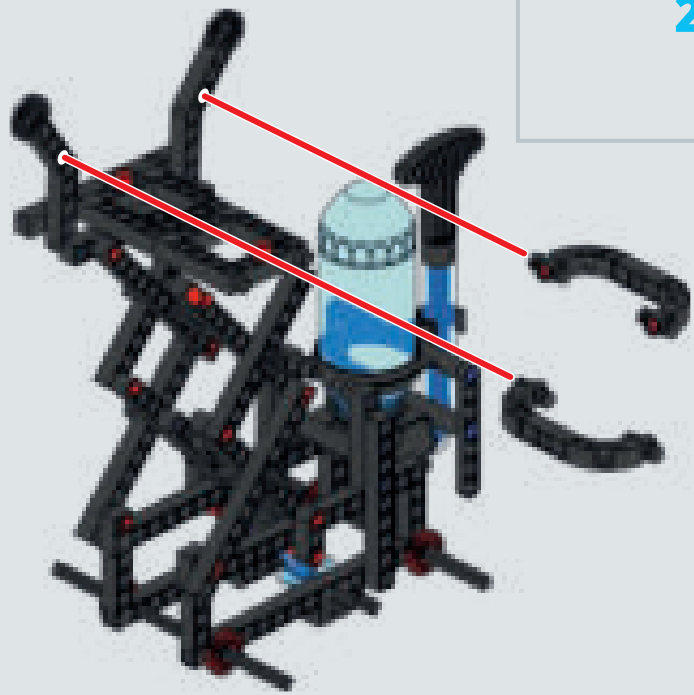


16

2x



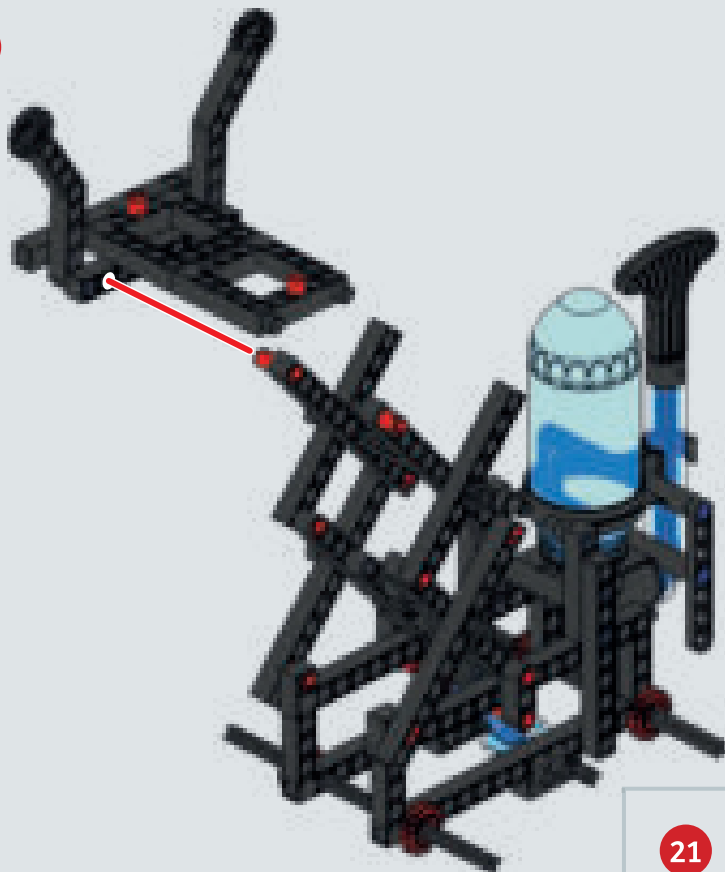
22





## HEBEBÜHNE

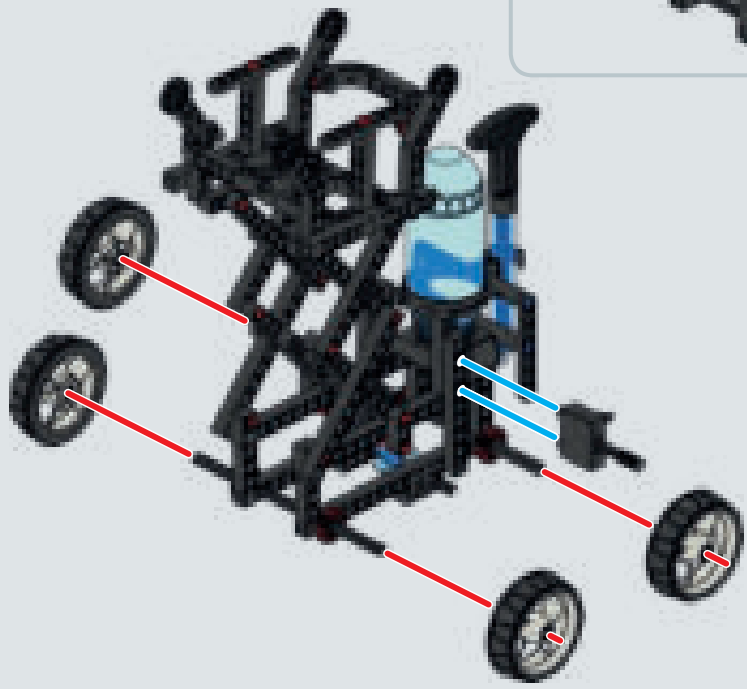
20



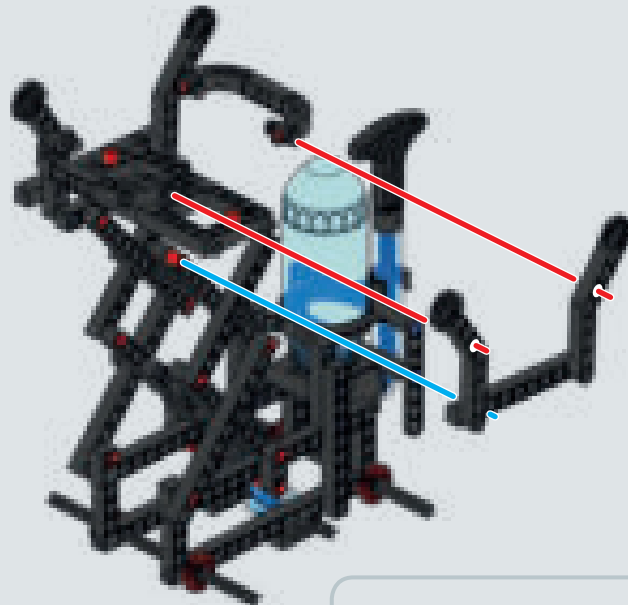
21



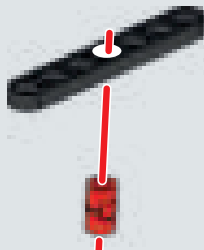
26



23

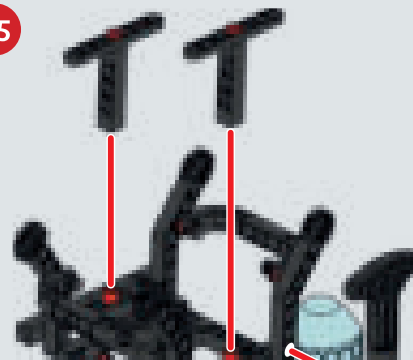


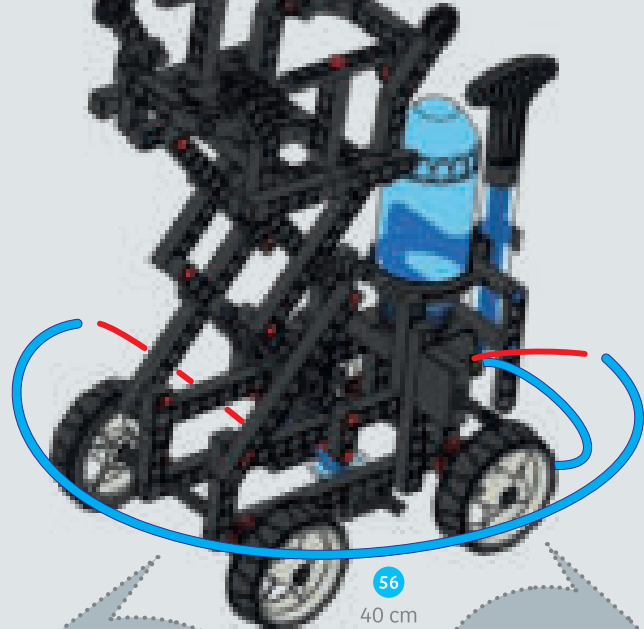
24



2x

25





56

40 cm  
Schlauch





## HEBEBÜHNE

27



28

56 25 cm Schlauch

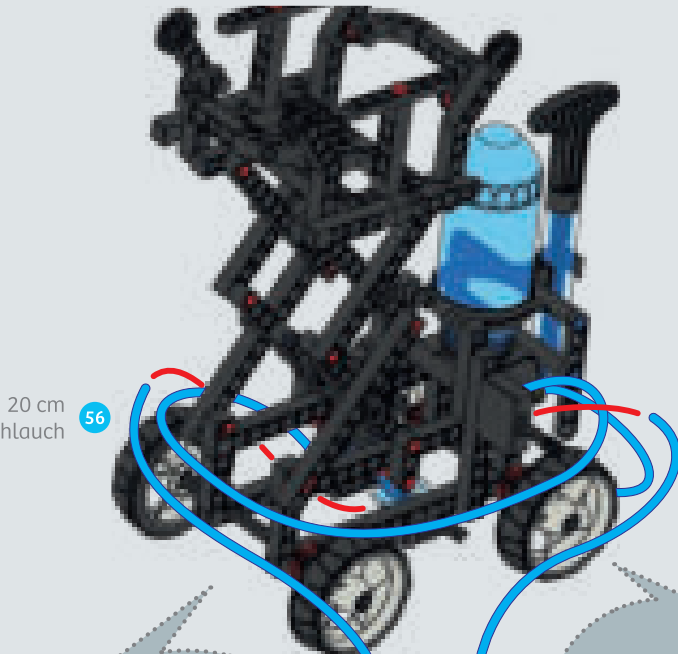
**Fertig!**



29

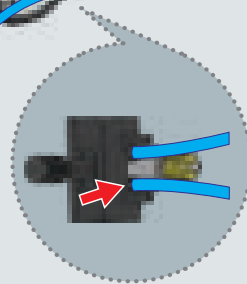
20 cm  
Schlauch

56



56

20 cm Schlauch



## WAS PASSIERT ?

Die im Druckluftspeicher enthaltene Luft strömt durch das Ventil und drückt den Kolben aus dem Zylinder. Dabei wird die Bewegung auf das scherenförmig angeordnete Gestänge übertragen und hebt die Hebebühne an. Durch die Hebelwirkung können so beachtliche Lasten bewegt werden. Die dabei aufgebrauchte Arbeit, also Gewichtskraft mal Höhendifferenz, ist dann gleich der zugefügten Lageenergie. Diese wird beim Runterfahren wieder frei und wird durch Reibung in Wärme umgesetzt.

spritzezug, welches früher sehr beliebt war. Dabei wurden Figuren auf beweglich miteinander verbundenen Holzstäbchen montiert. So konnte diese Konstruktion scherenartig geöffnet und geschlossen werden.



## WUSSTEST DU?

Hebebühnen werden für verschiedene Aufgaben eingesetzt. Zum Beispiel verwenden Feuerwehr und Technisches Hilfswerk diese, um Mensch und Material nach oben zu transportieren. Auch beim Bauen von Gebäuden ist es hilfreich, wenn Leitern zu wackelig und ein richtiges Gerüst zu aufwendig sind.





## VERSUCH 3

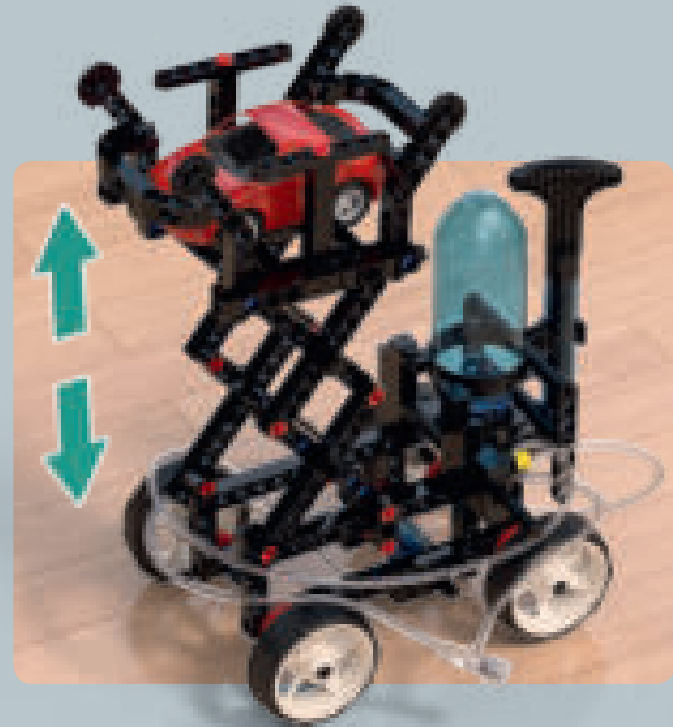
# Hebebühne

### DU BRAUCHST

- > die zusammengesetzte Hebebühne
- > kleine Gegenstände, z. B. Spielzeugautos, Bausteine, etc.

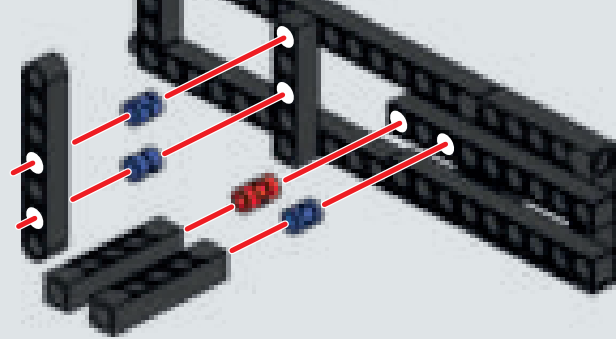
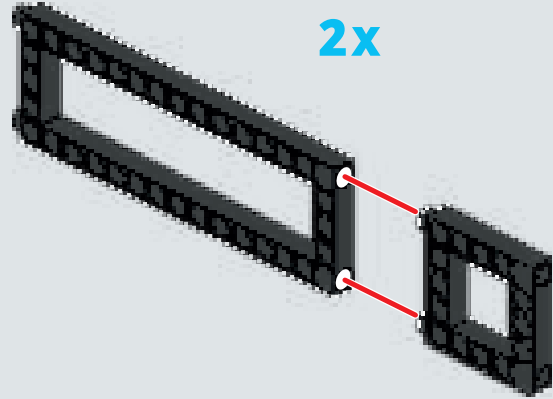
### SO GEHT'S

1. Bringe den Hebel am Schalter in die Mittelstellung.
2. Pumpe Luft in den Druckluftspeicher (30–50 mal pumpen).
3. Jetzt schaltest du den Hebel hin und her – die Hebebühne fährt hoch und runter.
4. Mit dem Ventil kannst du die Geschwindigkeit einstellen, mit der sich die Hebebühne bewegt.
5. Lege nun die Gegenstände auf die Hebebühne und fahre sie wieder nach oben und unten.

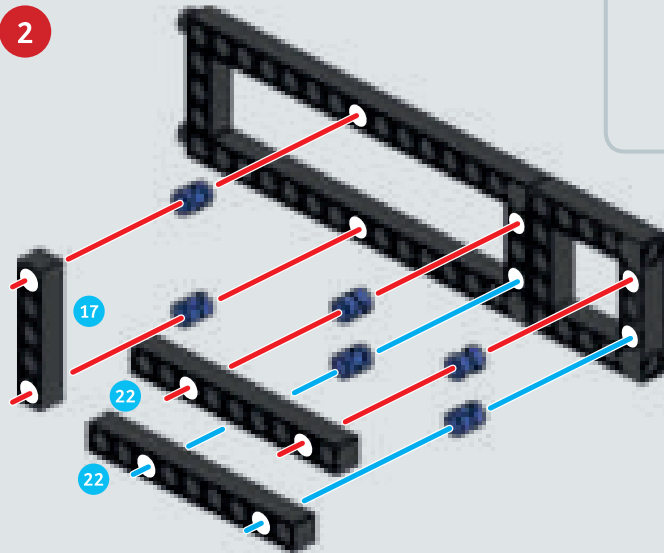


### STICHWORT NÜRNBERGER SCHERE

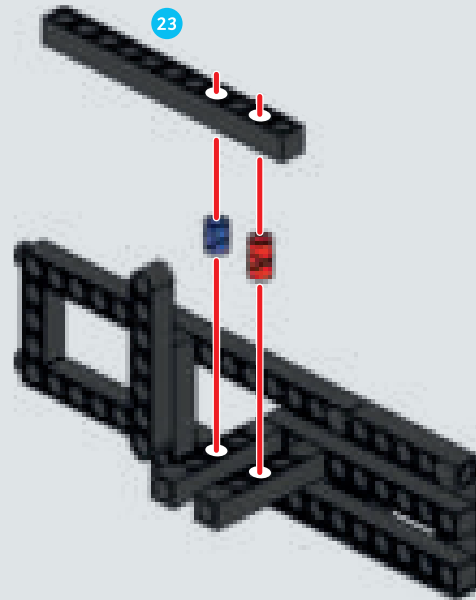
Die Hebebühne nutzt das Prinzip der »Nürnberger Schere«. Dies ist die Bezeichnung für ein Kinderspielzeug, welches früher sehr beliebt war. Dabei



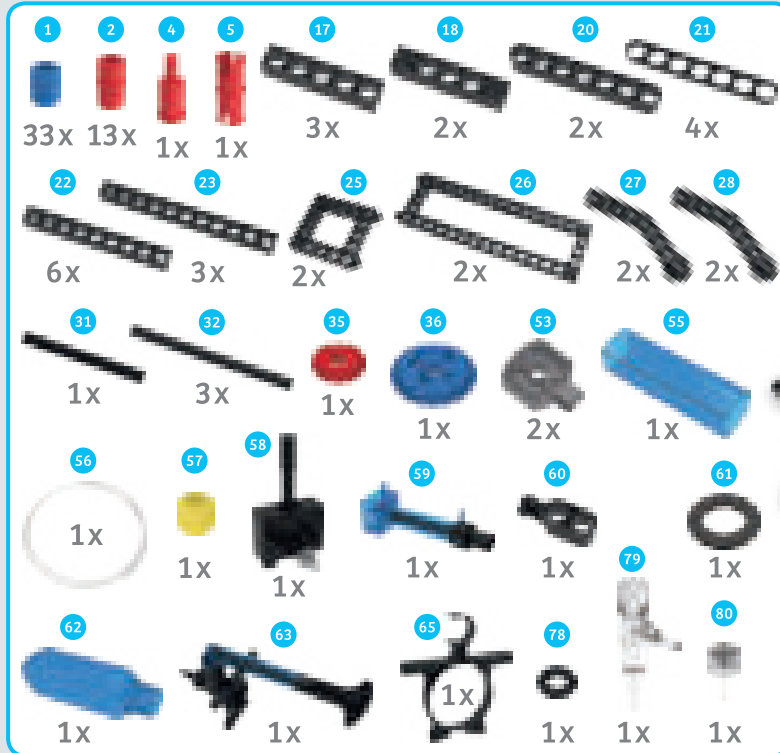
2



4



## ROBOTERARM

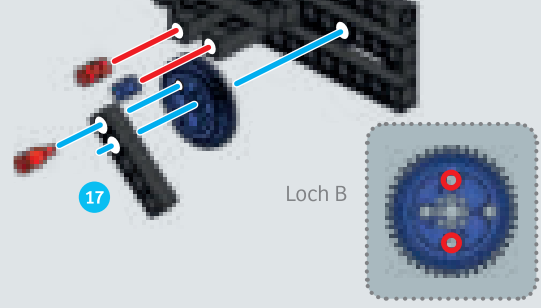
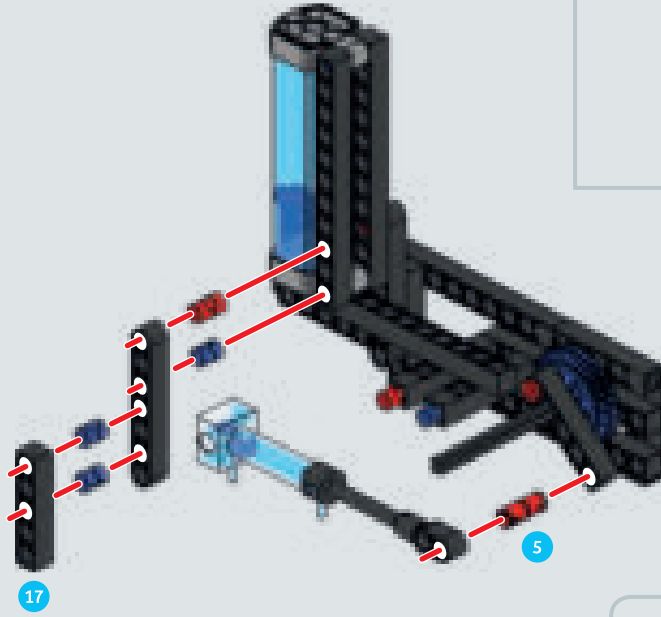


1

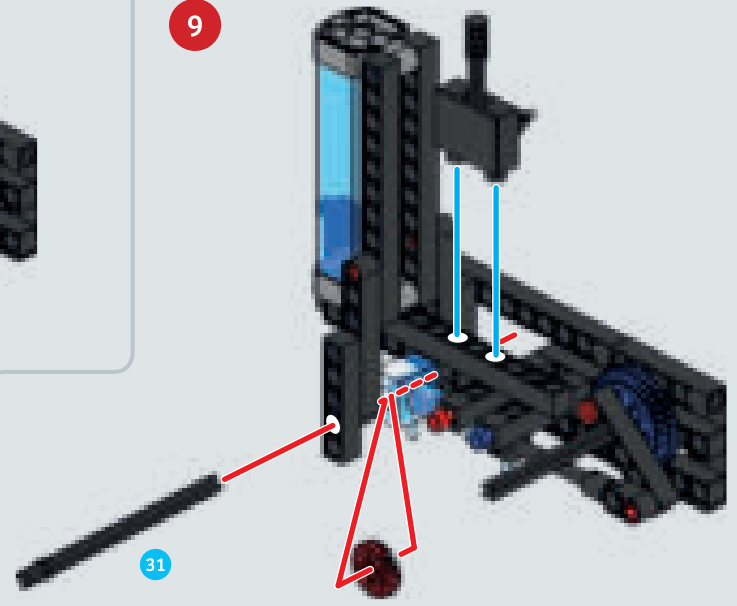
3



8



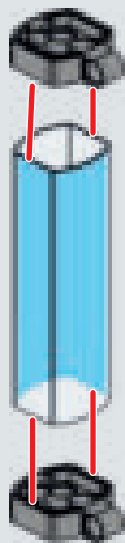
9



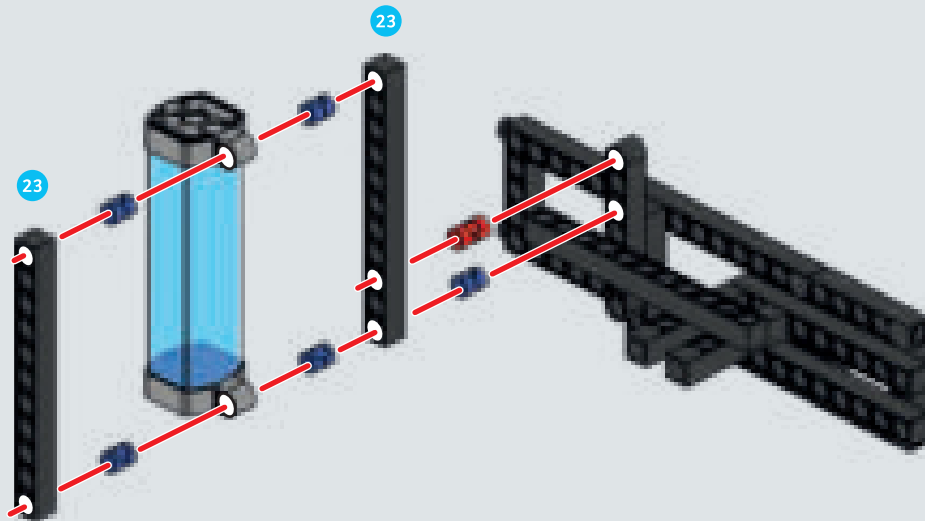


# ROBOTERARM

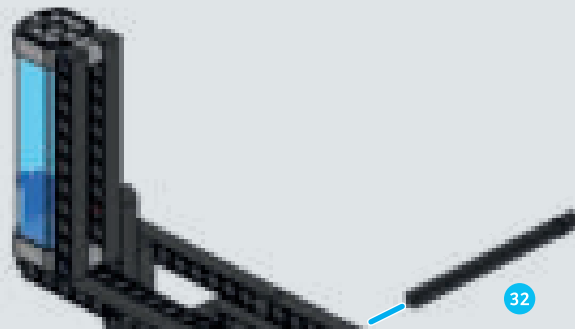
5



6

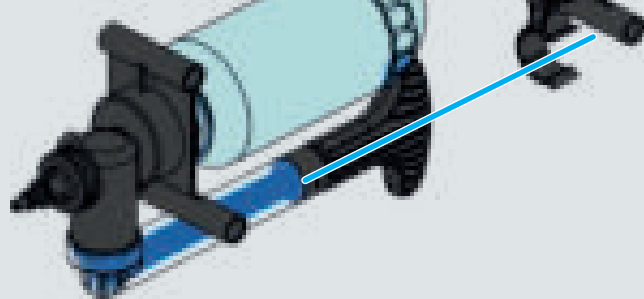
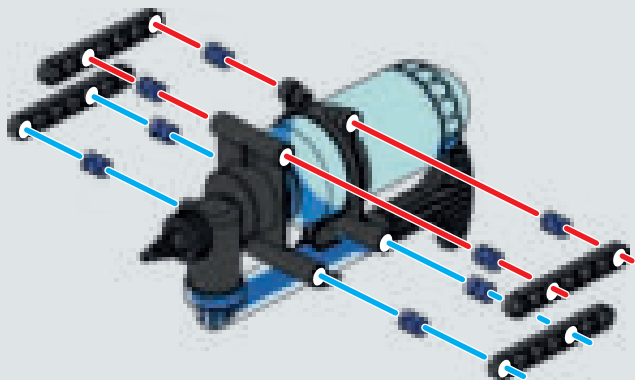


7

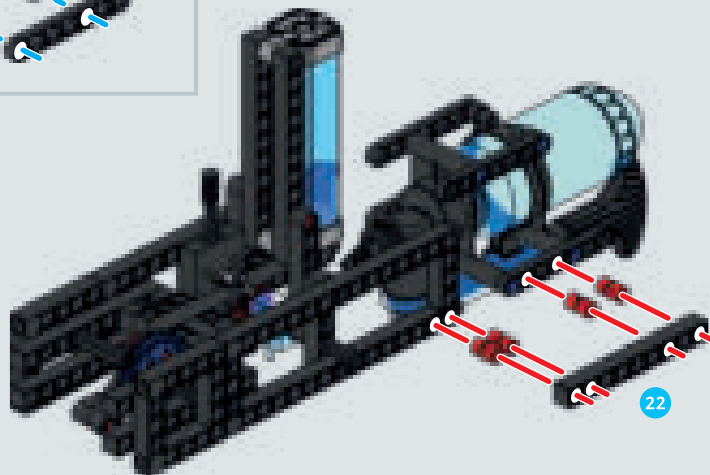


8

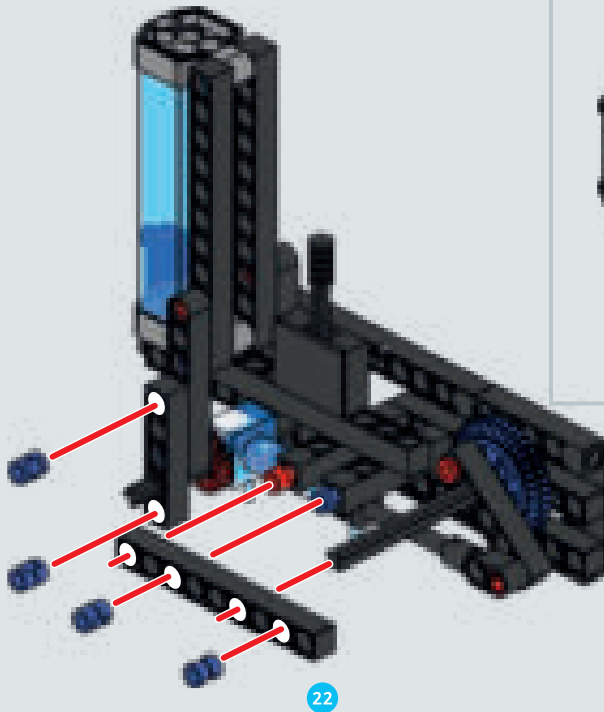
13



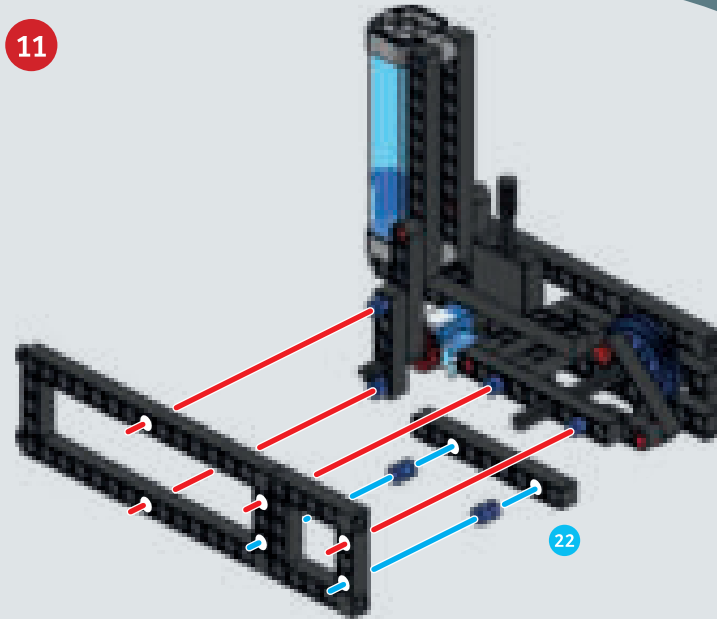
14



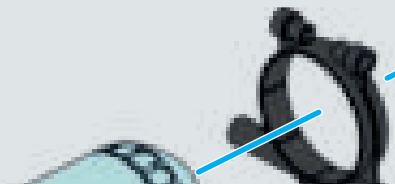
10



11



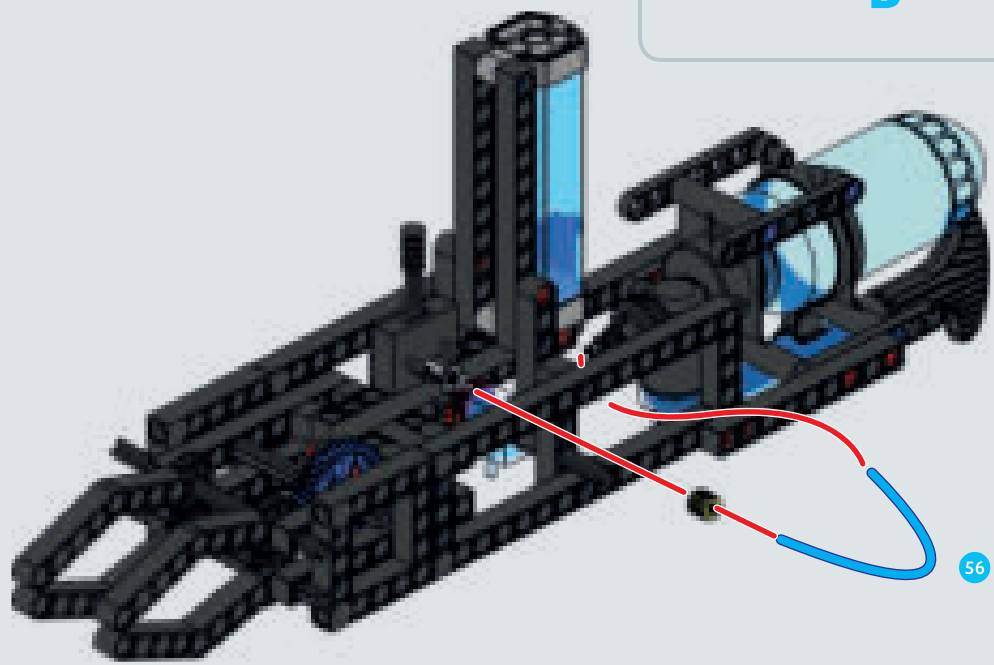
12



32

B B

17

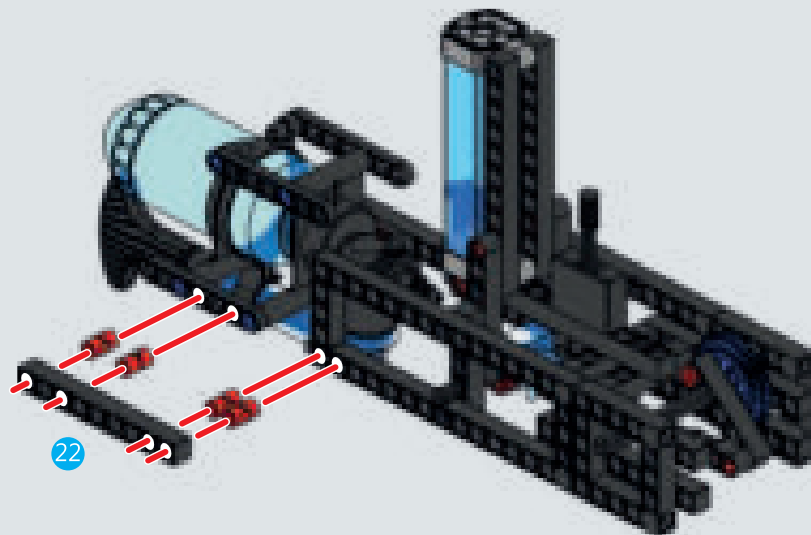


56 25 cm Schlauch

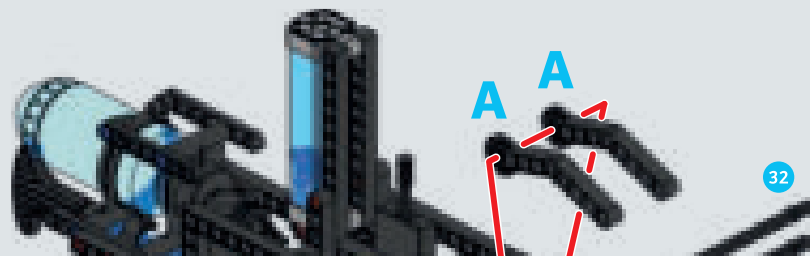


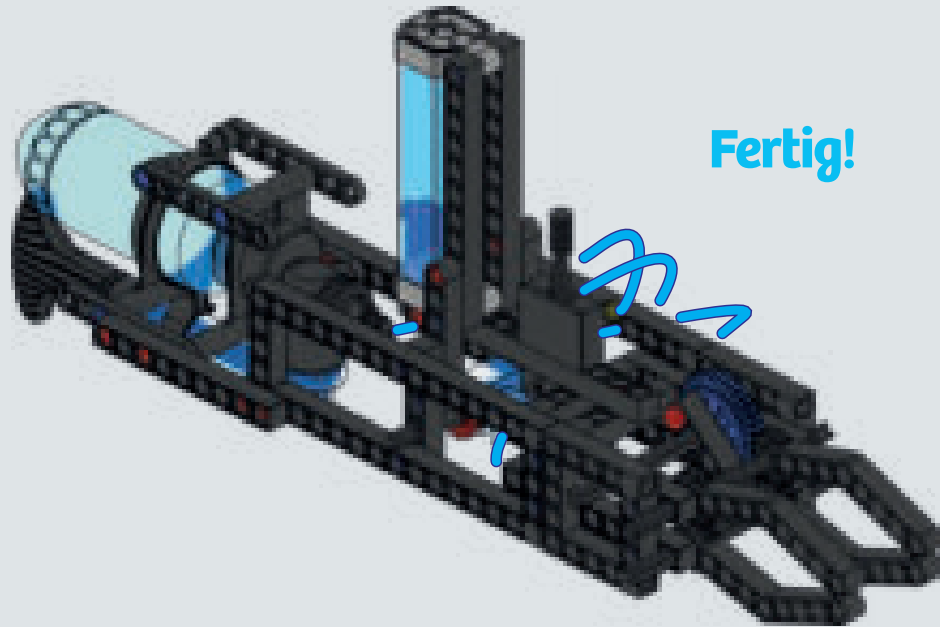
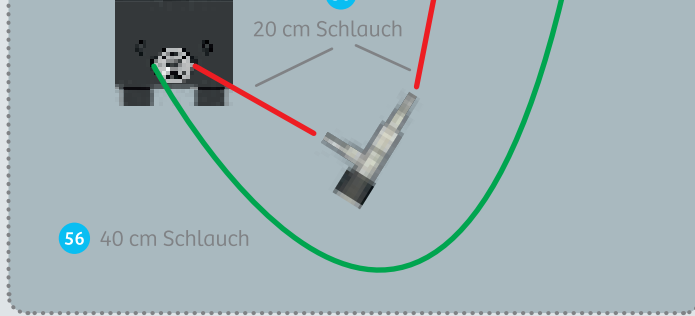
# ROBOTERARM

15

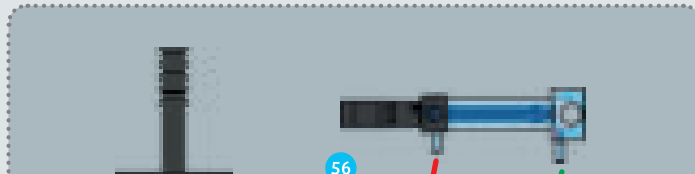
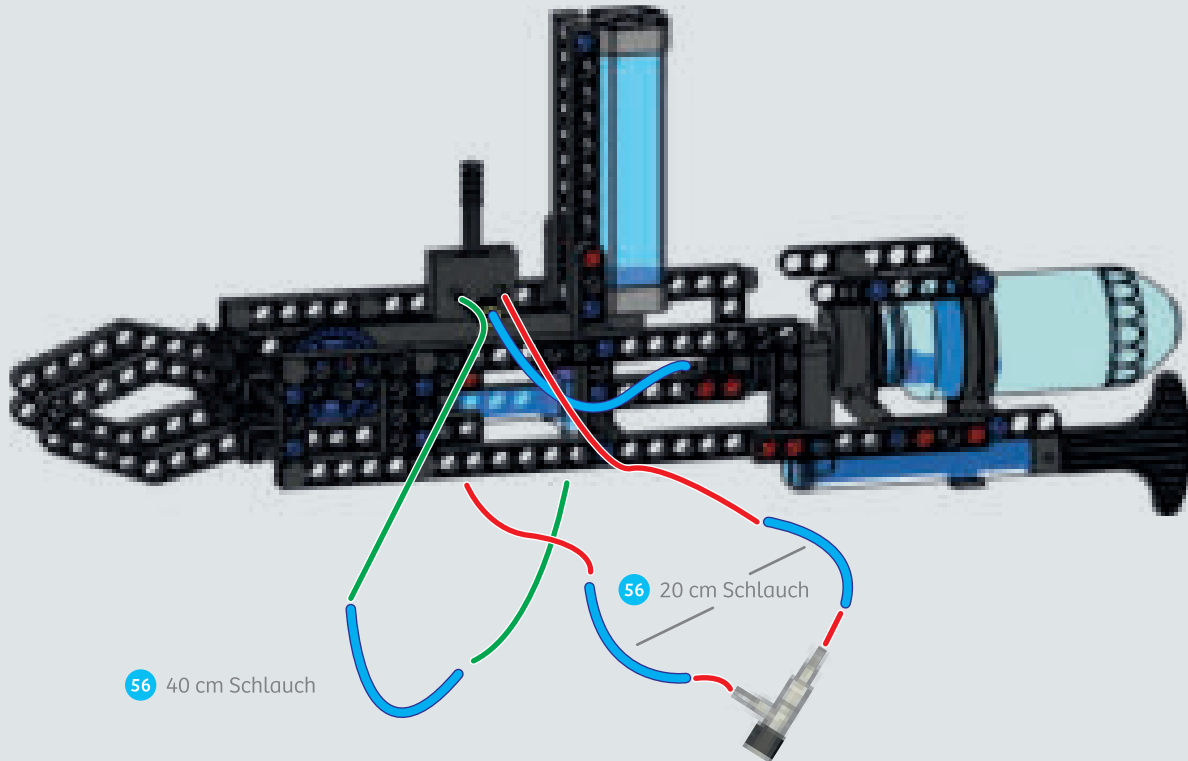


16





18



Schlauch in den Zylinder strömt, wird der Kolben herausgeschoben. Ein Gestänge überträgt die Kraft in die Greifer des Roboterarms. Dabei wird das Hebelprinzip verwendet (→ Stichwort). Wenn ein Gegenstand wieder losgelassen wird, strömt nun die Luft von der anderen Seite auf den Kolben und schiebt diesen in die entgegengesetzte Richtung. Dies Spiel kann solange wiederholt werden, bis der durch Pumpen aufgebaute Überdruck im Druckluftspeicher abgebaut ist.

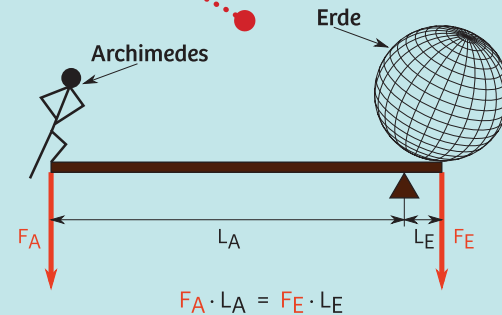
nicht mehr geöffnet werden kann. Dann wird diese mit dem Rettungsspreizer aufgebogen. Im Kleinen kannst du das z. B. mal mit Schubfächern oder angelehnten Zimmertüren probieren.



## STICHWORT HEBELPRINZIP

Das **Hebelprinzip** geht auf den griechischen Universalgelehrten Archimedes zurück. Er sagte damals sinngemäß: »Gebt mir einen Hebel und einen Lagerpunkt, dann kann ich die Erde aus den Angeln heben.«

Du hast bestimmt schon mal gesehen, dass leichtere Kinder auf der Wippe auch schwerere ausheben können, wenn sie nur weiter außen als diese auf der Wippe sitzen. Das bedeutet: Kraft mal Hebelarmlänge muss auf beiden Seiten gleich sein. Das nennt man Drehmomenterhaltung.





## VERSUCH 4

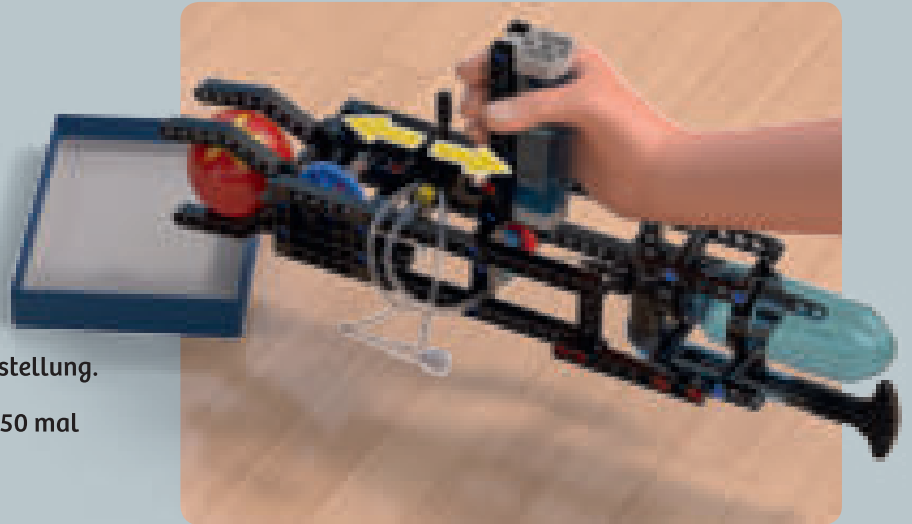
# Roboterarm

### DU BRAUCHST

- › den zusammengebauten Roboterarm
- › verschiedene Dinge zum Greifen

### SO GEHT'S

1. Bringe den Hebel am Schalter in die Mittelstellung.
2. Pumpe Luft in den Druckluftspeicher. (30–50 mal pumpen).
3. Jetzt schaltest du den Hebel hin und her.
4. Versuche mit dem Greifarm Dinge zu erfassen, zu transportieren und gezielt wieder loszulassen.

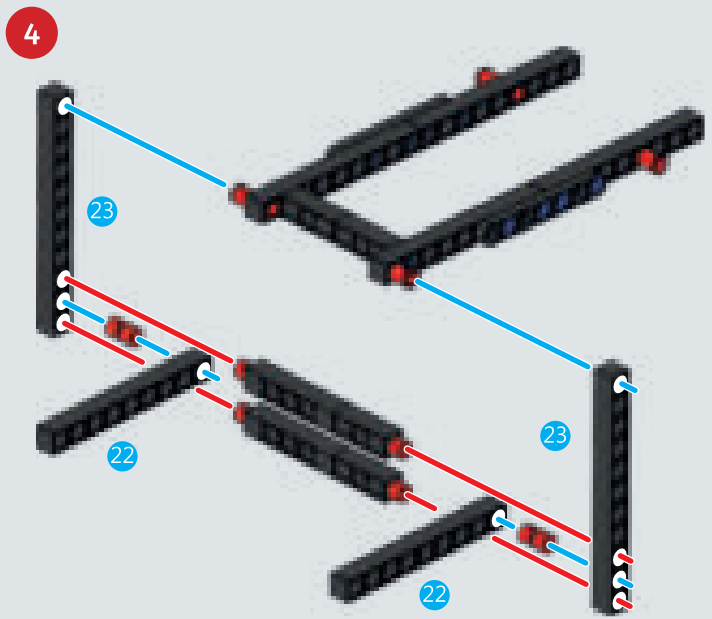
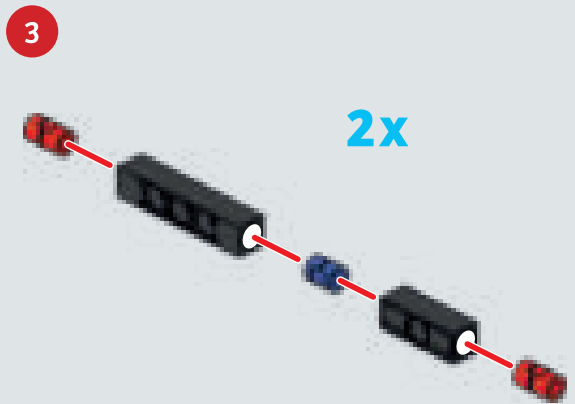
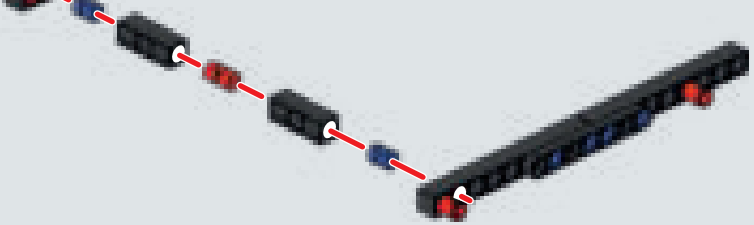
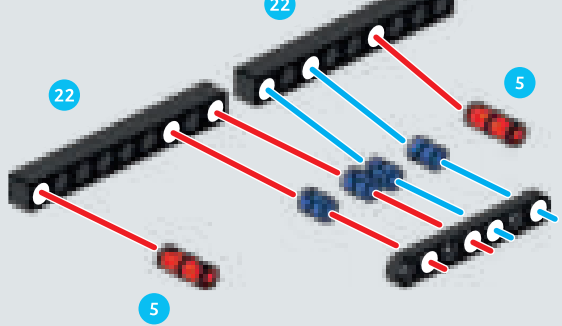


### WAS PASSIERT ?

Wenn die Luft vom Druckluftspeicher durch den Schlauch in den Zylinder strömt, wird der Kolben

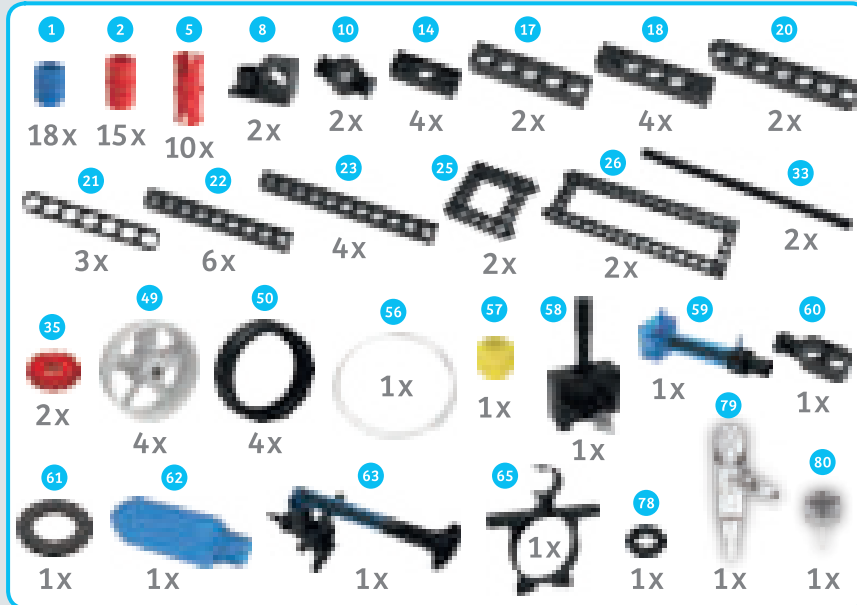
### LUST AUF MEHR?

Wenn du die Greifer des Roboterarmes umdrehst, sodass sie nach außen gebogen sind, dann kannst du einen sogenannten Rettungsspreizer nachbauen. So einer wird von der Feuerwehr eingesetzt, wenn nach einem Unfall die Autotür





GABELSTAPLER

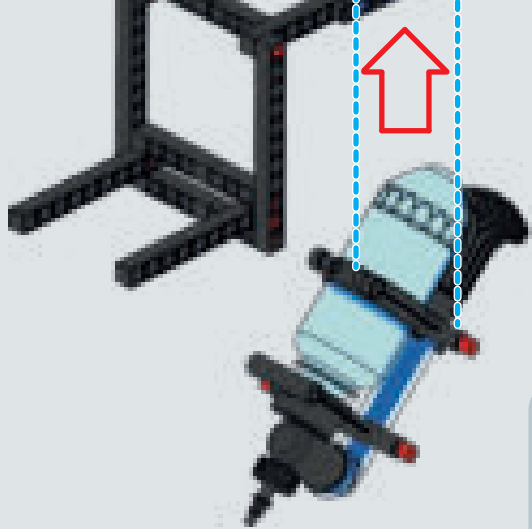


1

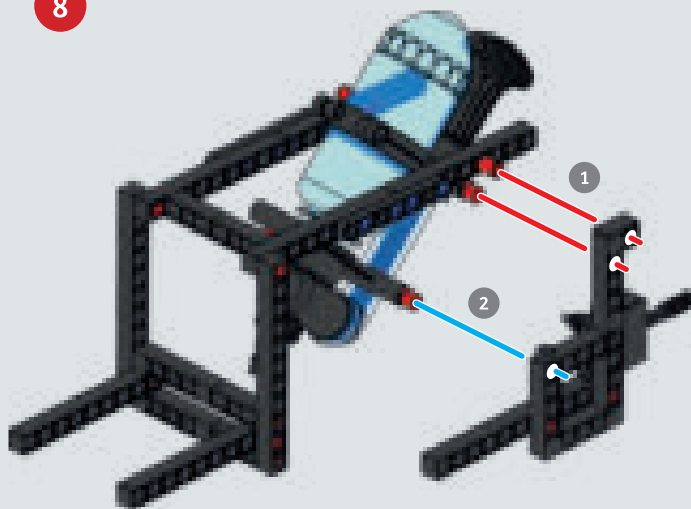
2x

2





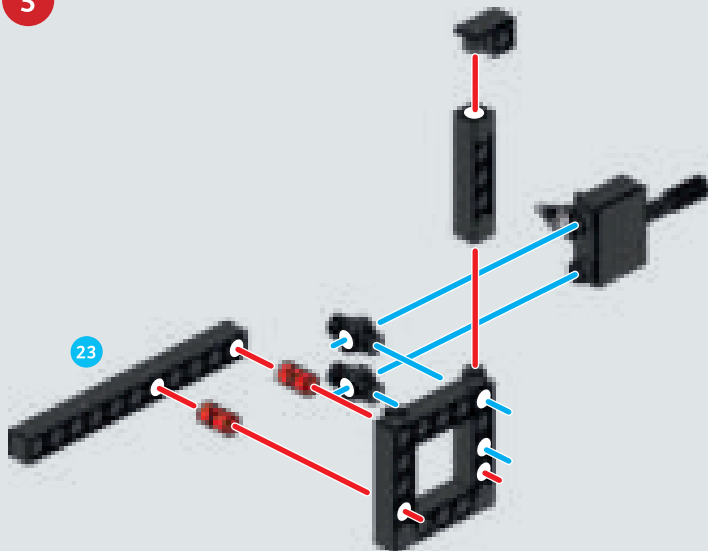
8



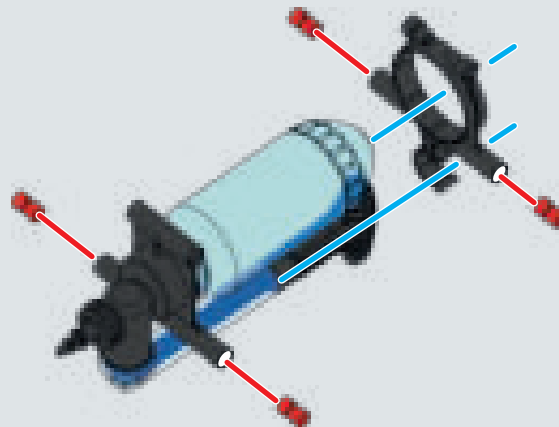


# GABELSTAPLER

5

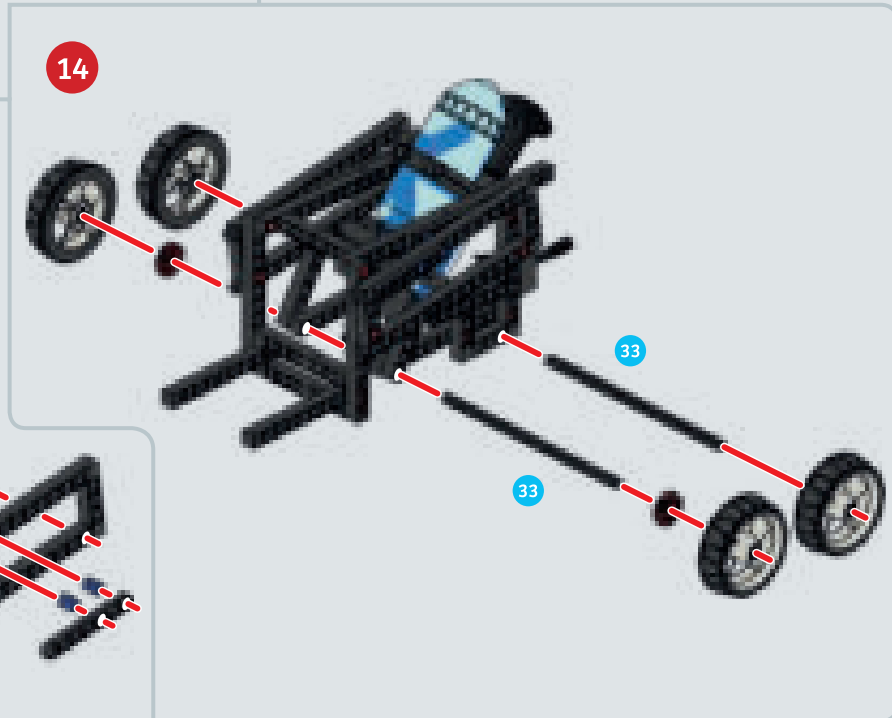
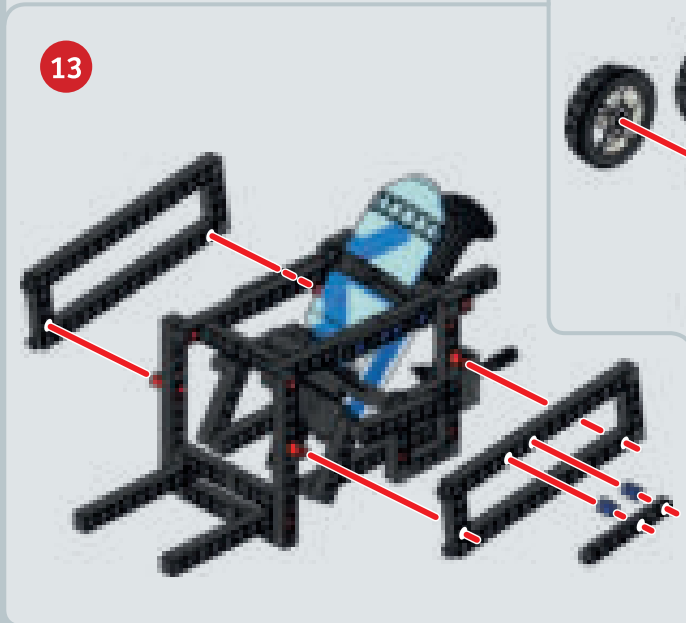
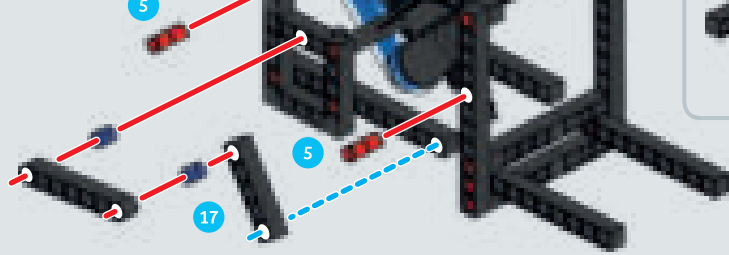


6

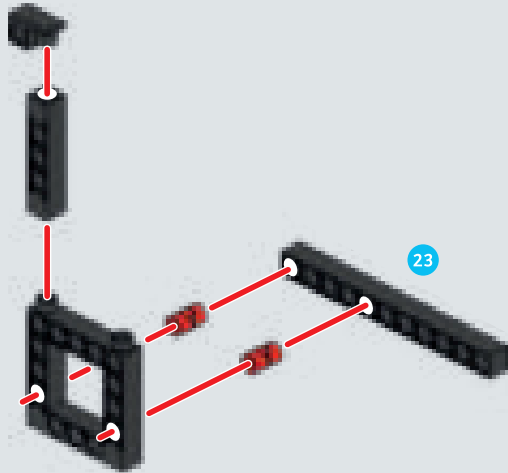


7

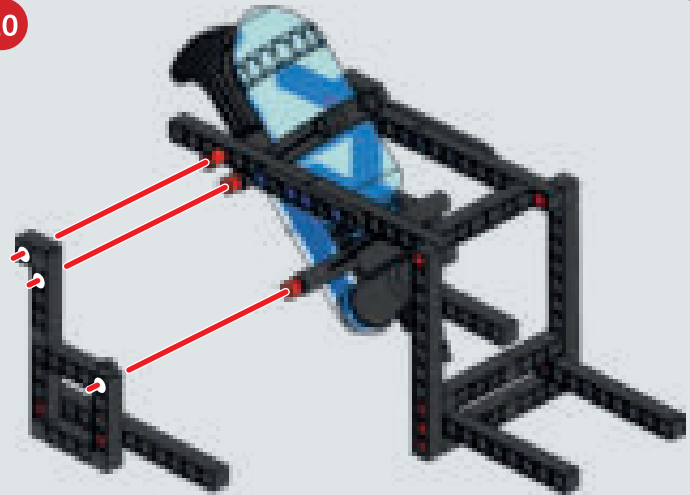




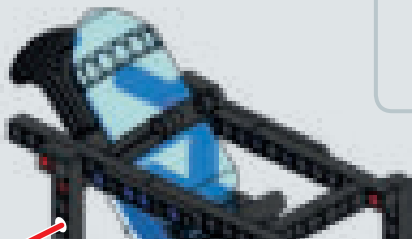
9



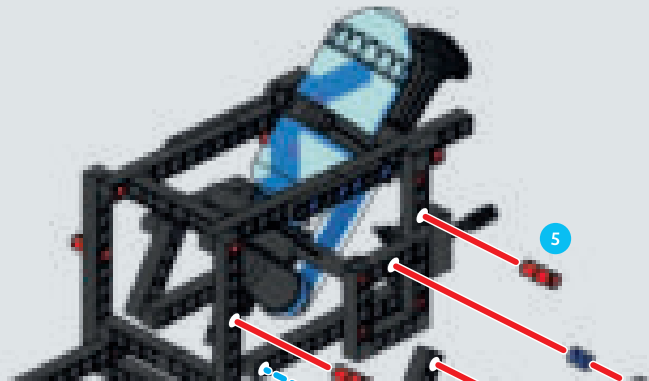
10

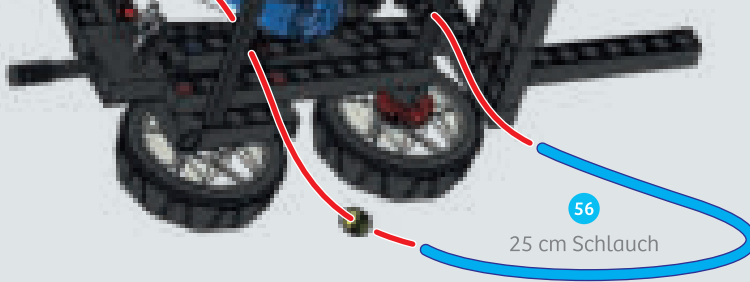


11

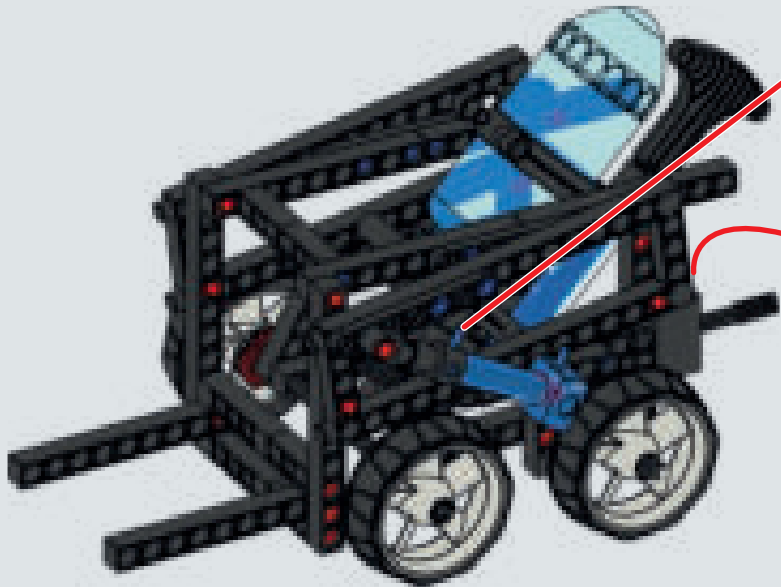


12

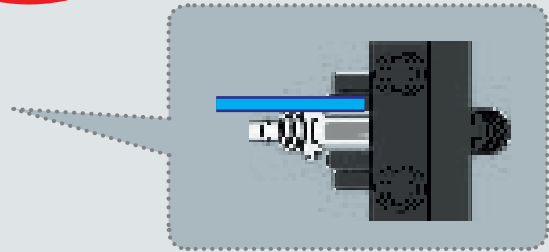




17



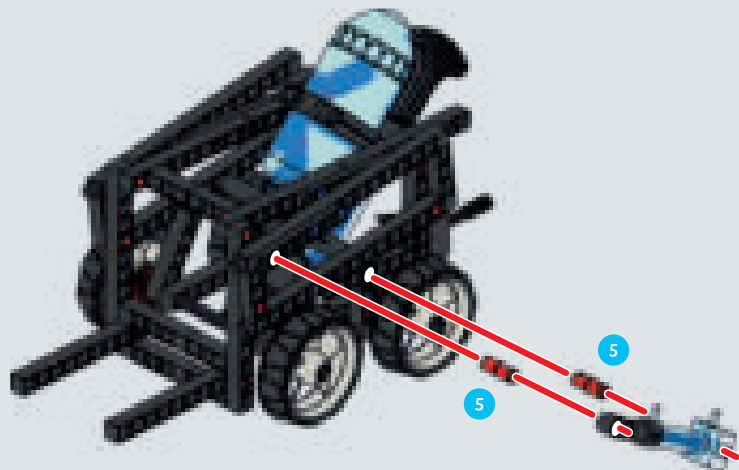
56 40 cm Schlauch



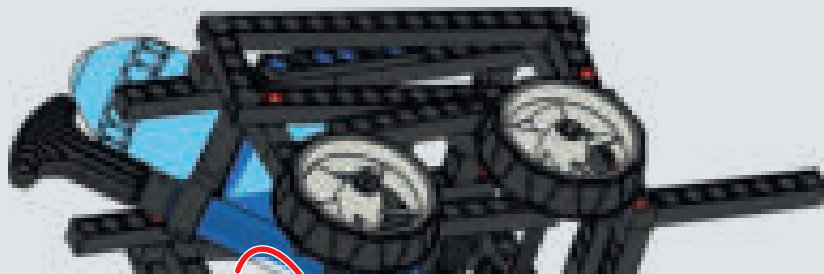


## GABELSTAPLER

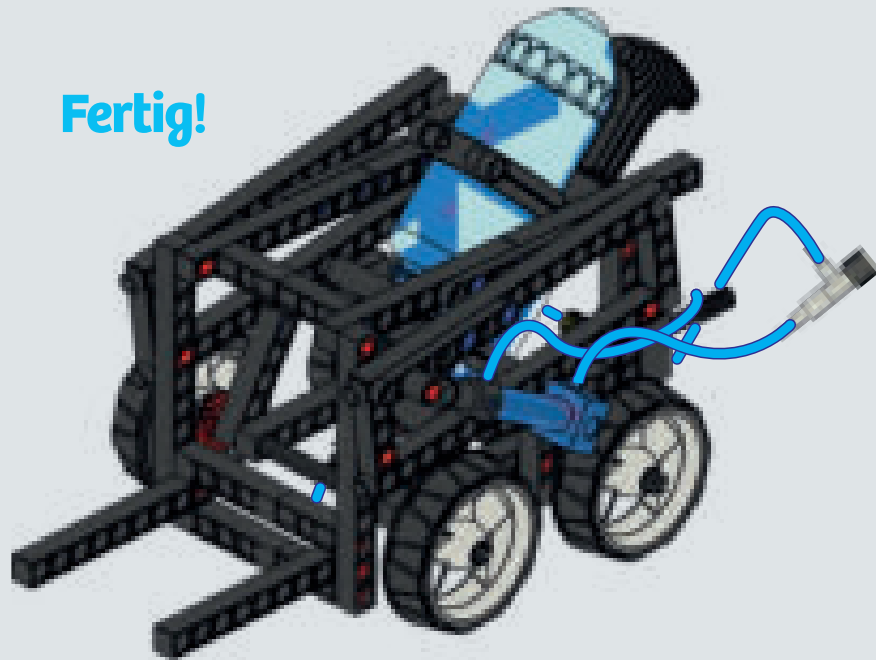
15



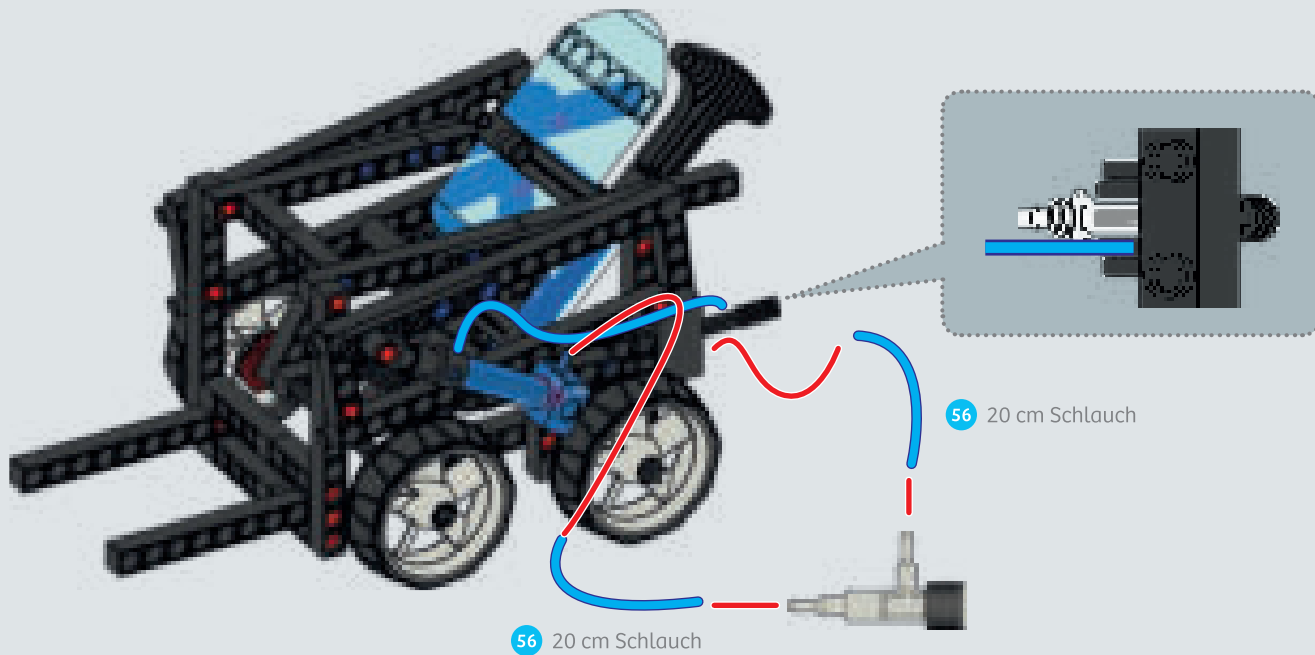
16



Fertig!



18



sie nacheinander mit der Stapelgabel hoch. Ab wann ist die Pneumatik nicht mehr in der Lage, die Stapelgabel zu heben?

6. Nun probierst du aus, ab welcher Masse der Gabelstapler nach vorne umkippt.

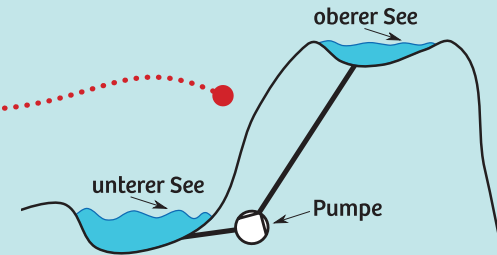
heraus. Mit dem Gestänge wird die Kraft auf die Stapelgabel übertragen. Die Mechanik ist dabei so gestaltet, dass die Gabel waagrecht bleibt. Das ist wichtig, damit nichts herunterfallen kann. Wenn allerdings die Last zu groß oder zu weit vorn auf der Gabel abgelegt ist, dann reicht das Gegengewicht des Gabelstaplers selbst nicht aus, und er kippt um.

Beim Heben wird die in der komprimierten Luft gespeicherte Energie in Bewegungsenergie umgewandelt und damit die Last angehoben. Diese erhält damit Lageenergie. Erst beim Herunterlassen wird diese wieder frei und in Bewegungsenergie umgewandelt.



## STICHWORT PUMPSPEICHERWERK

So wie in der angehobenen Last Energie gespeichert wird, geschieht dies auch in einem sogenannten **Pumpspeicherwerk**. Dieses besteht aus zwei Seen, die sich auf unterschiedlichen Höhen befinden und durch eine Röhre miteinander verbunden sind. Wenn Elektroenergie im Überfluss vorhanden ist, dann wird Wasser vom unteren See in den oberen gepumpt und damit dem Wasser Lageenergie zugeführt. Wenn später Elektroenergie benötigt wird, dann fließt das Wasser wieder hinunter und die Lageenergie wird über Bewegung wieder in Elektroenergie umgewandelt.





## VERSUCH 5

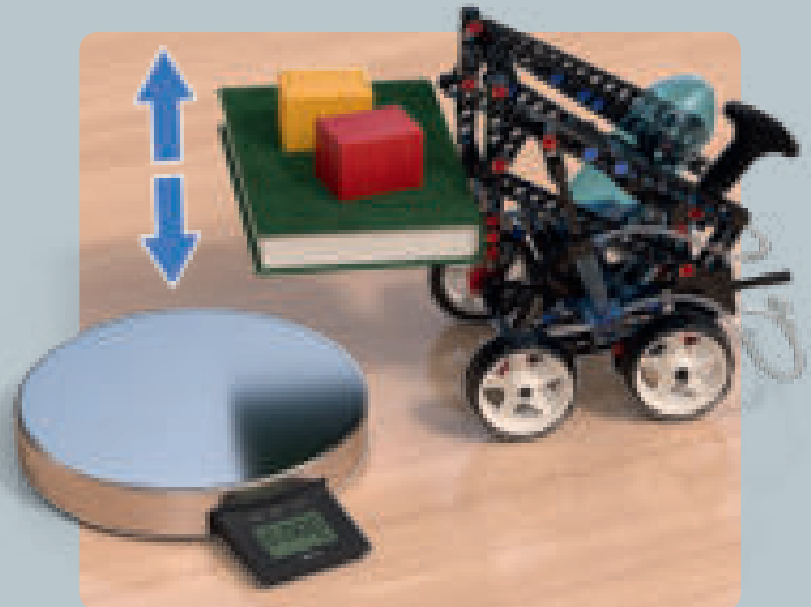
# Gabelstapler

## DU BRAUCHST

- > den **zusammgebauten Gabelstapler**
- > *verschiedene Dinge, die du auf die Stapelgabel legen kannst (z. B. kleine Bücher, Spielsachen, usw.)*
- > *Küchenwaage*

## SO GEHT'S

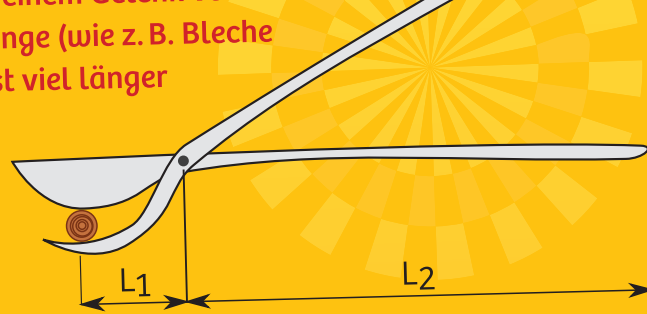
1. Bringe den Hebel am Schalter in die Mittelstellung.
2. Pumpe Luft in den Druckluftspeicher (30–50 mal pumpen).
3. Jetzt schaltest du den Hebel hin und her – die Stapelgabel fährt nun hinauf und herunter.
4. Lege verschiedene Dinge auf die Stapelgabel und fahre sie hoch und herunter.
5. Wiege alle Dinge mit der Küchenwaage und fahre sie nacheinander mit der Stapelgabel hoch. Ab wann



## WAS PASSIERT ?

Strömt Luft vom Druckluftspeicher durch den Schlauch in den Zylinder, schiebt sie den Kolben

Bei Gelenkscheren werden zwei Hebelarme mit einem gemeinsamen Drehpunkt verbunden. Bei **Scheren** für sehr schwer zu zertrennende Dinge (wie z. B. Bleche oder Äste) sind die Seiten, an denen man anfasst viel länger als die Schneiden. Damit wird eine besonders gute Kraftübertragung ermöglicht und man kann das Material gut zerkleinern.



## FLEISSIGE HELFER

In den großen Lagern der Internethändler gibt es immer mehr autonom und elektrisch fahrende Roboter. Sie werden von einem Zentralcomputer damit beauftragt, Dinge zu holen oder einzulagern. Dabei nutzen sie nicht nur eine Stapelgabel, sondern manche auch die Funktionalität einer **Hebebühne** (siehe Seite 14) oder eines **Robotergriffarmes** (siehe Seite 23).



NACHGEHAKT



# Power pur

Wenn du schwere **Lasten tragen** musst, zum Beispiel eine volle Einkaufskiste, dann ist es immer wichtig, diese nahe am Körper zu tragen. Dadurch wird die Wirbelsäule weniger stark beansprucht und die Last kommt dir weniger schwer vor.



## HEBELPRINZIP

Das Hebelprinzip kommt bei Zangen und Scheren zum Einsatz. Die beiden Hebelarme sind an einem Gelenk verbunden.

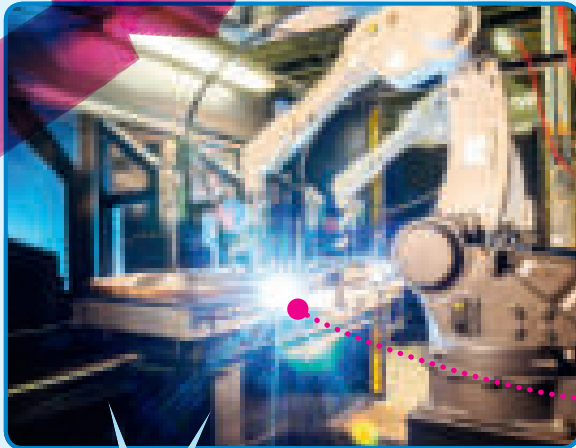




Nach etwas Pumpen

merkst du, dass die **Luftpumpe** warm wird. Das ist ganz normal und liegt daran, dass sich Luft erwärmt, wenn sie zusammengedrückt wird.

das Treten der Kurbel an das Hinterrad übertragen wird. Mit einer Schaltung kannst du die Übersetzung, d. h. das Verhältnis der Drehzahlen des Hinterrades zur Kurbeldrehzahl, einstellen.



## INDUSTRIEROBOTER

In modernen Fabriken werden Roboter eingesetzt, um die Arbeiter zu entlasten. Dies ist besonders dort notwendig, wo die Arbeiter sehr gefährliche oder sich oft wiederholende einfache Tätigkeiten ausführen müssen. Dabei können die Roboter Dinge greifen, schrauben, bohren, lackieren, **schweißen** usw.





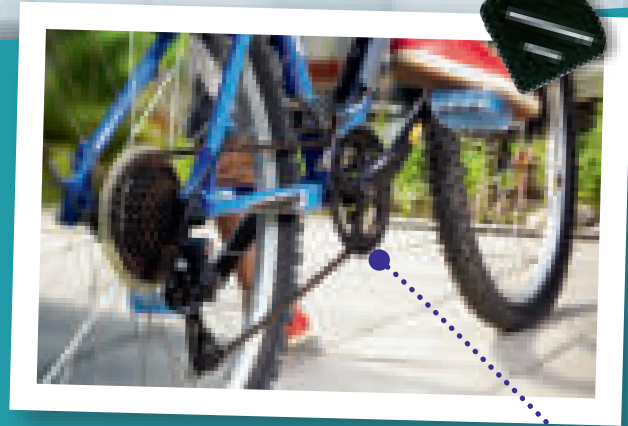
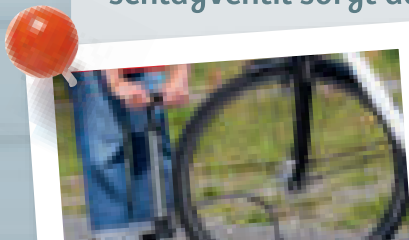
NACHGEHAKT



# Mit einer Luftpumpe ...

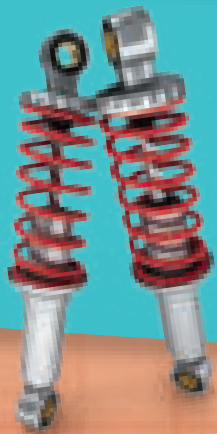
... kannst du Luft in den Schlauch deines Fahrrades pumpen. Dabei drückst du einen Kolben in den Zylinder, der dann Luft durch ein Rückschlagventil in den Schlauch schiebt. Dieses Rückschlagventil sorgt dafür, dass die Luft

nicht wieder aus dem Schlauch entweicht.



## KLITZEKLEIN ODER RIESENGROSS

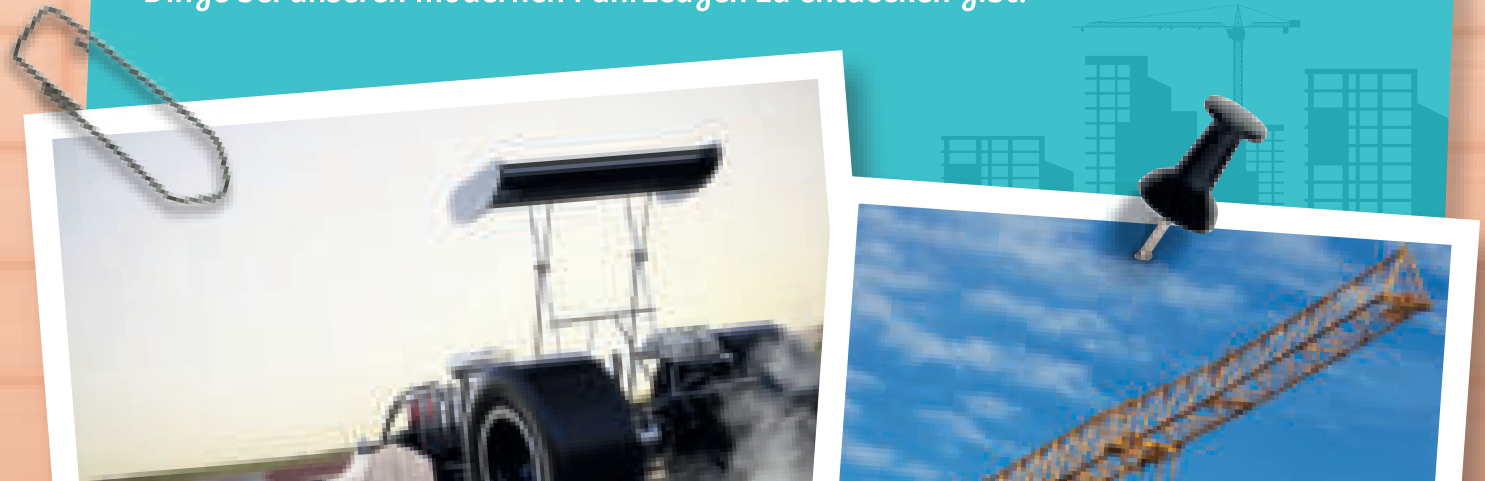
**Getriebe** werden in allen erdenklichen Größen eingesetzt. Ganz kleine sorgen in Uhrwerken dafür, dass sich der Minutenzeiger schneller dreht als der Stundenzeiger. Am Fahrrad sorgen die **Kettenräder** und die Kette dafür, dass die Kraft durch

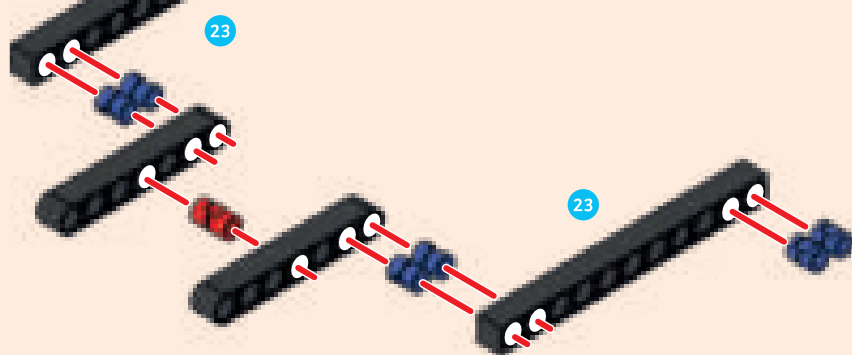
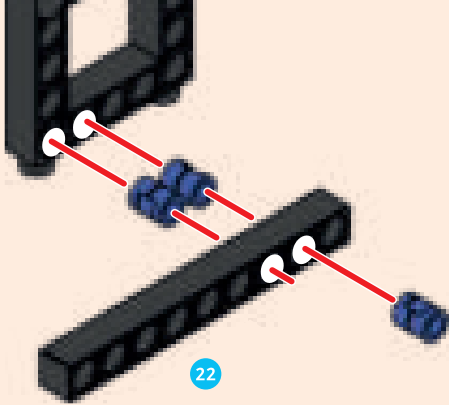




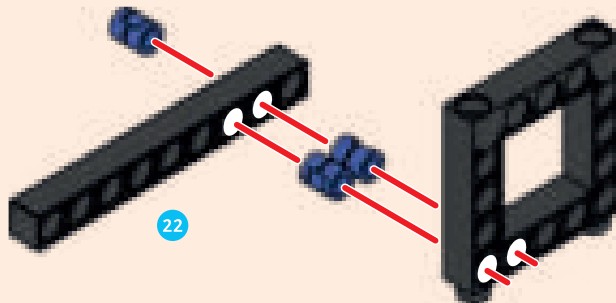
# Am Boden

Seit der Erfindung des Rades vor 6000 Jahren in Mesopotamien gab es eine rasante Entwicklung. Nun konnten Dinge über weite Strecken auf dem Land transportiert werden. Bei den folgenden Experimenten wirst du sehen, dass es viele spannende Dinge bei unseren modernen Fahrzeugen zu entdecken gibt.





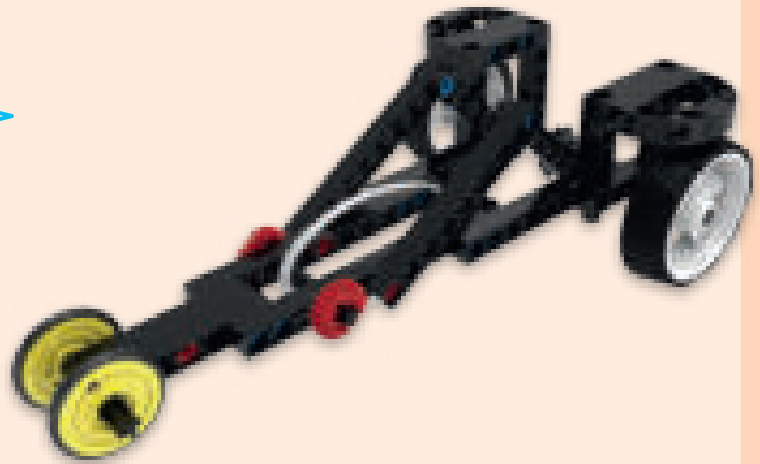
3





# DRAGSTER

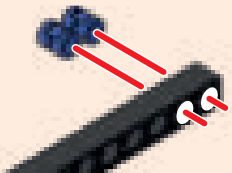
- 1 22x
- 2 4x
- 10 1x
- 12 4x
- 14 1x
- 17 2x
- 20 2x
- 21 2x
- 22 4x
- 23 2x
- 25 2x
- 30 2x
- 33 1x
- 35 2x
- 38 1x
- 40 2x
- 43 2x
- 49 2x
- 50 2x
- 52 2x

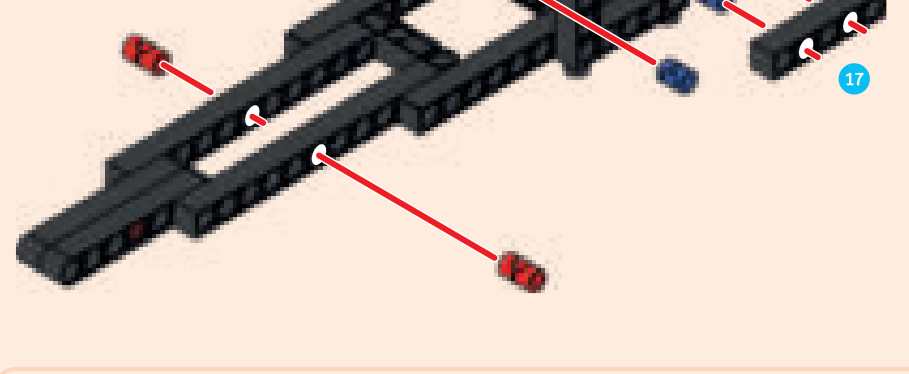


1

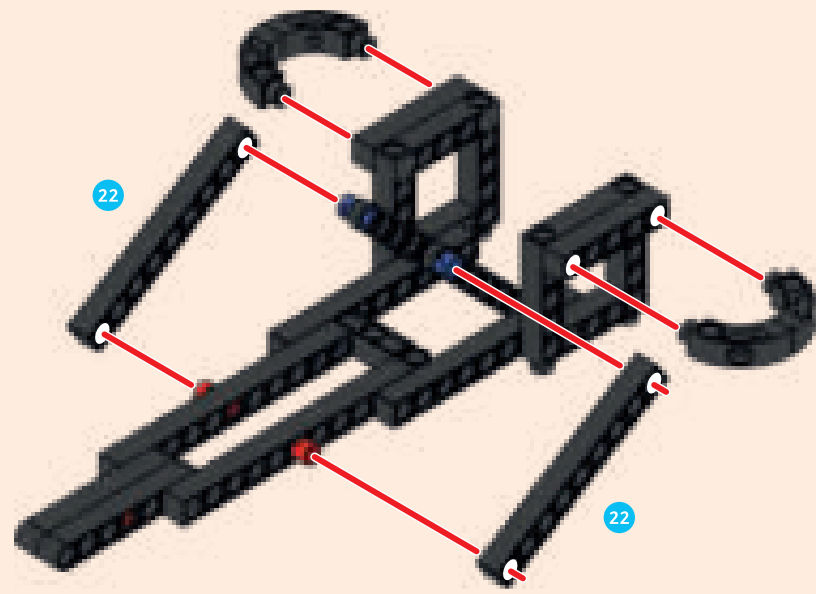


2

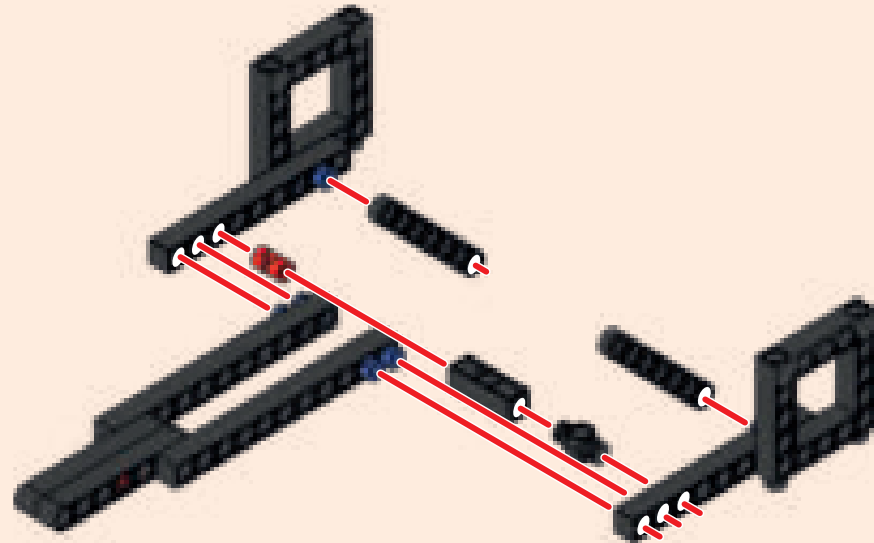




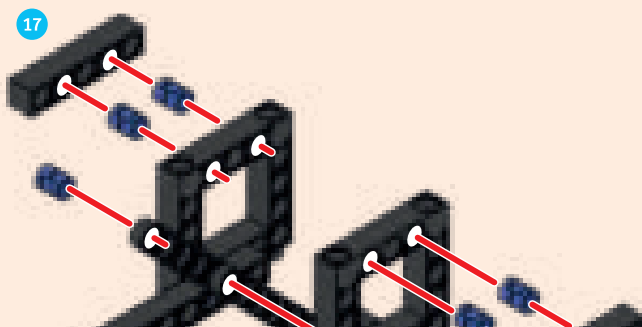
7



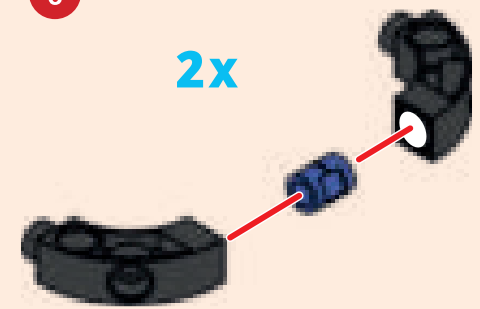
4

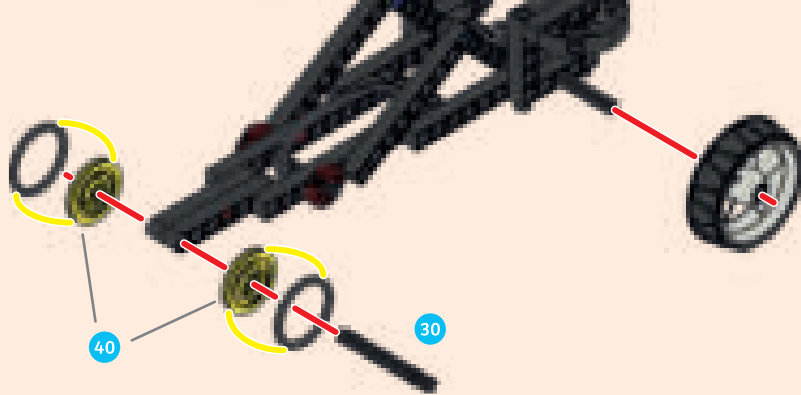


5



6





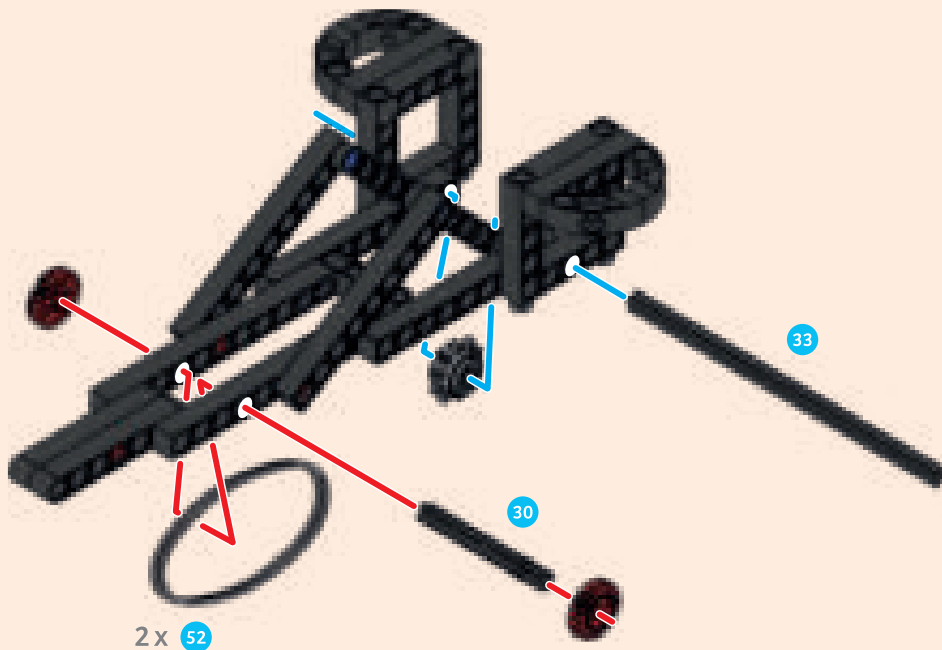
**Fertig!**





# DRAGSTER

8



9



befinden.

5. Nun kannst du den Dragster loslassen.
6. Wie weit ist er gefahren? Miss mit dem Maßband nach.
7. Probiere nun aus, wie weit er mit nur einem Gummiring fährt.
8. Wie weit fährt er, wenn du ihn rückwärts – dann sind die großen Räder vorn – fahren lässt? Dazu musst du die Gummiringe von unten an das Kettenrad heranführen.

praktisch das Fahrzeug und während die Lenkbaren Vorderräder die Spur halten, fahren die Hinterräder geradeaus weiter. Wenn man ein solches Verhalten nicht erwartet, kann es schnell gefährlich werden.



## WAS PASSIERT ?

Der Dragster hat einen Gummimotor, der die Hinterräder antreibt. Je stärker du die Gummibänder spannst, umso stärker wird der Dragster beschleunigt. Dadurch wird er schneller und kann auch eine weitere Strecke fahren. Wenn du den Dragster rückwärts fahren lässt – praktisch mit Frontantrieb – wirst du merken, dass die großen Räder dazu tendieren, durchzudrehen. So wird weniger Kraft auf den Bodenbelag übertragen und der Dragster beschleunigt nicht so stark. Im Gegensatz dazu werden beim Heckantrieb die Räder durch die Beschleunigung stärker auf den Untergrund gepresst, da der Wagen nach hinten unten gedrückt wird. Daher drehen die Räder weniger durch und übertragen die Kraft besser.

## VERSUCH 6

# Dragster

## DU BRAUCHST

- › den zusammengebauten Dragster
- › Maßband (z. B. aus dem Versuch zum Streckenmessrad)
- › langen Flur oder anderen großen Raum mit glattem Boden

## SO GEHT'S

1. Ziehe die Gummiringe nach hinten und lege sie oben über die Zähne des Kettenrades auf der Welle der Hinterräder.
2. Fahre nun den Dragster so weit nach hinten, bis die Gummiringe genug gespannt sind. Bei zwei Gummiringen sind das etwa 1–1,5 Meter.
3. Halte die Hinterräder gut fest, damit sie sich nicht drehen.
4. Jetzt richtest du den Dragster aus, sodass sich keine Hindernisse in der voraussichtlichen Fahrbahn













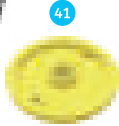









## WUSSTEST DU?

Bei Sport- oder Rennwagen kommt es auf starke Beschleunigung an. Daher haben diese einen Heckantrieb. In Kurven kann es allerdings passieren, dass das Heck ausbricht. Die Hinterräder schieben





# TRIKE

 1 16x	 2 8x	 8 2x	 13 1x	 14 4x	 16 4x	 20 2x
 21 2x	 23 2x	 26 2x	 41 2x			
 31 1x	 32 2x	 34 2x	 38 1x			
 44 2x	 49 2x	 50 2x	 51 2x	 53 2x		



1

2x

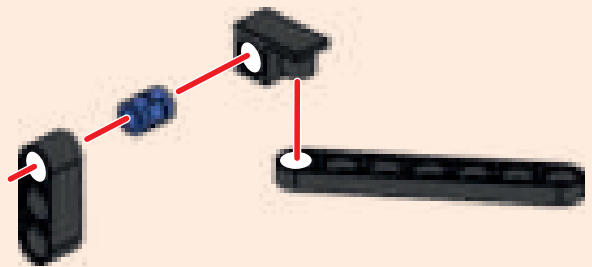


2

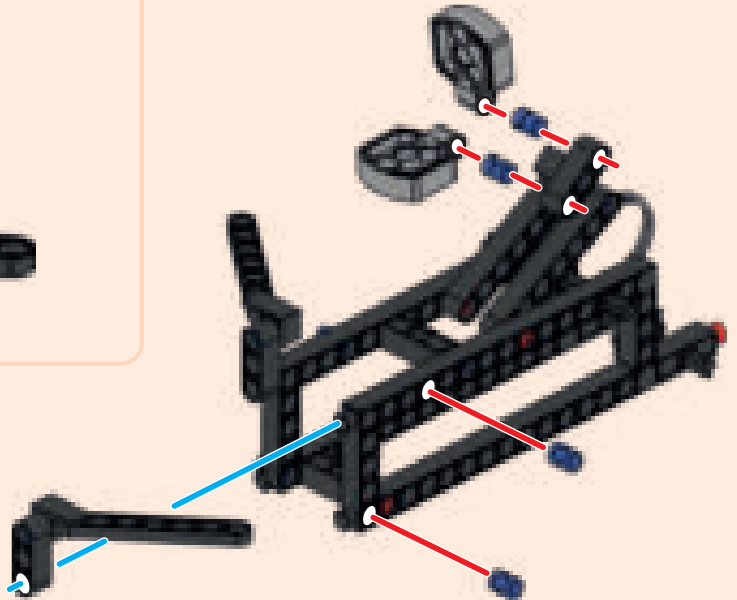




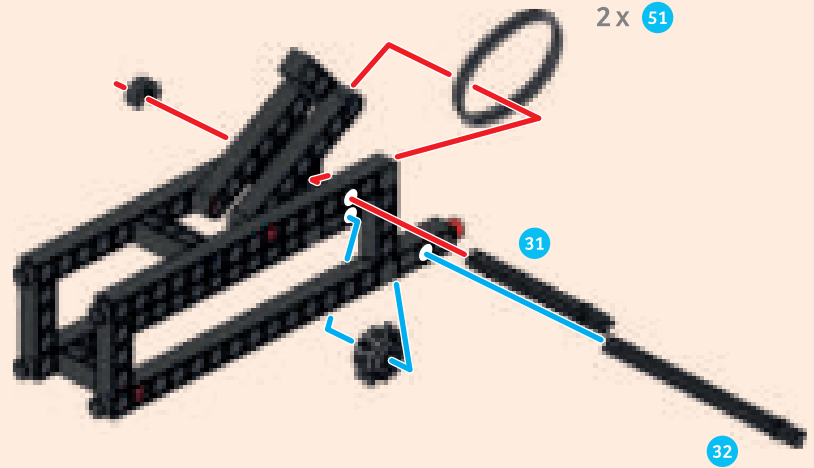
7



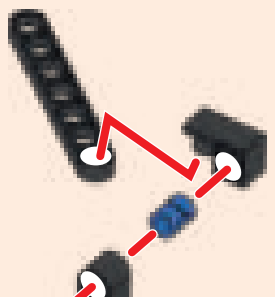
8



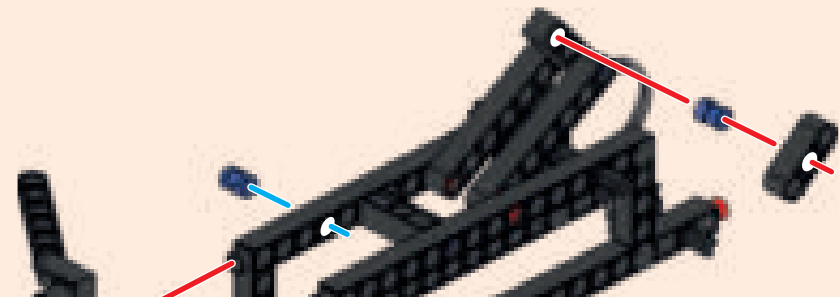
4

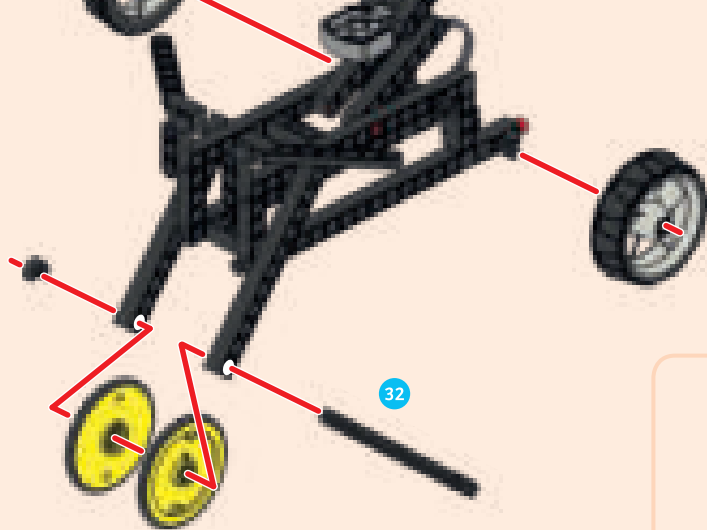


5



6





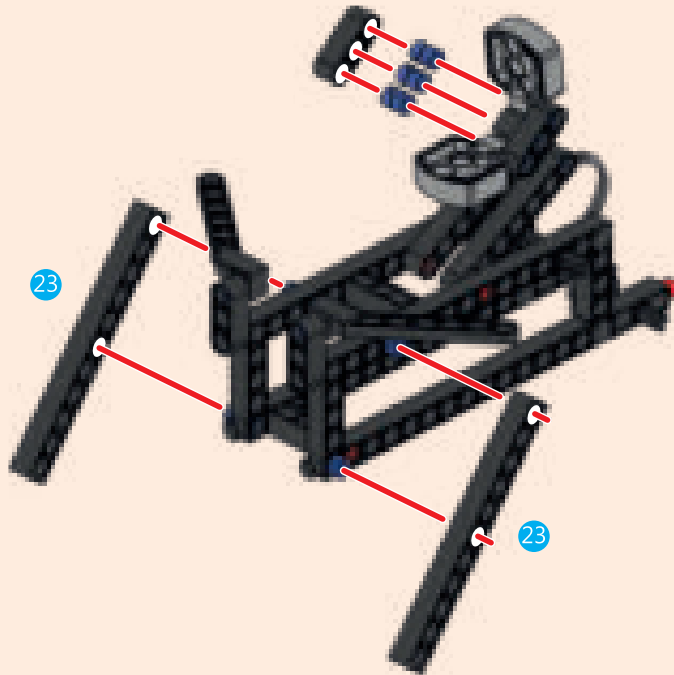
Fertig!





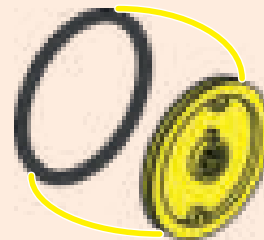
# TRIKE

9



10

2x



11



in der voraussichtlichen Fahrbahn befinden.

5. Lasse nun das Trike los.
6. Wie weit ist es gefahren? Miss mit dem Maßband nach.
7. Bereite das Trike wieder vor und lass es nun die schiefe Ebene hoch- und dann herunterfahren. Wie weit kommt es nun?
8. Wie verhält es sich, wenn die angetriebenen Räder vorn (Frontantrieb) sind? Dazu müssen die Gummibänder von unten an das Kettenrad herangeführt werden.

Nach ein paar Versuchen wirst du feststellen, dass das Trike, wenn es nach oben fährt, weniger weit kommt als nach unten fahrend. Der Grund dafür ist ein Grundsatz der Physik – die Energieerhaltung. Wenn du die Gummiringe spannst, speicherst du dadurch Verformungsenergie. Diese wird dann in Bewegungsenergie umgewandelt. Wenn das Trike nun nach unten fährt, wird zusätzlich Lageenergie frei, welche dazu führt, dass das Trike weiter fahren kann. Fährt es nach oben, muss Lageenergie aufgebracht werden – es kann weniger weit fahren. Übrigens fährt das Trike solange, bis die Bewegung durch Reibung abgeschlossen ist. Dabei entsteht Wärme – mechanische Energie wird in Wärmeenergie umgewandelt.

**LUST AUF MEHR?**

Welches Fahrzeug beschleunigt stärker und fährt weiter? Der Dragster oder das Trike? Du brauchst beide zusammengebaute Fahrzeuge und am besten einen Helfer. Spannt bei beiden Modellen den Gummimotor und lasst sie auf dem ebenen Fußboden und die schiefe Ebene entlang fahren.



## VERSUCH 7

# Trike

## DU BRAUCHST

- › **das zusammengebaute Trike**
- › Maßband (z. B. aus dem Versuch zum Streckenmessrad)
- › langes Brett und einige Bücher, auf die es schräg aufgelegt wird

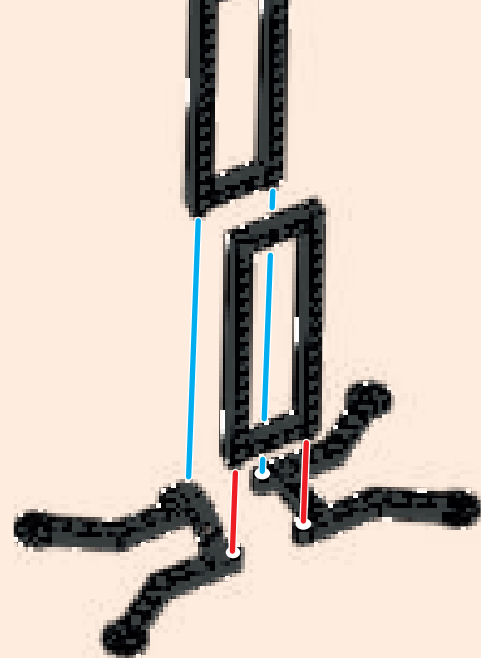
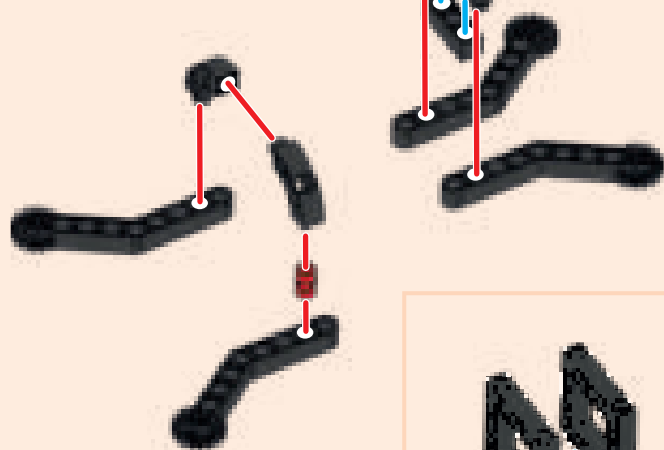
## SO GEHT'S

1. Ziehe die Gummiringe nach hinten und lege sie oben über die Zähne des Kettenrades auf der Welle der Hinterräder.
2. Fahre nun das Trike so weit nach hinten, bis die Gummiringe genug gespannt sind. Bei zwei Gummiringen sind das etwa 1–1,5 Meter.
3. Halte die Hinterräder gut fest, damit sie sich nicht drehen.
4. Richte das Trike aus, sodass sich keine Hindernisse

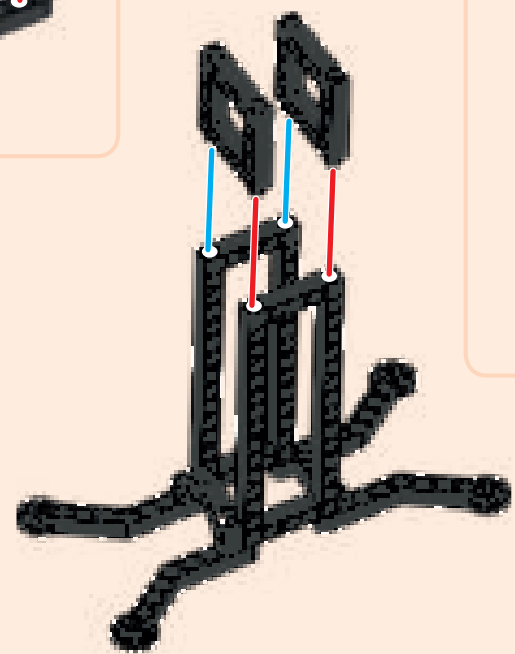


## WAS PASSIERT ?

Das Trike funktioniert wie der Dragster zuvor. Allerdings ist der Schwerpunkt viel höher als bei diesem. Daher drehen die Räder im Frontantrieb noch leichter durch.



3





# KRAN

- |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1   | 2   | 3  | 5  | 7  | 8  | 9  | 10 | 12 | 13 | 14 |
|     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 40x | 18x | 2x | 3x | 4x | 2x | 2x | 4x | 6x | 3x | 6x |
| 15  | 16  | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |    |    |    |
|     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1x  | 4x  | 4x | 4x | 3x | 4x | 4x | 6x |    |    |    |
| 23  | 24  | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |    |    |    |    |
|     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 4x  | 1x  | 2x | 2x | 2x | 2x | 2x |    |    |    |    |
| 30  | 31  | 32 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 |    |    |
|     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 2x  | 1x  | 1x | 5x | 1x | 1x | 1x | 2x | 2x |    |    |
| 45  | 46  | 47 | 48 | 49 | 50 | 53 | 54 | 72 |    |    |
|     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 1x  | 1x  | 1x | 1x | 2x | 2x | 2x | 3x | 1x |    |    |



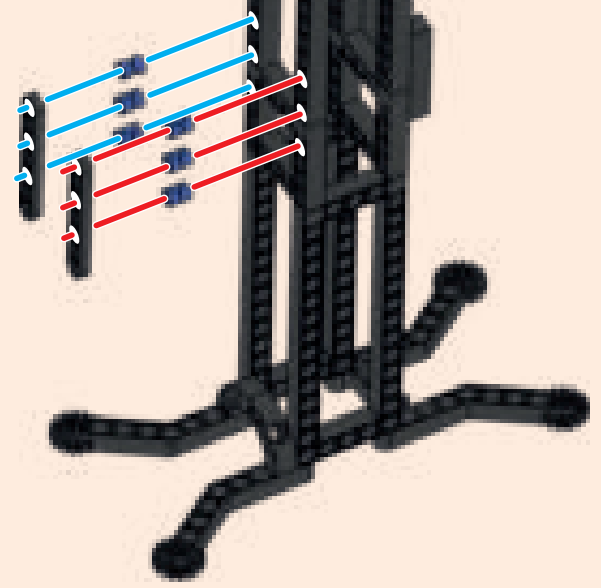
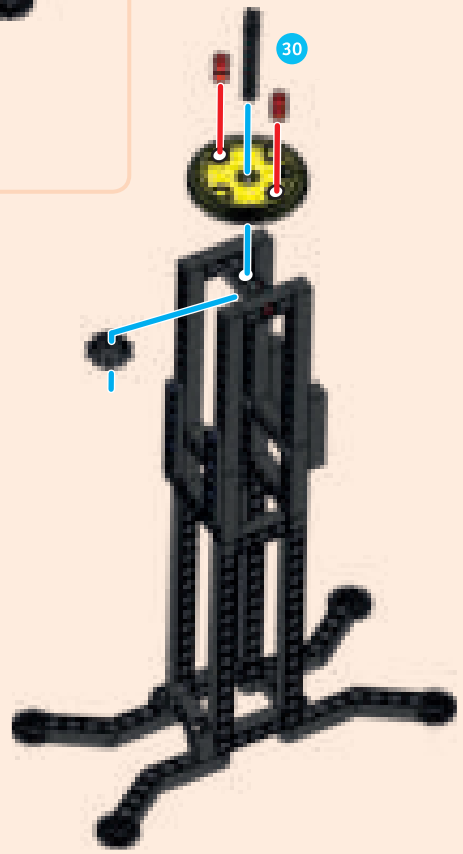
1



2

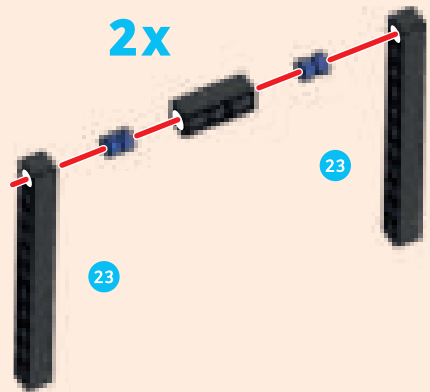


8

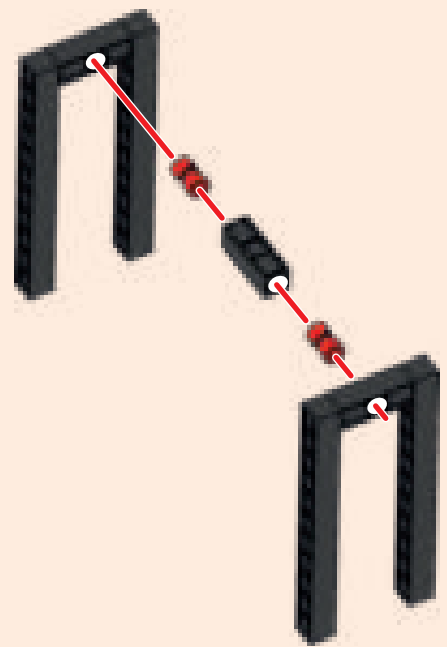


4

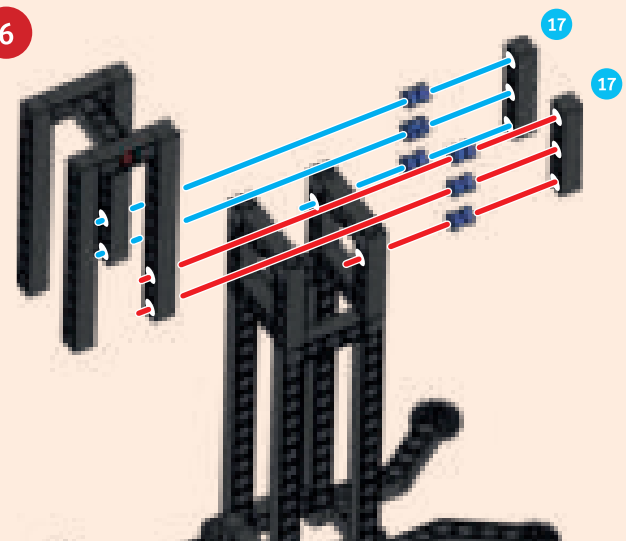
2x



5

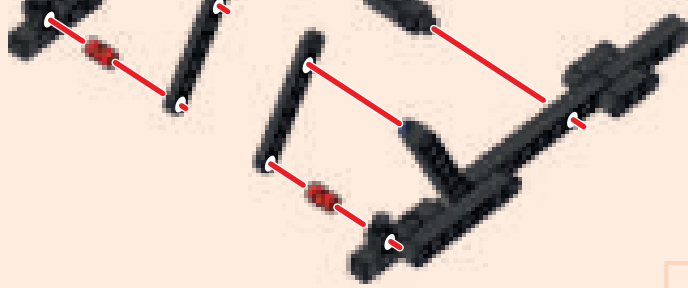


6

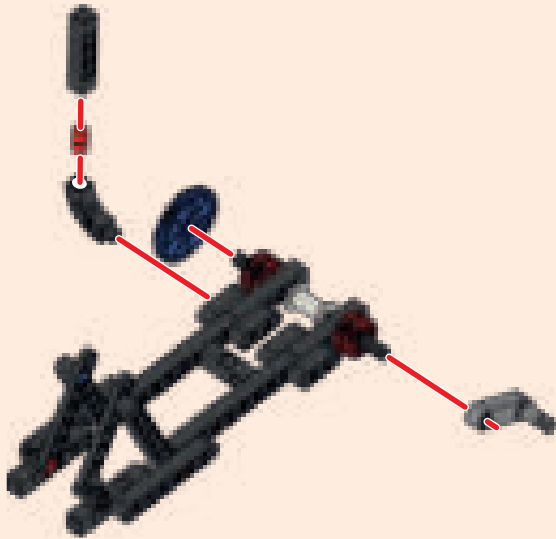


7

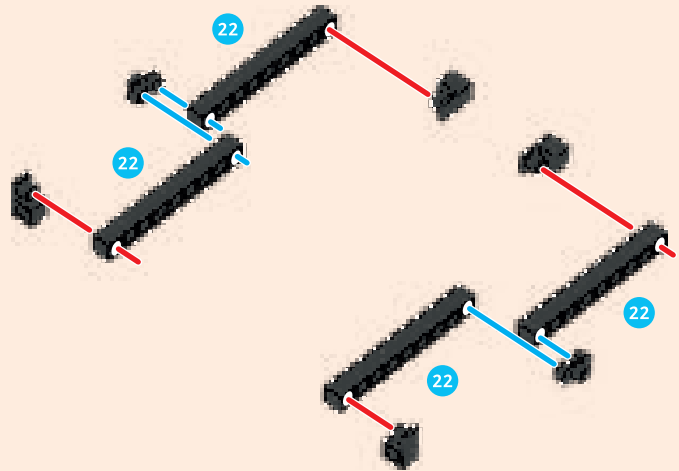




13



14

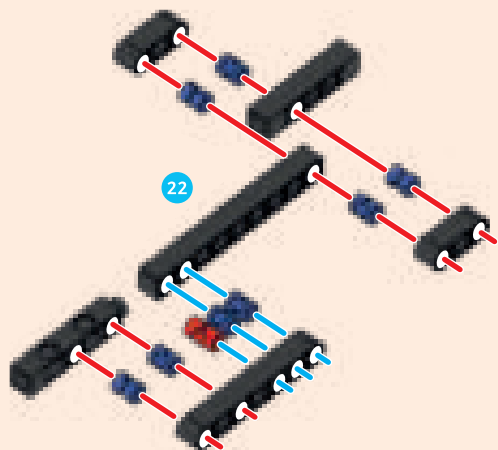




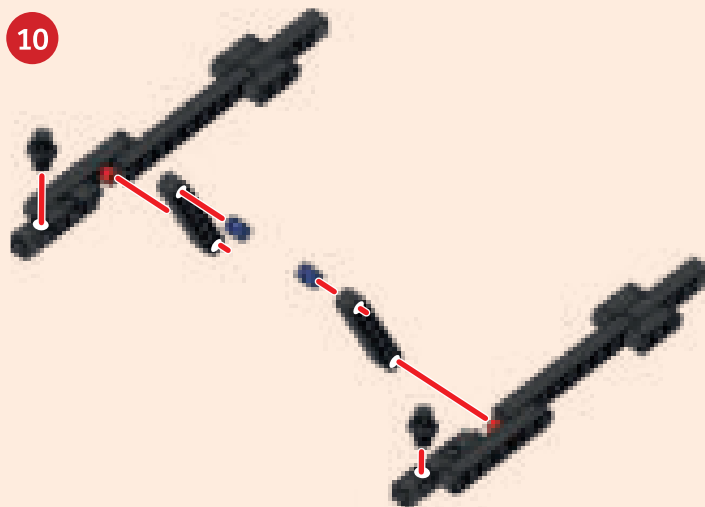
KRAN

9

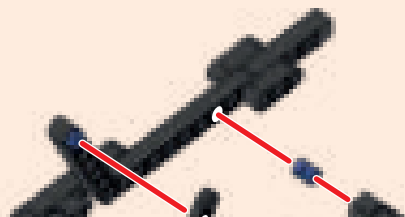
2x



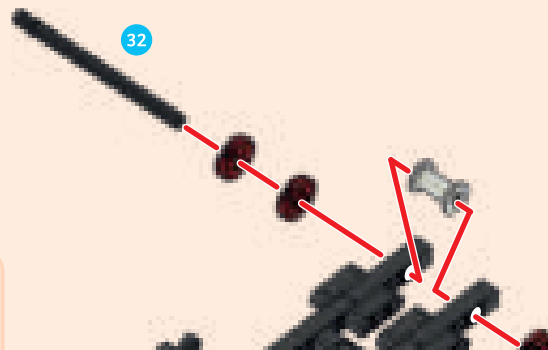
10

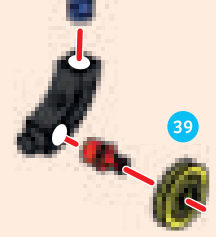
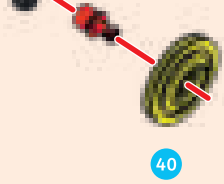


11

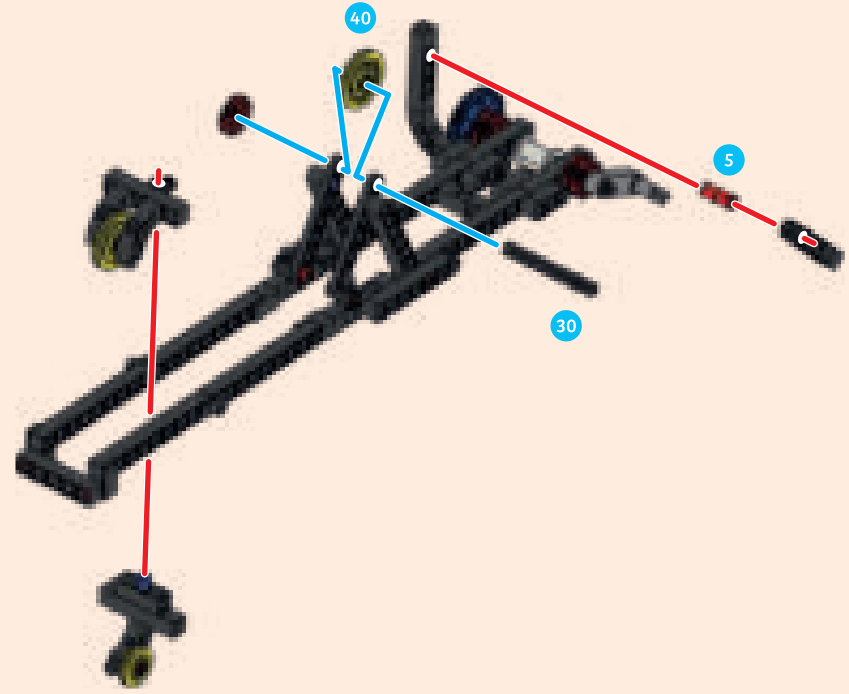


12

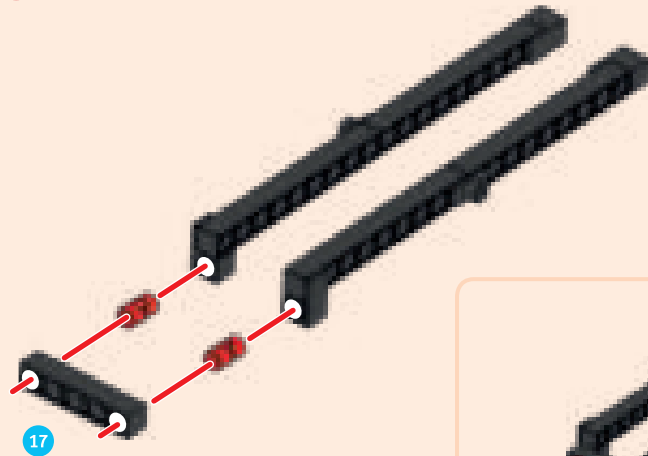




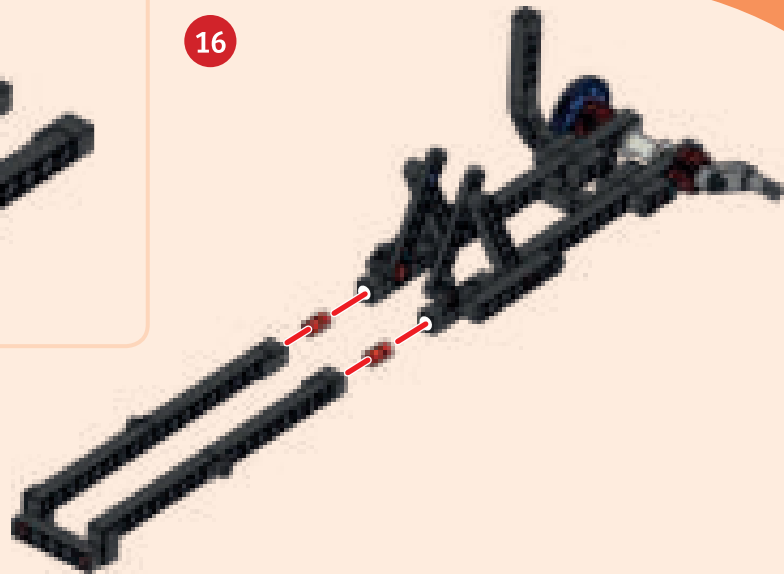
20



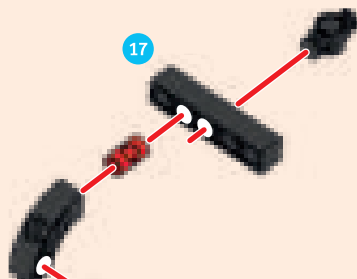
15



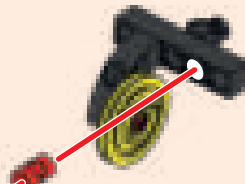
16



17

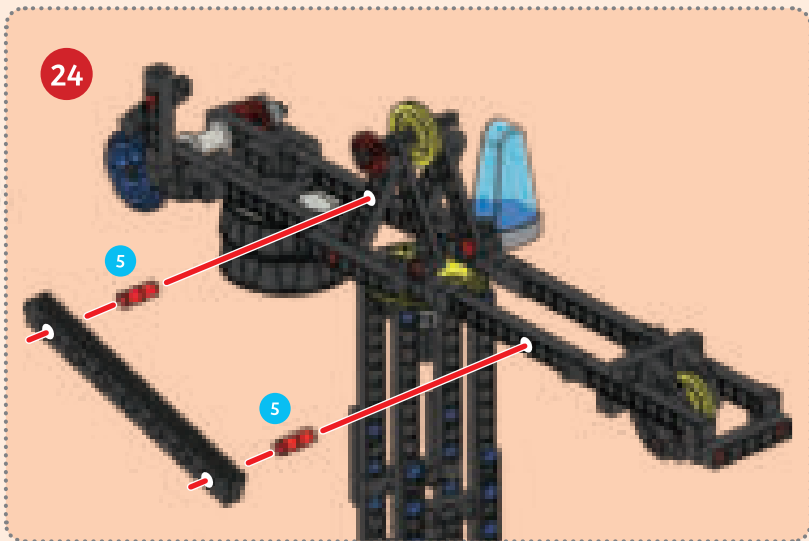
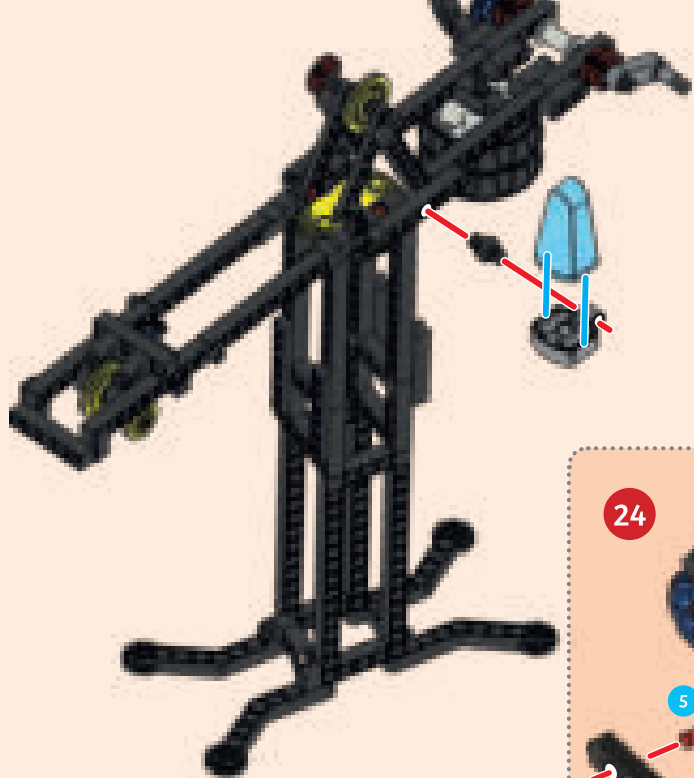


18



19







# KRAN

21



31

22

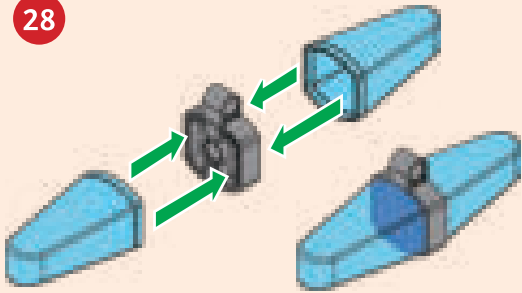


23





28



Fertig!

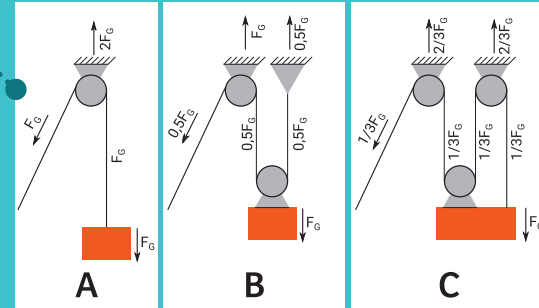


5. Fülle den Ponton mit Münzen oder Steinchen und hänge die Last an den Kranhaken.
6. Nun kannst du an der Kurbel drehen und die Last hochziehen. Lass sie ein paar Mal hoch und runter (das Zahnrad mit der Ratsche freigeben).
7. Lege das Seil so in die Rollen, wie in Variante B gezeigt, und probiere erneut, die Last hoch und runter zu lassen.
8. Zum Schluss wird das Seil wie in Variante C eingelegt. Fahre die Last hoch und runter.

## WAS PASSIERT ?

Wenn du an der Kurbel drehst, übst du eine Kraft auf das Seil aus. Die zwei Umlenkrollen bei Variante A haben nur Einfluss auf die Krafrichtung, nicht jedoch auf den Betrag. Die Last wird angehoben. In den Varianten B und C brauchst du weniger Kraft, weil die andere Aufhängung des Seiles einen Teil der Last trägt (siehe Skizze rechts). Dafür musst du aber häufiger kurbeln. Das Produkt von benötigter Seillänge und Kraft ist – wenn wir Reibung vernachlässigen – immer gleich groß.

werden. Dafür musst du aber mehr Seil aufwickeln. Theoretisch kann man so die Kraft beliebig klein machen. Allerdings wiegen die Rollen an der Last auch etwas und die müssen ebenso mitgezogen werden. Daher sollte die Anzahl der Rollen so bemessen sein, dass die notwendige Kraft gut aufgebracht werden kann, aber keine Rolle zu viel ist.



## LUST AUF MEHR?

Probiere mit dem Kran das Hebelgesetz aus! Entferne die Bücher und teste, die weit du bei angehängter Last die Laufkatze ausfahren kannst, bis der Kran kippt. Hat die Drehrichtung des Auslegers im Vergleich zu den Kranfüßen am Boden Einfluss darauf? Wie bei einer Wippe muss Hebelarm mal Kraft auf beiden Seiten gleich groß sein. Das heißt: Schwere Lasten müssen näher am Mast getragen werden.



## VERSUCH 8

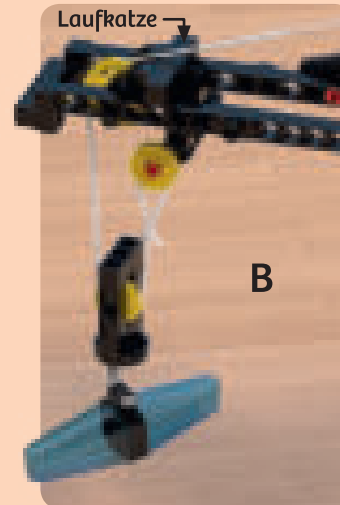
# Kran

## DU BRAUCHST

- > den zusammengebauten Kran
- > einige Bücher zum Beschweren des Krans
- > kleine Münzen oder Steinchen als Füllung des Pontons

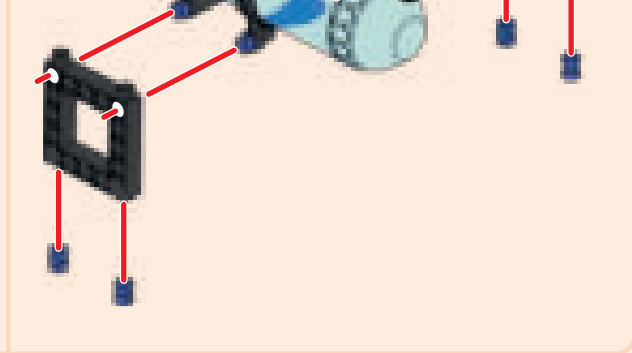
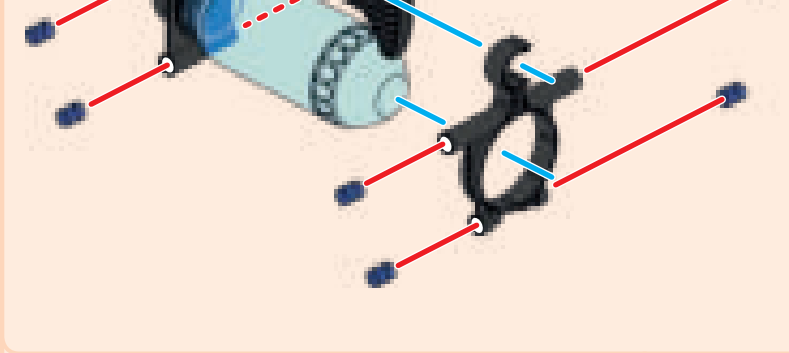
## SO GEHT'S

1. Lege die Bücher auf die Füße des Krans am Boden, damit der Kran nicht umfällt.
2. Die Laufkatze wird mit einer Achse fixiert. Je weiter du die Laufkatze vorne befestigst, desto stärker wird der Ausleger des Krans belastet.
3. Die jetzt aufgebaute Version des Krans zeigt die Flaschenzug-Variante A.
4. Lege die Ratsche so auf das Zahnrad, dass das Seil nicht zum Kranhaken hingezogen werden kann.
5. Fülle den Ponton mit Münzen oder Steinchen und

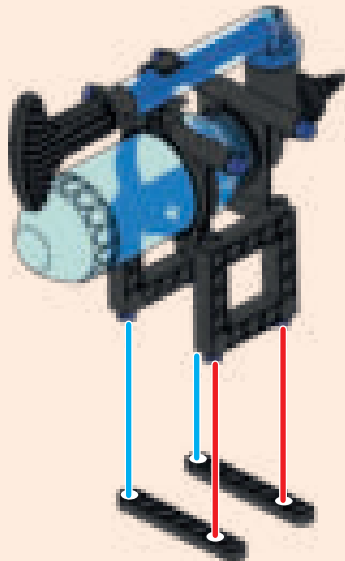


## STICHWORT FLASCHENZUG

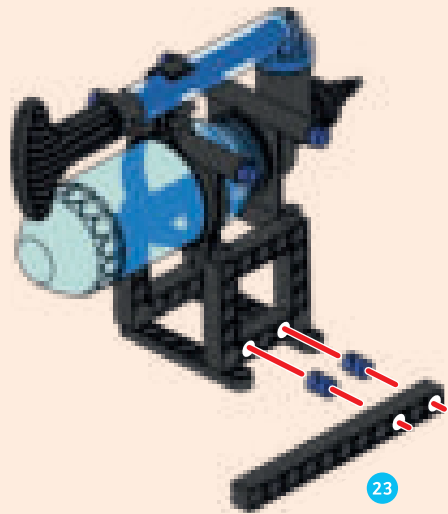
Der **Flaschenzug** ist ein technisches Hilfsmittel, um schwere Lasten zu heben. Dafür werden Umlenrollen verwendet, um die Last zu verteilen. Die Kraft wird umso geringer, je mehr Rollen verwendet



3

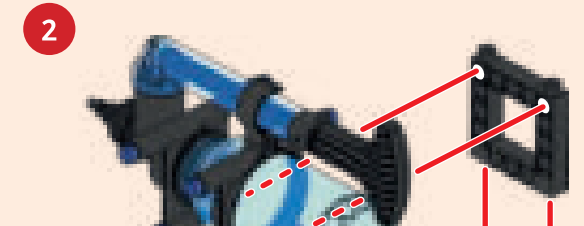
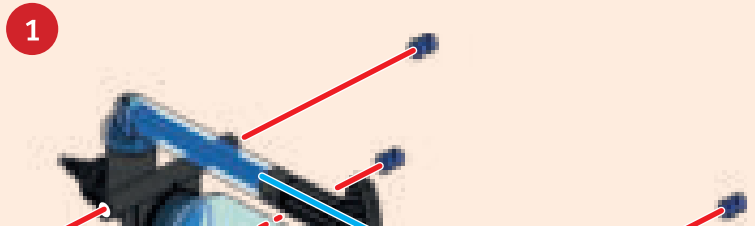


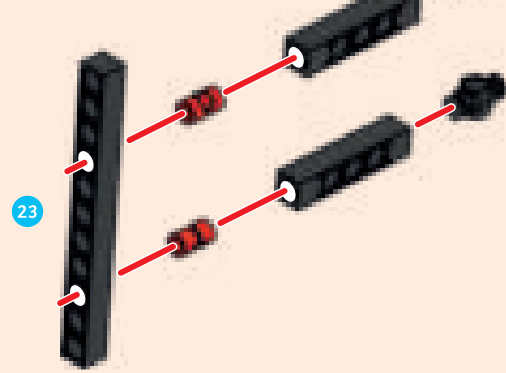
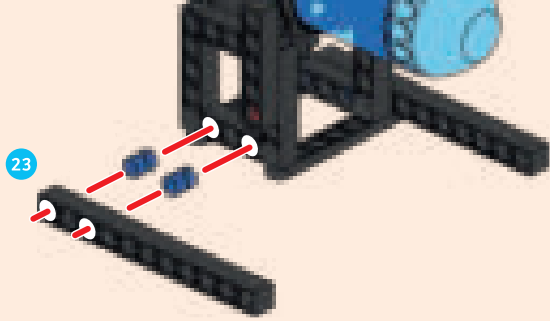
4



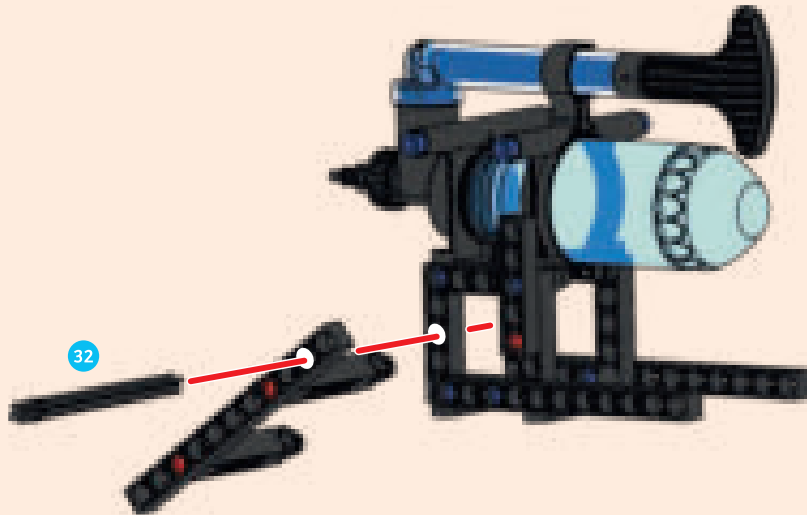
● ● ● PNEUMATISCHER STOSSDÄMPFER

- |     |    |    |    |    |    |    |    |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1   | 2  | 10 | 14 | 17 | 18 | 21 | 22 |
| 26x | 5x | 3x | 1x | 1x | 2x | 2x | 6x |
| 23  | 25 | 27 | 28 | 32 | 33 | 34 |    |
| 4x  | 2x | 2x | 2x | 3x | 2x | 2x |    |
| 35  | 45 | 49 | 50 | 56 | 57 | 58 | 59 |
| 6x  | 2x | 4x | 4x | 1x | 1x | 1x | 1x |
| 60  | 61 | 62 | 63 | 65 | 78 | 79 | 80 |
| 1x  | 1x | 1x | 1x | 1x | 1x | 1x | 1x |





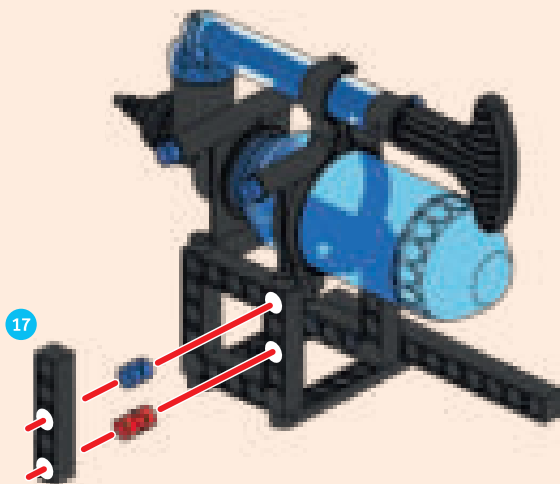
8



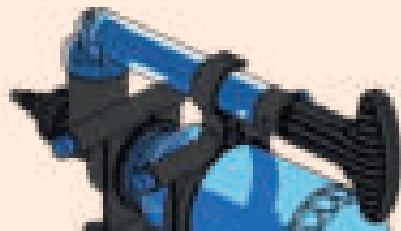


## PNEUMATISCHER STOSSDÄMPFER

5

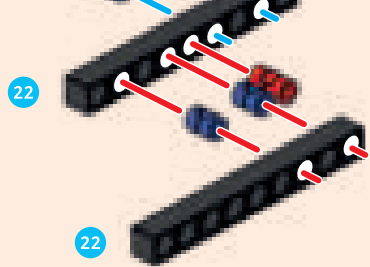


6

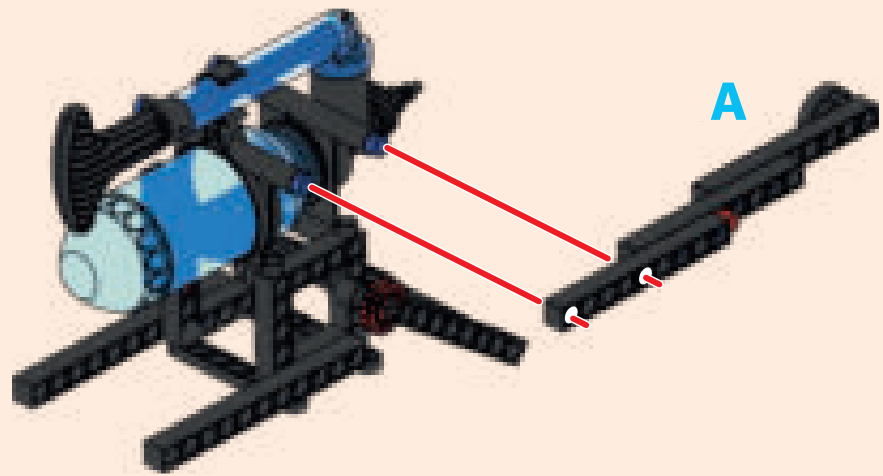


7

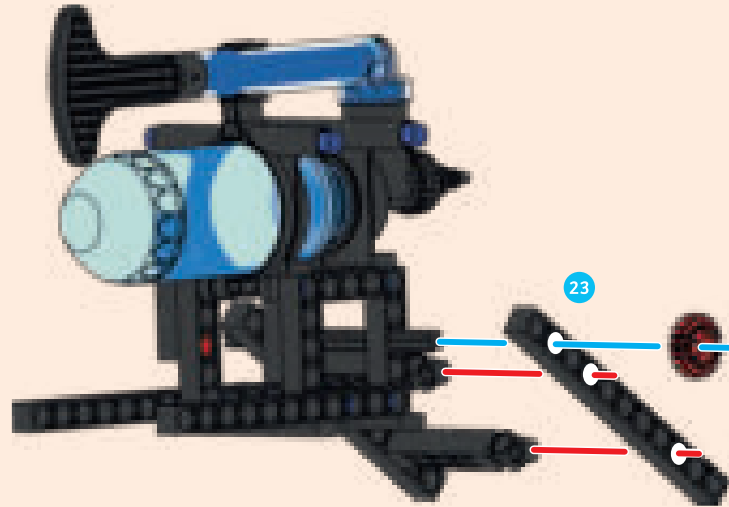




11

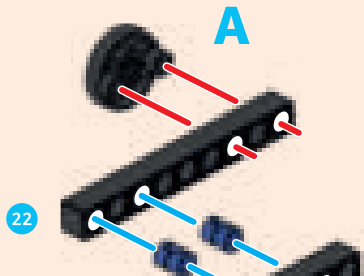


9

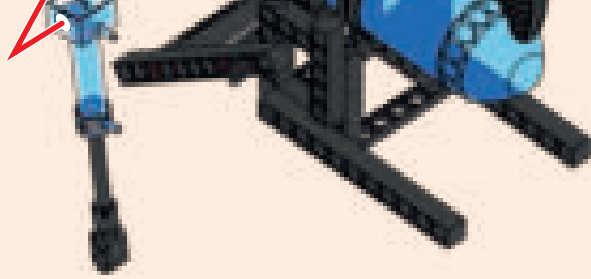


10

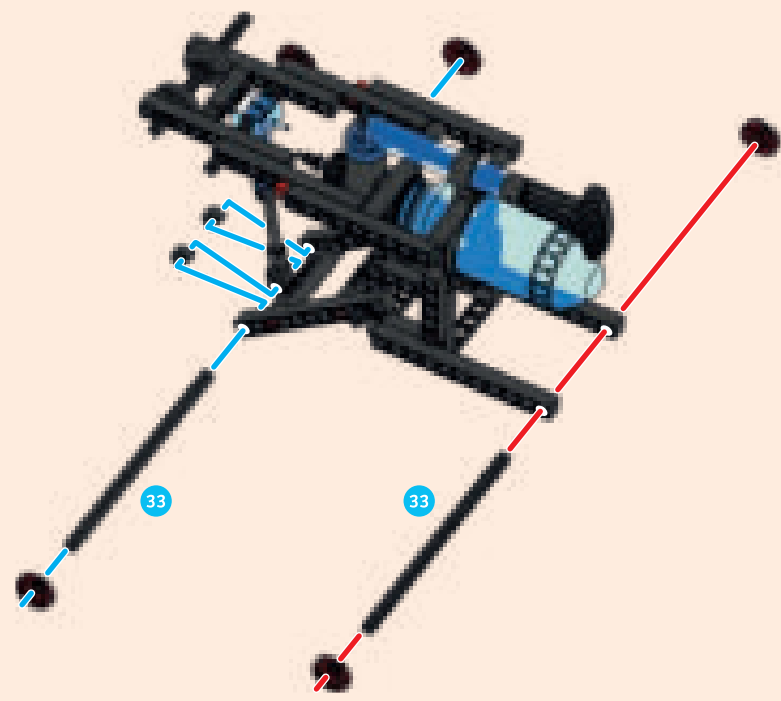
2x



32



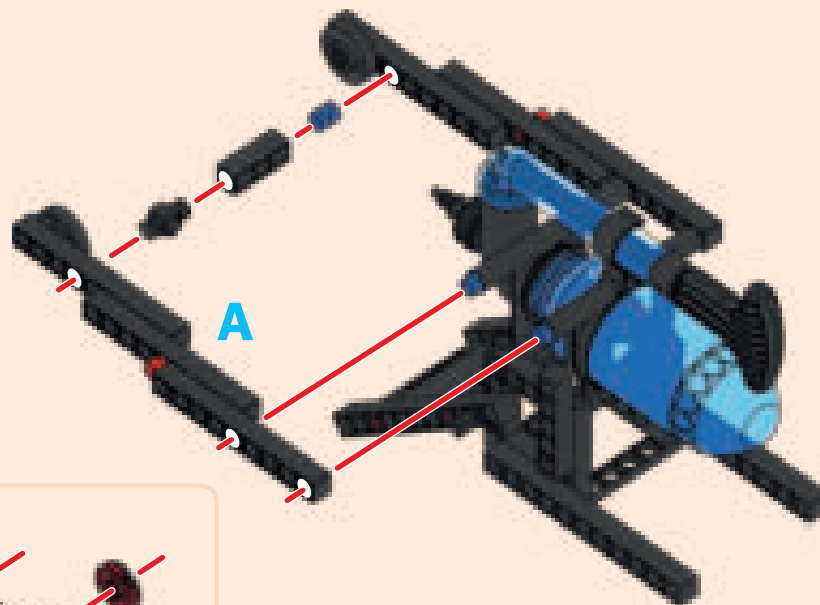
14



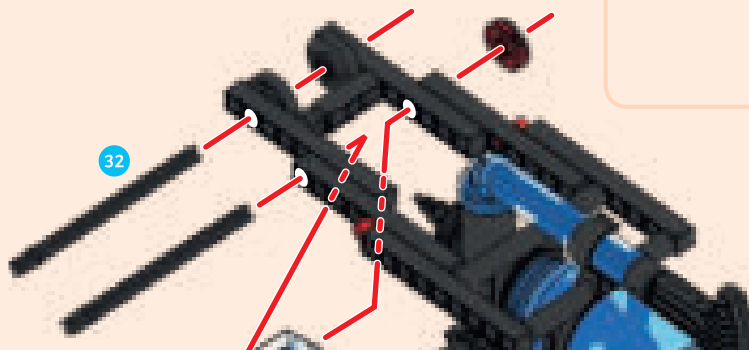


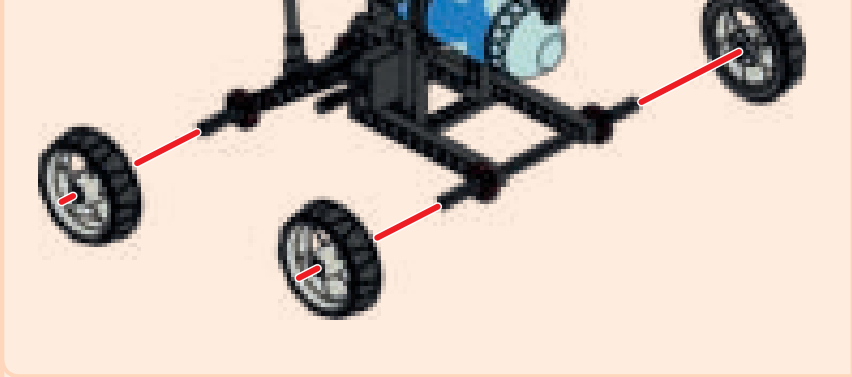
## PNEUMATISCHER STOSSDÄMPFER

12



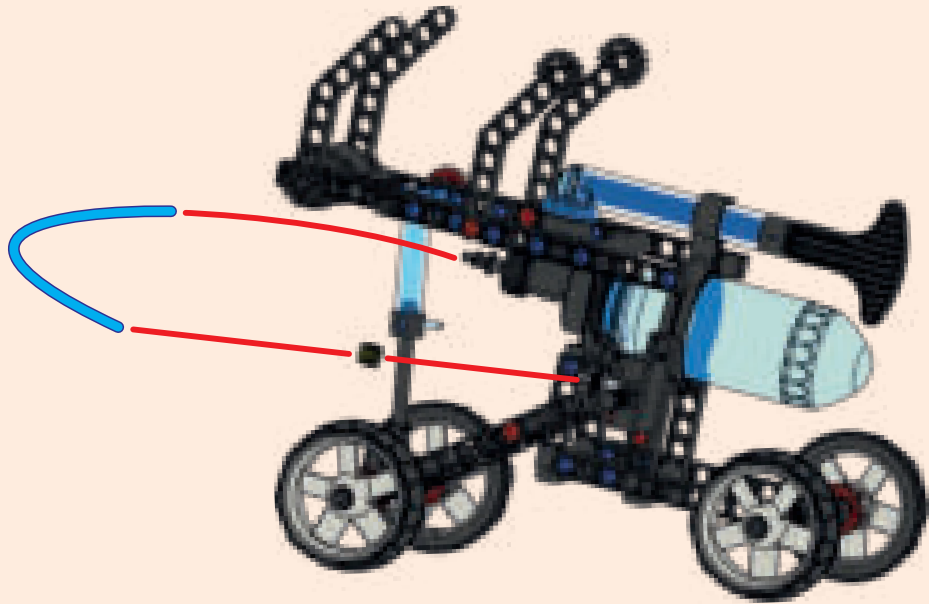
13



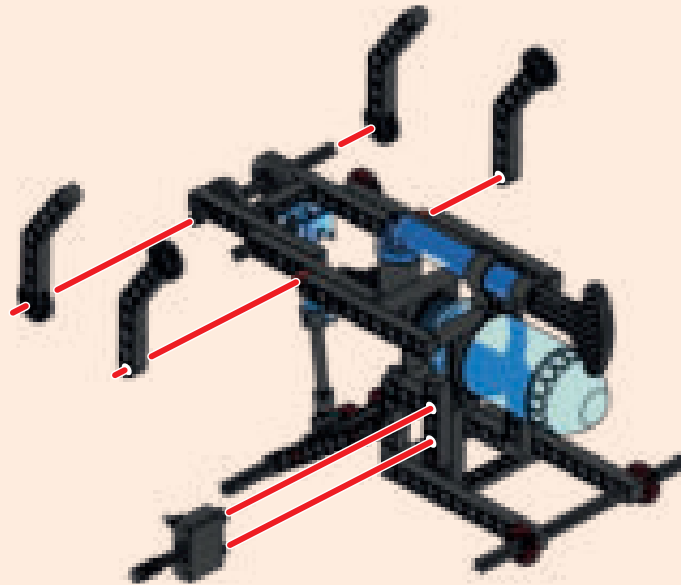


17

25 cm Schlauch 56



15

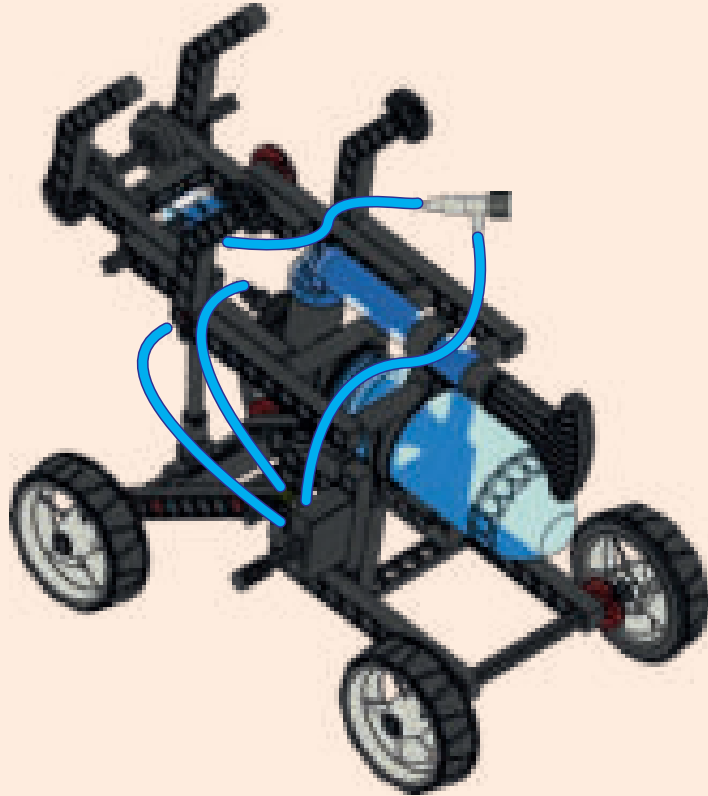


16



56 40 cm Schlauch

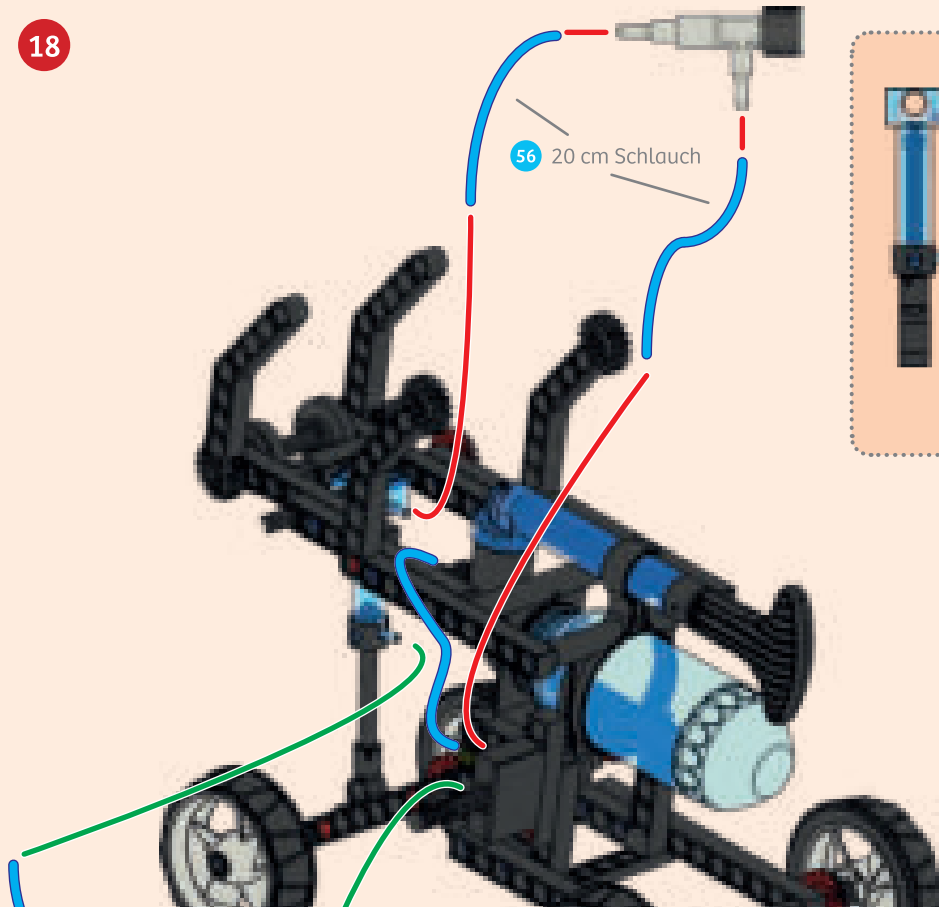
Fertig!



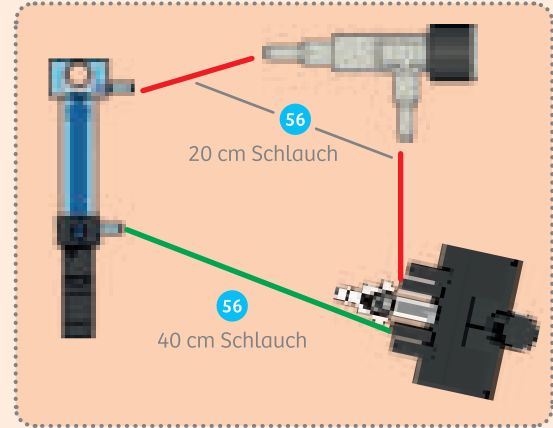


## PNEUMATISCHER STOSSDÄMPFER

18



56 20 cm Schlauch



56 20 cm Schlauch

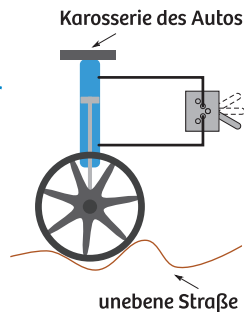
56 40 cm Schlauch

den Hebel so stehen, dass die Karosserie oben bleibt.

5. Lege nun einige Bücher auf die Halterung, sodass die Karosserie sich etwas absenkt.
6. Jetzt kannst du den Bus mit etwas Schwung über die Hindernisse oder die Kante des Bretts fahren lassen.
7. Probiere auch aus, wie sich der Bus verhält, wenn der Stoßdämpfer ganz ein oder ausgefahren ist.

## WAS PASSIERT ?

Beim Überfahren des Hindernisses wird das Rad angehoben und diese Bewegung wird über das Gestänge auf den Kolben übertragen. Da Luft kompressibel ist – also zusammengedrückt werden kann – kann sich der Kolben bewegen und der Bus federt. Beim Komprimieren der Luft wird Volumenänderungsarbeit an der Luft verrichtet, weswegen sich ein Teil der Bewegungsenergie in Wärmeenergie umwandelt. Dadurch erwärmt sich die Luft. Diese Energie geht der Bewegung verloren, sodass der Stoß gedämpft wird. Wenn der Stoßdämpfer ganz ein- oder ganz ausgefahren ist, dann kann dieser nicht funktionieren und Stöße werden direkt auf das Fahrzeug übertragen.



## STICHWORT MOUNTAINBIKES

Gute **Mountainbikes** haben eine gefederte Gabel. Dort gibt es einen mit Öl gefüllten Dämpfer, der die Stöße aufnimmt. Dadurch kannst du ziemlich gut über unweg-sames Gelände fahren. Manche Federgabeln bieten sogar die Möglichkeit, durch Schließen eines Ventils die Stärke der Dämpfung einzustellen. So kann man das Verhalten an den Untergrund (z. B. Schotterpiste oder mit Wurzeln übersäten Waldweg) anpassen, um nicht den Bodenkontakt zu verlieren.



## LUST AUF MEHR?

Wie verhält sich der Stoßdämpfer, wenn du das Ventil weiter schließt oder den Hebel in die Mittelstellung bringst? Was passiert, wenn du mehr Luft in den Druckluftbehälter pumpst? Für die Dämpfungswirkung ist es wichtig, dass möglichst viel Luftvolumen zur Verfügung steht. Je kleiner dieses ist oder je stärker die Luft schon durch Aufpumpen komprimiert wird, umso härter ist der Stoßdämpfer.

## VERSUCH 9

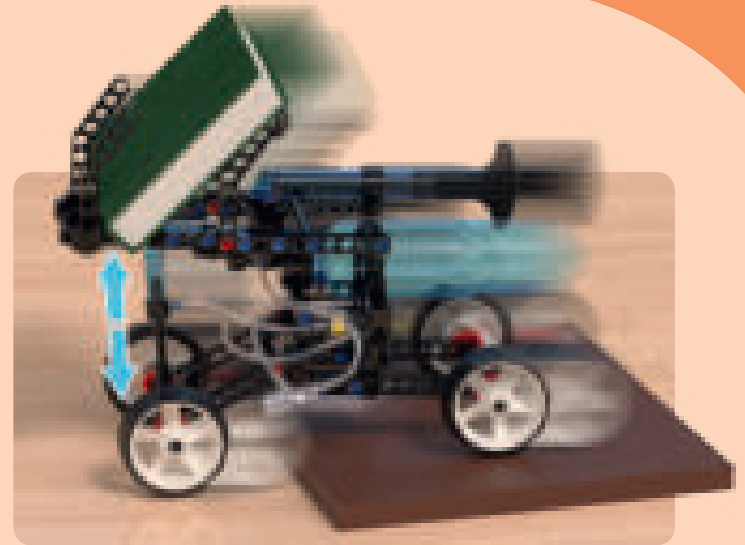
# Pneumatischer Stoßdämpfer

## DU BRAUCHST

- › den zusammengebauten Bus mit den pneumatischen Stoßdämpfern
- › einige Bücher als Last
- › kleine Hindernisse zum Drüberfahren (Stifte, Stöckchen, ...) oder ein Brett

## SO GEHT'S

1. Bringe den Hebel am Schalter in die Mittelstellung.
2. Pumpe Luft in den Druckluftspeicher (10–20 mal pumpen).
3. Schraube das Ventil so weit wie möglich auf.
4. Jetzt schaltest du den Hebel hin und her – die Karosserie fährt nun hoch und runter. Lass zum Schluss den Hebel so stehen, dass die Karosserie oben bleibt

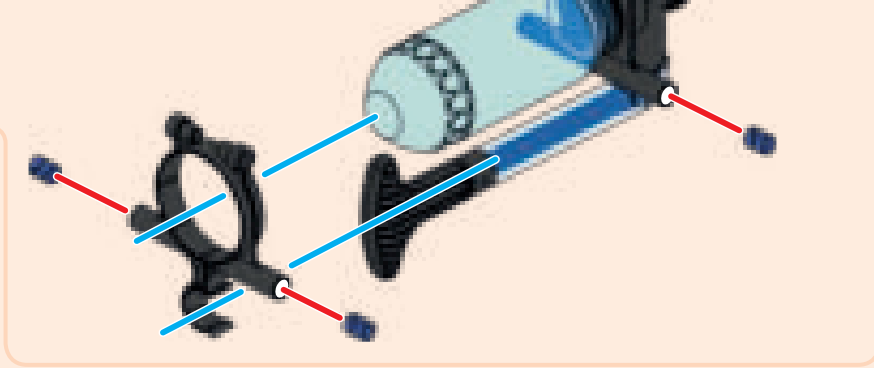
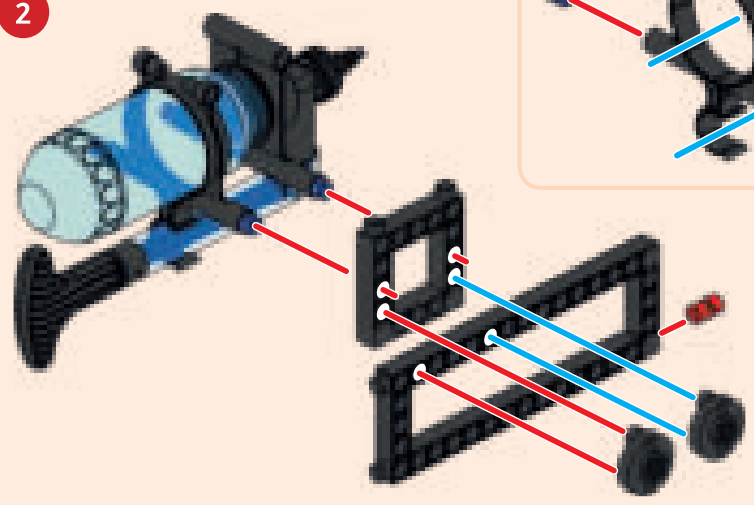


## WUSSTEST DU?

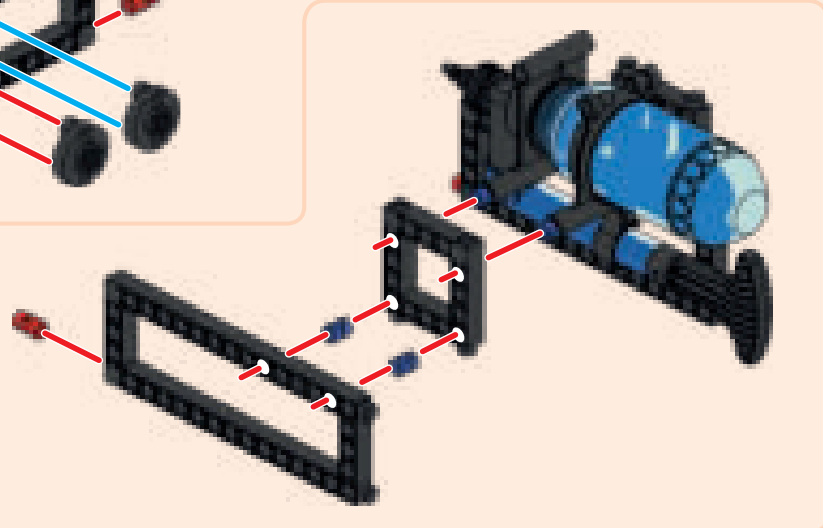
**Stoßdämpfer in Fahrzeugen bestehen aus zwei Komponenten. Zum einen ist da eine Feder, welche grobe Stöße aufnimmt und zum anderen gibt es einen Zylinder, welcher mit Öl gefüllt ist. Der Kolben ist aber durchlässig, sodass er vom Öl durchströmt werden kann. Durch die Reibung im Öl werden die Stöße dann gedämpft.**



2

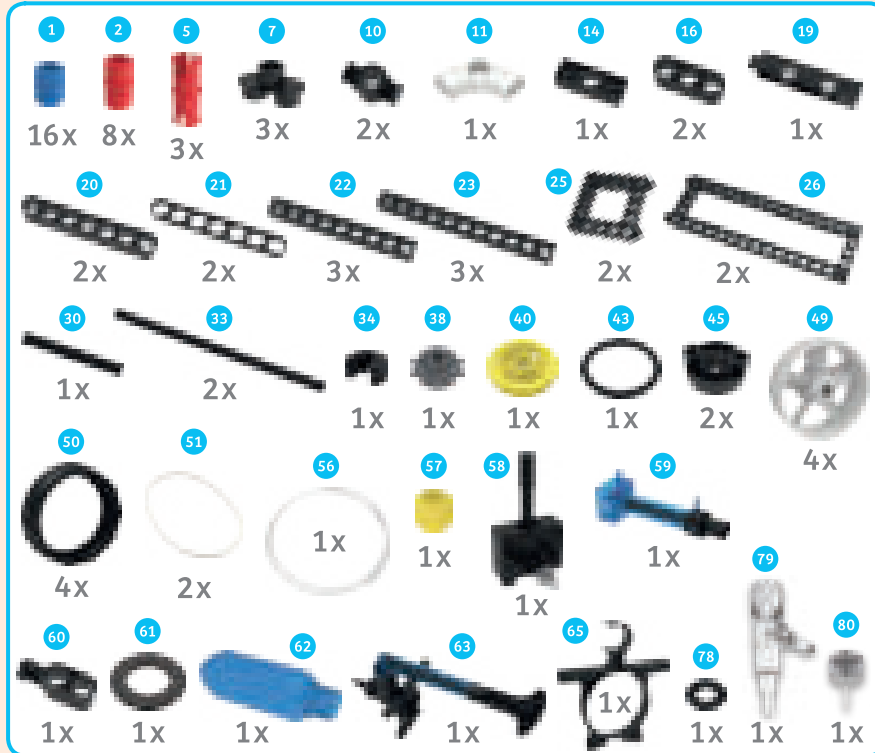


3



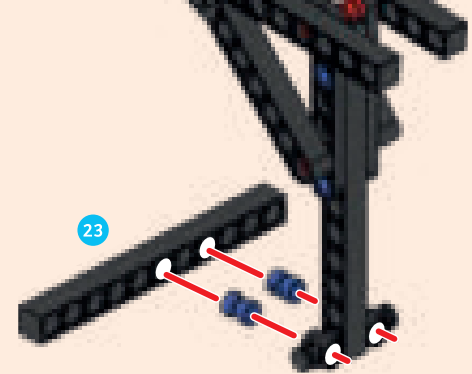
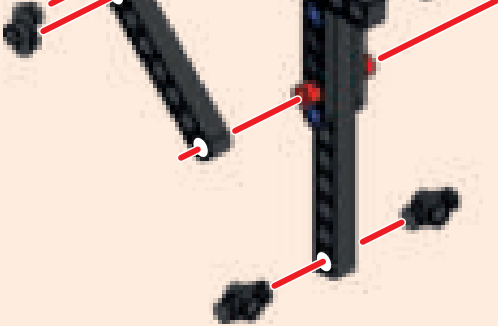


## AUTO MIT BREMSE

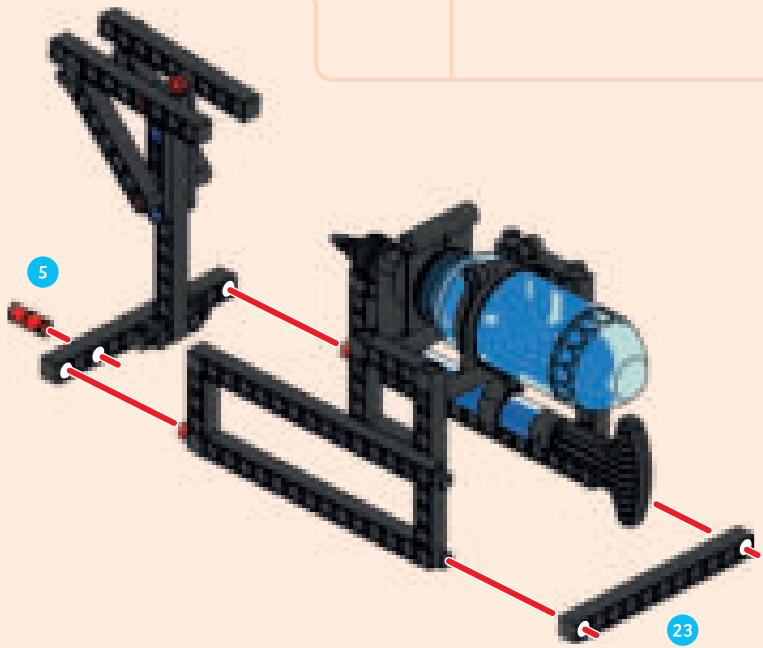


1

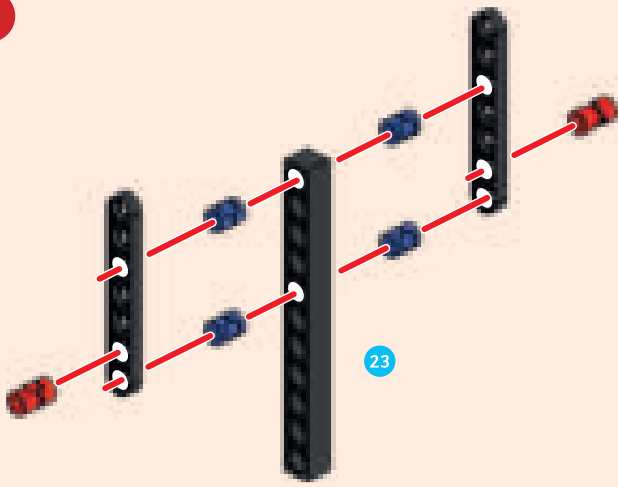




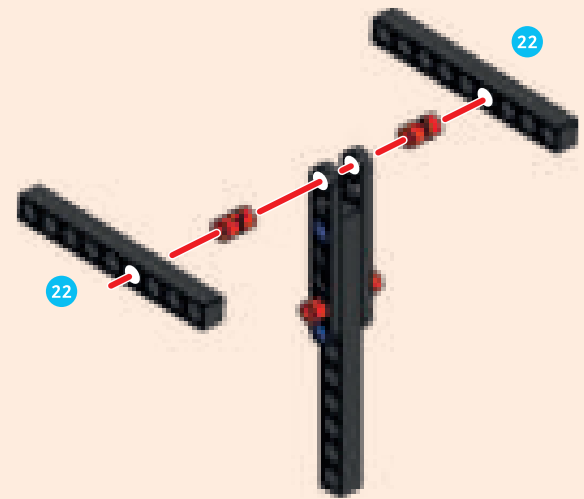
8



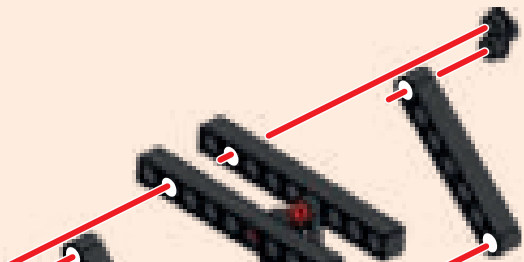
4



5



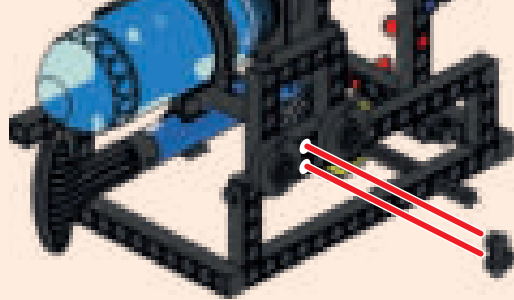
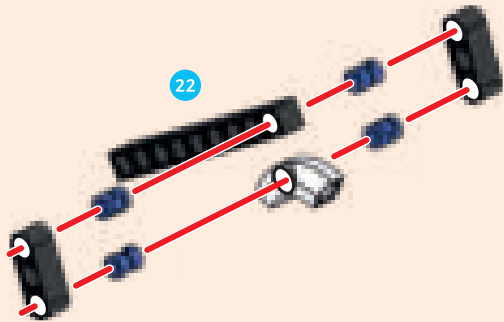
6



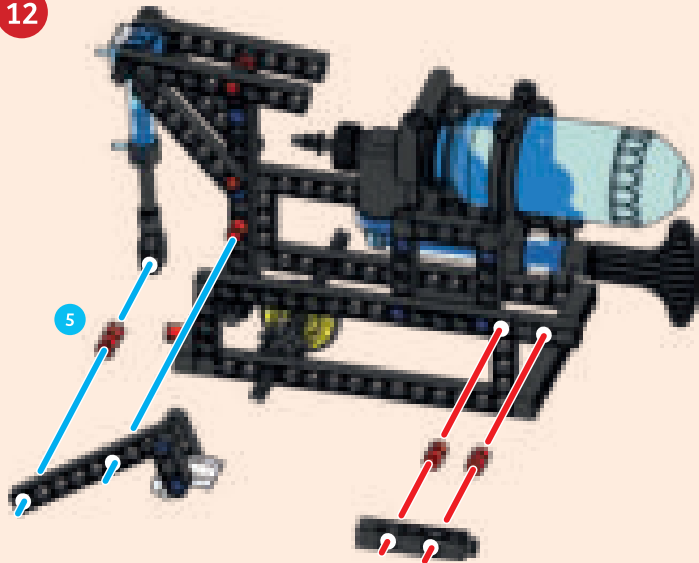
7



11



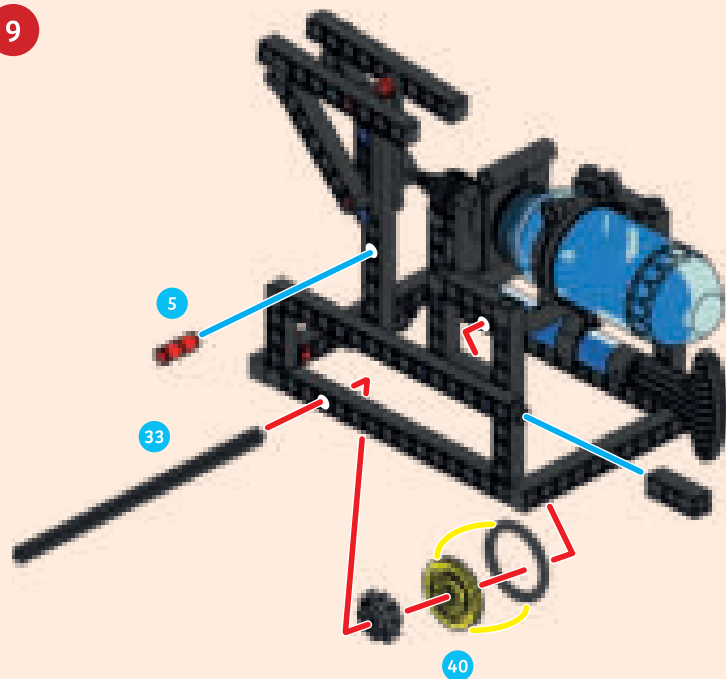
12



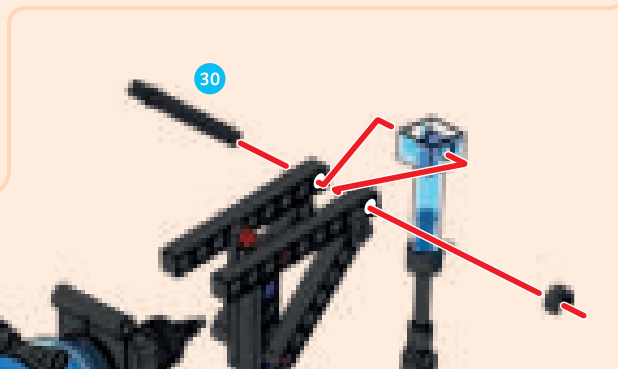


## AUTO MIT BREMSE

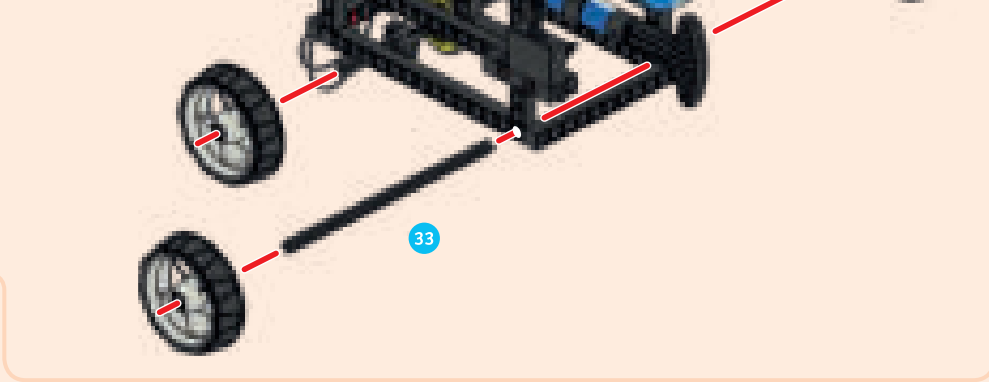
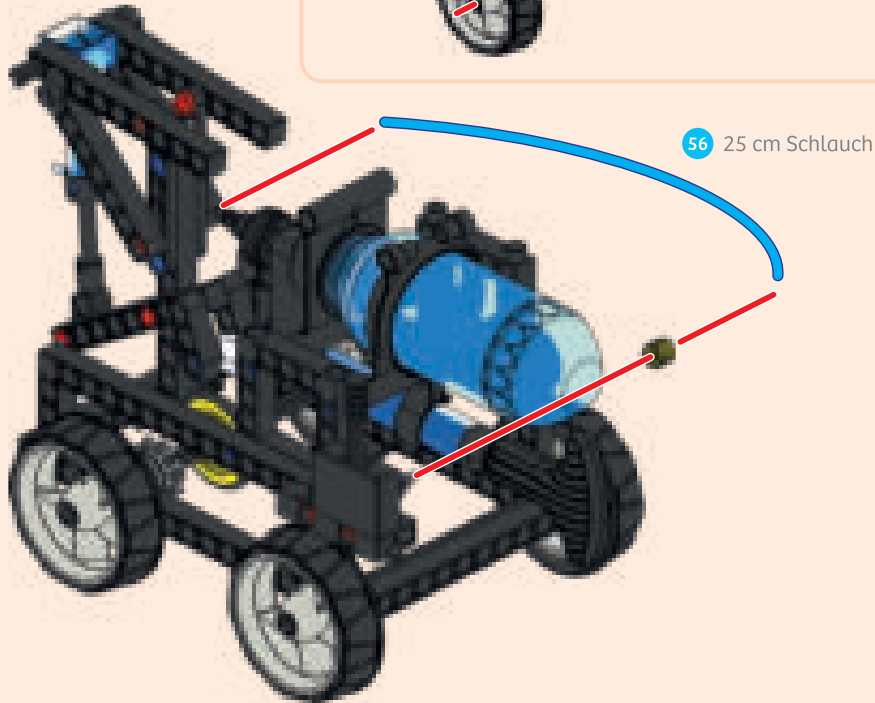
9



10

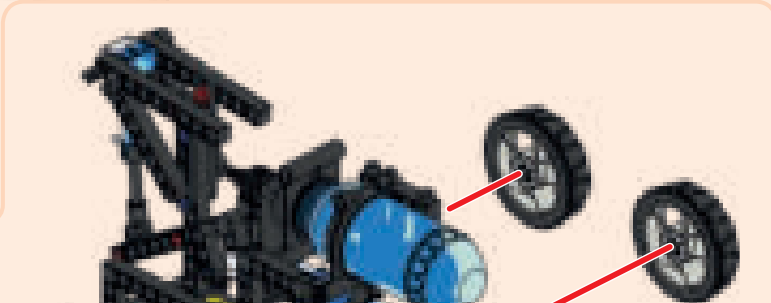
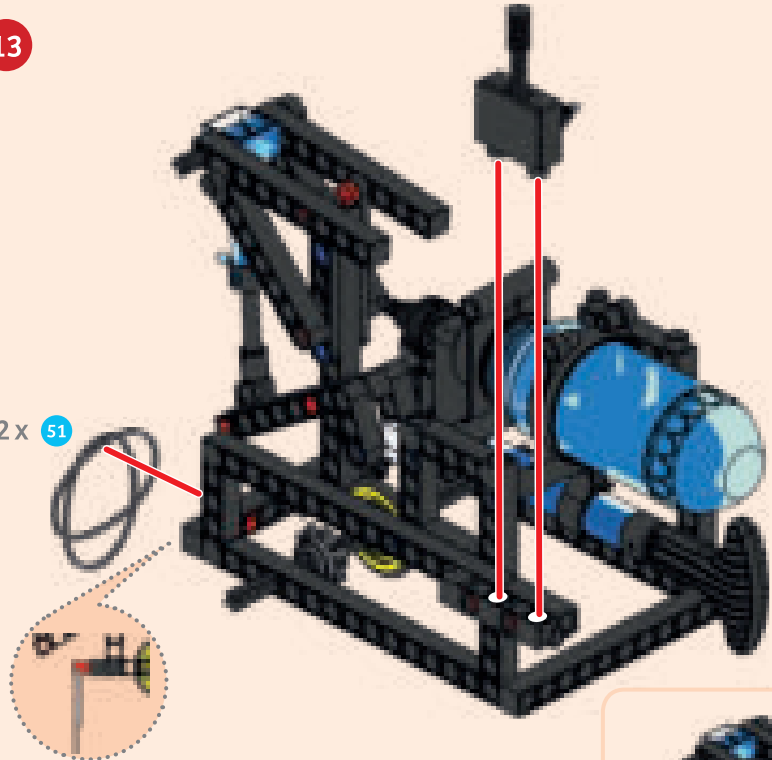


15

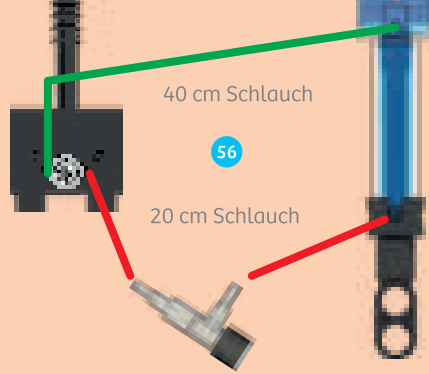


13

2 x 51



14

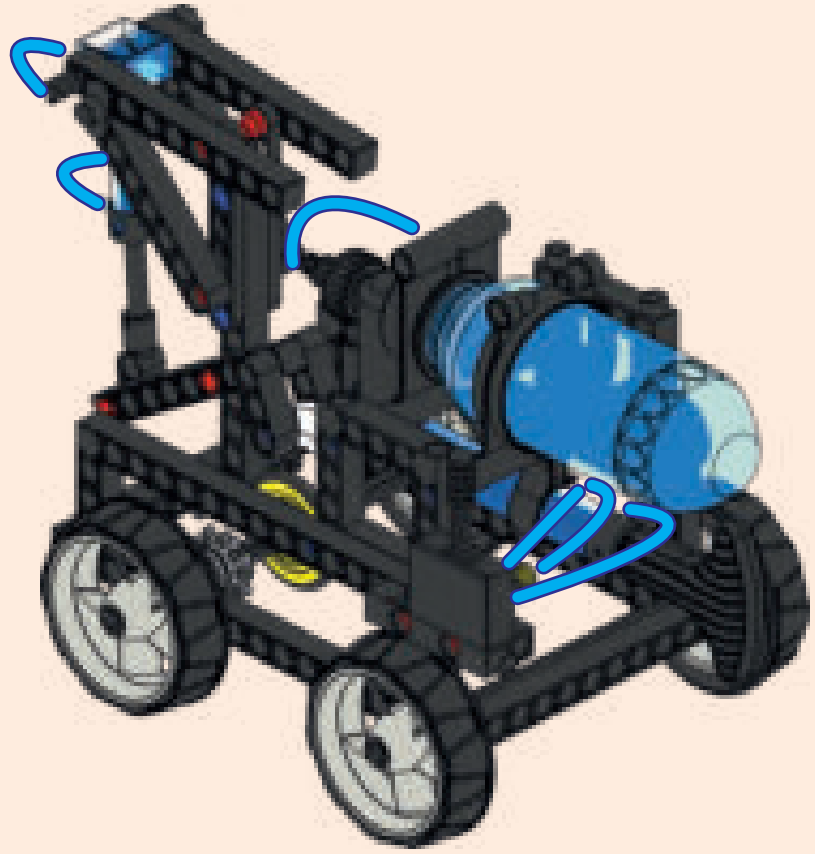


40 cm Schlauch

56

20 cm Schlauch

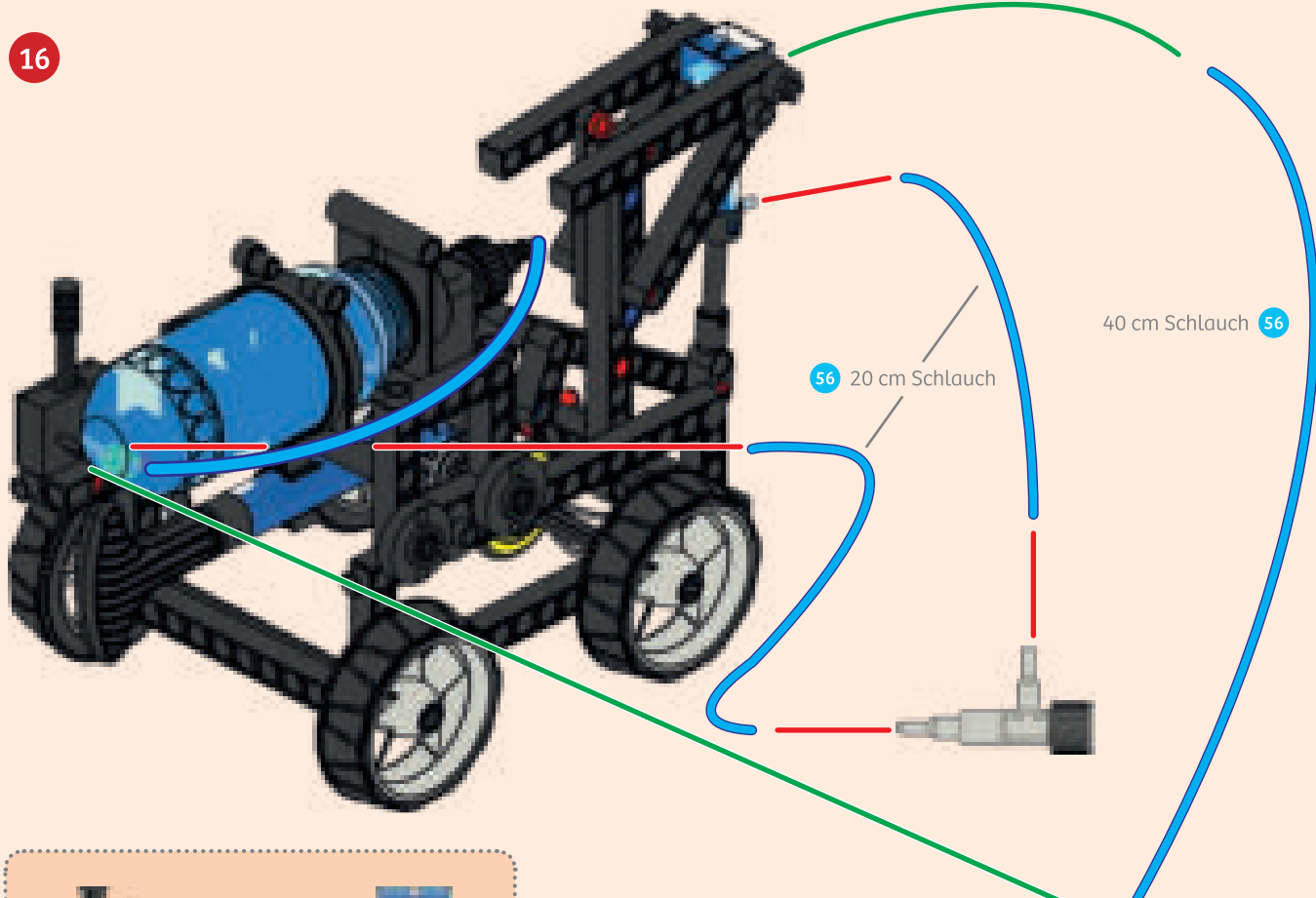
Fertig!





## AUTO MIT BREMSE

16

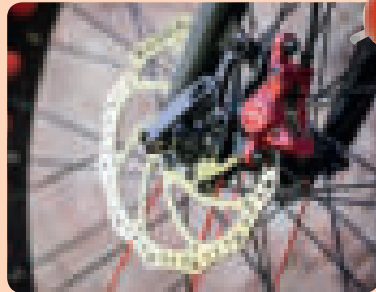


ringe genug gespannt sind. Der zweite Gummining ist das etwa 1 Meter.

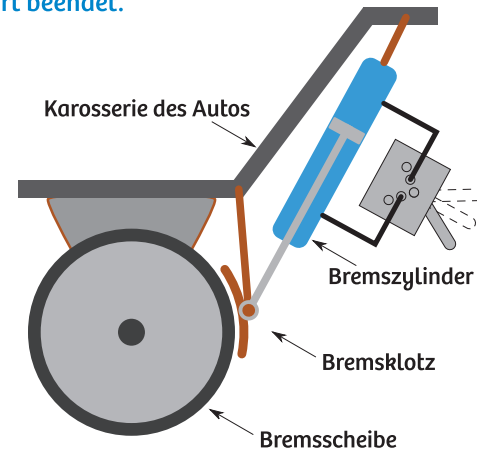
- Es ist wichtig, dass du die Hinterräder gut festhältst, damit sie sich nicht drehen.
- Richte das Auto so aus, dass sich keine Hindernisse in der voraussichtlichen Fahrbahn befinden.
- Jetzt verstellst du den Hebel, damit sich die Bremse schließen kann. Sobald das Schließen beginnt, lässt du das Auto los.

### WUSSTEST DU?

Im Auto funktionieren die Bremsen ähnlich. Nur, dass hier eine Bremsflüssigkeit – eine ölige Substanz – verwendet wird. Diese ist inkompressibel und drückt die Bremsklötze gegen die Bremsscheibe. Im Gegensatz zum Experiment hier, drücken die Bremsklötze nicht auf den Umfang der Bremsscheibe, sondern von der Seite. So arbeiten auch Felgen- oder Scheibenbremsen an Fahrrädern.



heraus. Mit dem Gestänge wird die Bewegung auf den Bremsklotz übertragen. Dieser drückt dann gegen die Bremsscheibe. Je nachdem wie das Ventil eingestellt ist, geschieht dies schneller oder langsamer. Durch Reibung wird die Bewegungsenergie des Autos in Wärme umgewandelt und damit die Fahrt beendet.



## VERSUCH 10

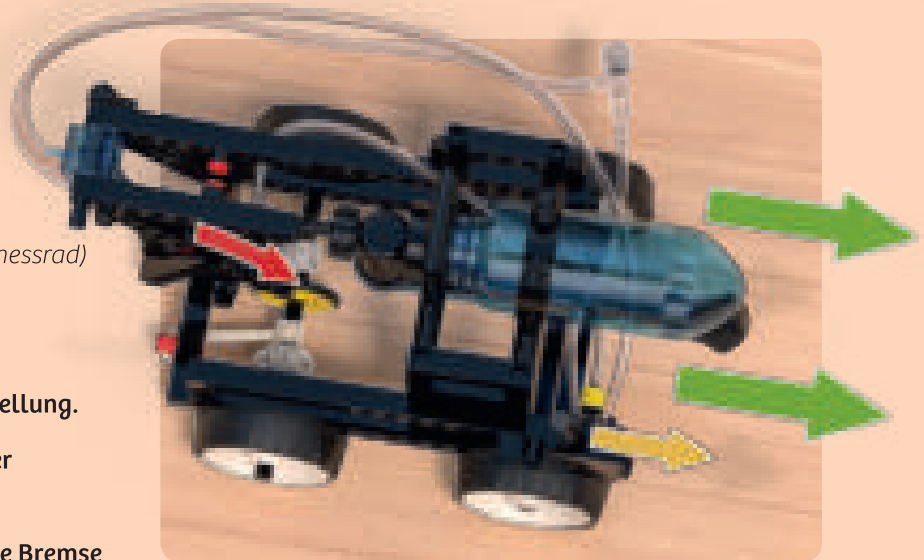
# Auto mit Bremse

## DU BRAUCHST

- > das zusammengebaute Auto
- > Maßband (z. B. aus dem Versuch zum Streckenmessrad)

## SO GEHT'S

1. Bringe den Hebel am Schalter in die Mittelstellung.
2. Nun pumpst du Luft in den Druckluftspeicher (30–50 mal pumpen).
3. Jetzt schaltest du den Hebel hin und her – die Bremse fährt nun hoch und runter. Am Ventil kannst du die Geschwindigkeit der Bremse einstellen.
4. Ziehe die Gummiringe nach vorne und lege sie unten um die Zähne des Kettenrades auf der Welle der Hinterräder.
5. Fahre nun das Auto so weit nach hinten, bis die Gummiringe genug gespannt sind. Bei zwei Gummiringen ist



## WAS PASSIERT ?

Die im Druckluftspeicher befindliche Luft strömt durch das Ventil. Durch die Schläuche gelangt die Luft dann in den Zylinder und schiebt den Kolben heraus. Mit dem Gestänge wird die Bewegung auf



aber in der Umgangssprache wird damit beschrieben, dass zum Beispiel eine Bewegung durch Reibung beendet wird. Durch die Reibung entsteht dann Wärme, welche nicht mehr

genutzt werden kann. Es ist demnach ein Verlust an nutzbarer Energie. Diese nutzbare Energie nennt man übrigens Exergie.



## ALTE TEMPEL

Schon die Griechen haben vor 2000 Jahren Flaschenzüge verwendet, um schwere Lasten zu heben. Für ihre Tempel mussten große Steine bewegt werden – zum Beispiel Säulen aufgerichtet oder Balken für das Dach nach oben gezogen werden.





NACHGEHAKT



# Umwandeln und erhalten

**Energie** kann weder erzeugt noch vernichtet werden. Energie wird immer von einer Form in eine andere umgewandelt. Das nennt man **Energieerhaltung**. Es gibt verschiedene Energieformen. Diese sind zum Beispiel **Bewegungsenergie, Lageenergie, Verformungsenergie, Wärmeenergie, chemische Energie** und **elektrische Energie**. Man braucht Energie, um Arbeit zu verrichten. Zum Beispiel muss man eine gewisse Arbeit aufbringen, um einen Stein anzuheben. Diese ist genau gleich der **Lageenergie**, die der Stein damit erwirbt.



Manchmal wird von **Energieverlusten** gesprochen. Das ist zwar **physikalisch falsch**,

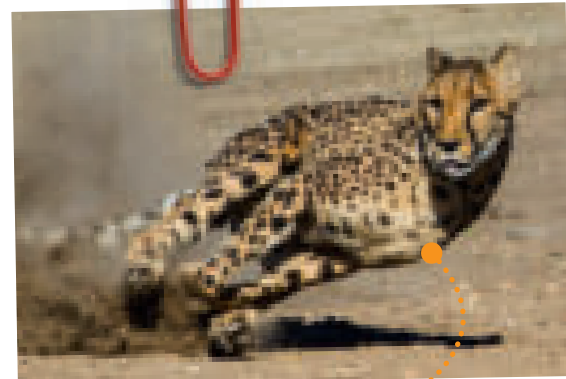


## SCHWER WIE EIN AUTO

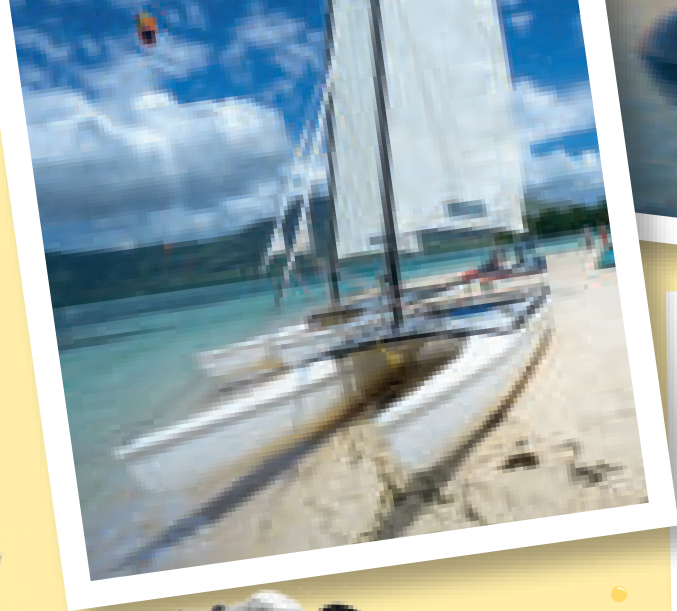
Damit ein **Kran** nicht umfällt, braucht er **Gegengewichte** auf der Seite, die dem Ausleger entgegensteht. Wie schwer diese sind, hängt davon ab, welche Lasten er tragen muss und wie weit vorn sie zu transportieren sind. Üblicherweise werden einige Betonelemente, die jeweils etwa so schwer wie ein PKW sind, verwendet.

## SPEED LIMIT?

Für viele ist **Geschwindigkeit** alles. Im Tierreich entscheidet sie oft darüber, ob der Jäger sein Opfer fangen kann oder nicht. Dabei ist das schnellste Tier der Welt, der **Gepard**, nur für kurze Zeit in der Lage, über 100 km/h zu laufen. Hat er sein Beutetier nicht erlegt, dann muss er lange warten, bis er sich wieder erholt hat.



Ähnlich geht es Rennfahrern. Wenn sie mit ihren Flitzern um die Wette fahren, sind sie zwar schnell, aber der Treibstofftank ist auch schnell leer. Noch schneller als die Formel-1-Wagen ist allerdings **Andy Green** gewesen, als er 1997 mit einem Auto mit Raketenantrieb die Schallmauer durchbrach





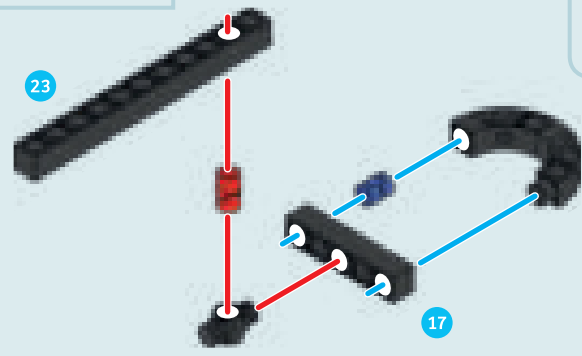
# Auf dem Wasser und am Strand



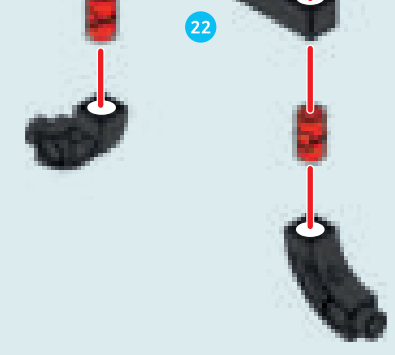
Schon die alten Ägypter hatten vor vielen tausend Jahren Boote auf dem Nil genutzt, um schwere Steine für den Bau ihrer Tempel zu transportieren. Heute gibt es moderne Schiffe, die mit Wind oder Düsenantrieben fahren. Baue verschiedene Boote nach und probiere aus, wie sie funktionieren. Sogar ein U-Boot kannst du auf Tauchfahrt gehen lassen.



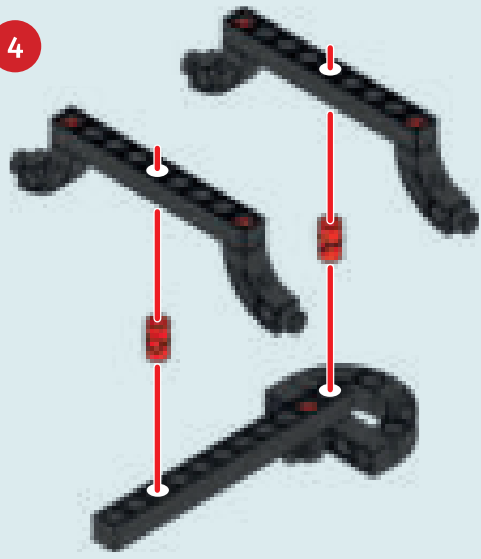
2



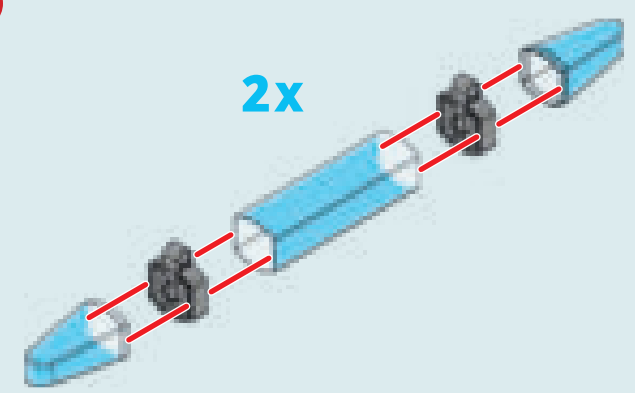
22



4



5

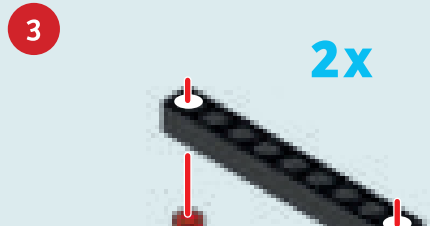
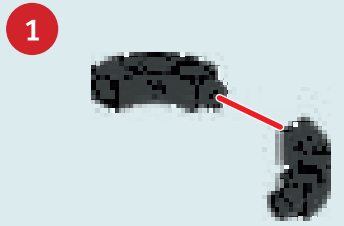


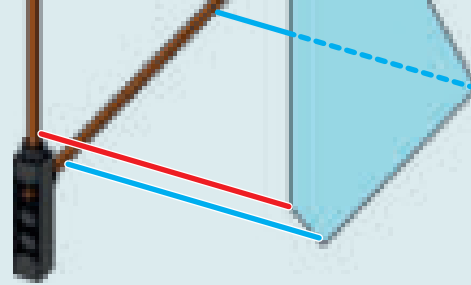
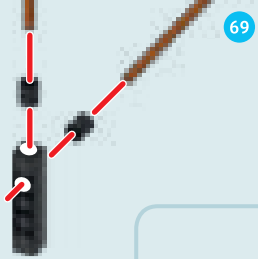
2x

# Auf dem Wasser und am Strand

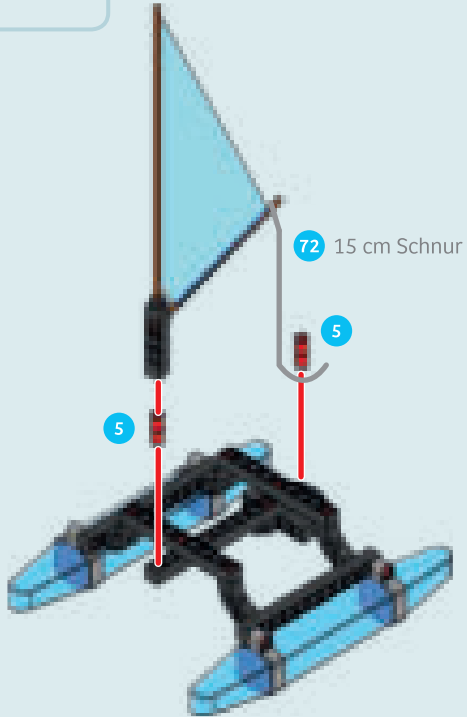
## KATAMARAN

- 1x 1
- 11x 2
- 2x 5
- 1x 10
- 6x 12
- 1x 17
- 1x 18
- 2x 22
- 3x 23
- 4x 53
- 4x 54
- 2x 55
- 2x 67
- 1x 69
- 1x 70
- 1x 72
- 1x 75

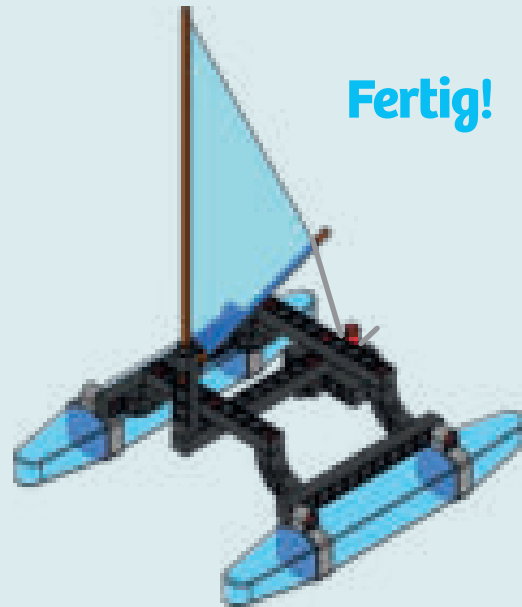




10



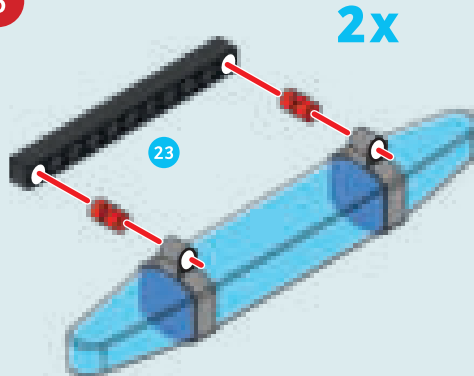
Fertig!



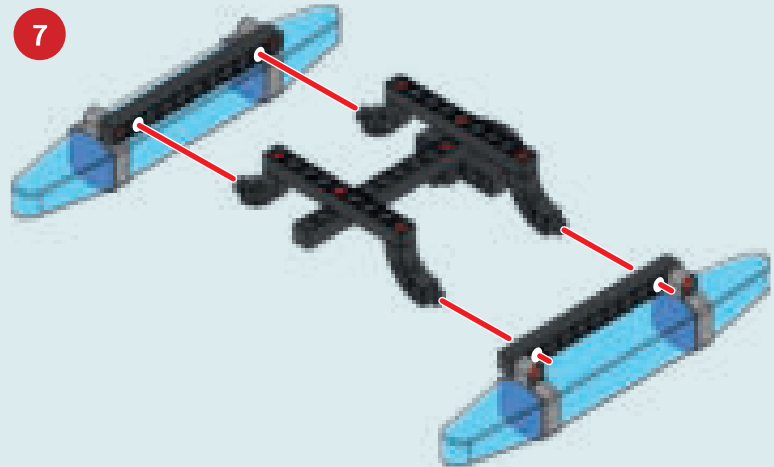


## KATAMARAN

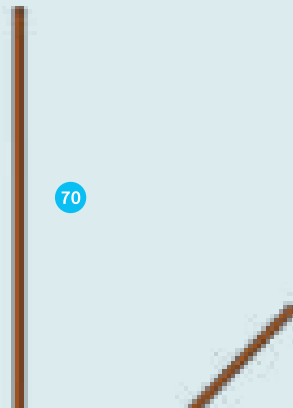
6



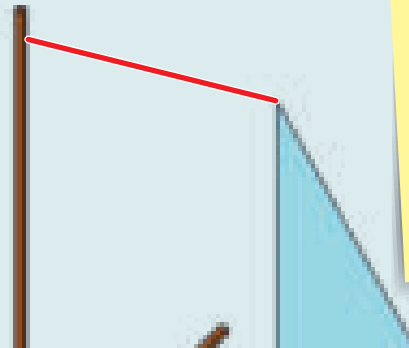
7



8



9

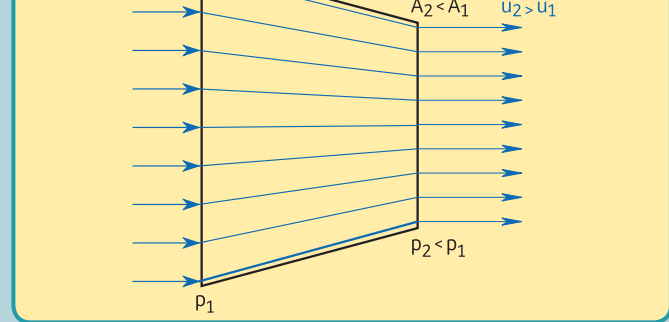


### TIPP!

Lege die Folie mit den Kanten auf die Bambusstäbe. Dann klebst du je zwei Stücke Klebeband an die Folienkanten und drückst sie um die Stäbe herum auf die Folienrückseite.

Wenn du genau senkrecht gegen das Segel pustest, erhöht sich dort der Luftdruck. Man nennt das Staudruck. Durch die dabei entstehende Druckdifferenz zur anderen Seite des Segels wird dieses nach vorn gedrückt. Je nach Ausrichtung des Segels wird sich der Katamaran entsprechend bewegen und eine Kurve fahren.

Wenn du schräg von vorne gegen das Segel pustest, strömt sowohl Luft davor als auch dahinter entlang. Damit die Luft dahinter entlang strömen kann, muss sie beschleunigt werden (Bernoulli-Prinzip). Dadurch sinkt der Druck. Die Druckdifferenz führt zu einer Kraft auf das Segel und einer Bewegung des Katamarans.

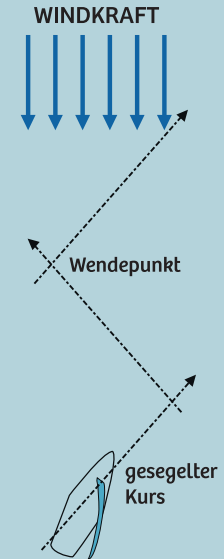


### LUST AUF MEHR?

Befestige das Segel so, dass es genau quer zu den Rümpfen des Katamarans steht. Puste dann das Segel von hinten an. Vergleiche die Geschwindigkeit des Katamarans mit der, wenn das Segel schräg steht. Du wirst bemerken, dass der Katamaran nun langsamer ist. Der Grund dafür ist, dass die Segelfläche nun einen größeren Strömungswiderstand aufweist, als wenn sie schräg steht.

### WUSSTEST DU?

Geschickte Seeleute sind mit ihren Segelschiffen in der Lage, auch gegen den Wind zu segeln. Dabei richten sie Schiff und Segel etwas schräg gegen den Wind aus und nutzen den Bernoulli-Effekt. Wenn das Schiff dann aus dem Wind herausgefahren ist, wird die Richtung etwas geändert, damit der Wind wieder optimal das Segel umströmt. Diese Art zu segeln nennt man Kreuzen.



## VERSUCH 11

# Katamaran

## DU BRAUCHST

- > den zusammengebauten Katamaran
- > Wasserbecken, z. B. gefüllte Badewanne, Planschbecken

## SO GEHT'S

1. Setze den Katamaran aufs Wasser und drehe das Segel auf eine der beiden Seiten.
2. Puste aus verschiedenen Richtungen gegen das Segel.
3. Wenn du draußen bist, dann kannst du auch den Wind als Antrieb nehmen. Die Windrichtung kannst du herausfinden, indem du etwas herausgerissenes Gras in die Luft wirfst. In welche Richtung fliegt es?
4. Beobachte, in welche Richtung sich der Katamaran bewegt.



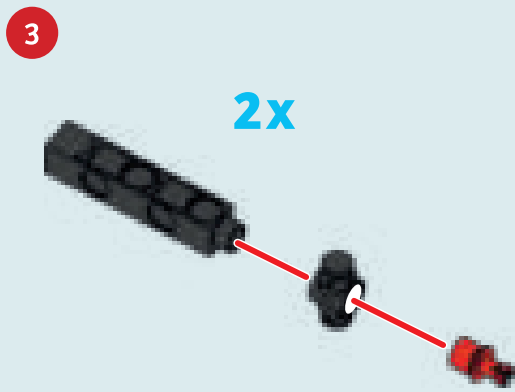
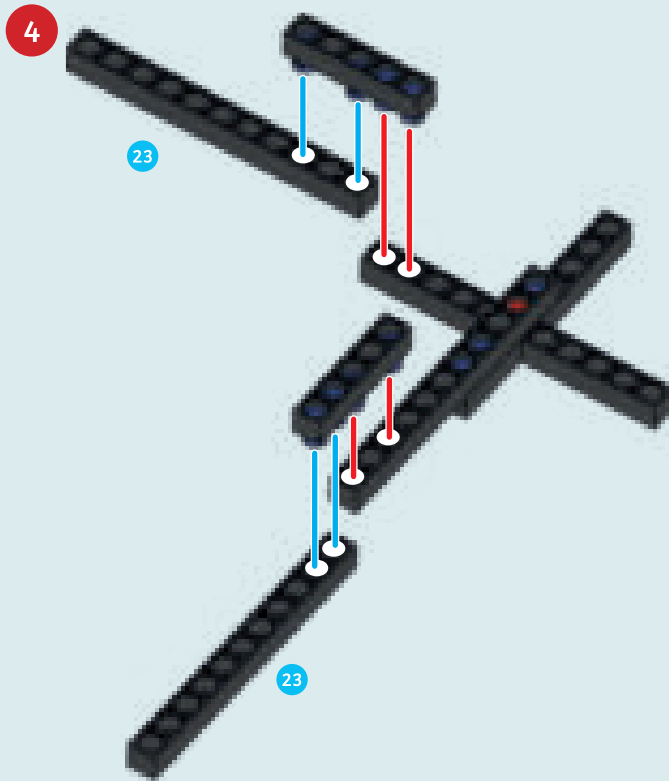
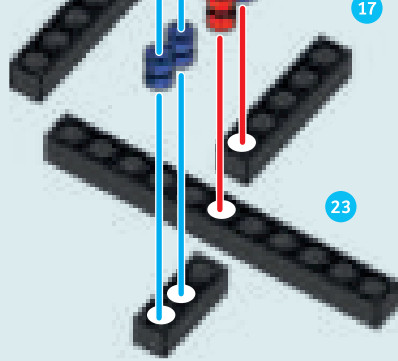
## STICHWORT BERNOULLI-EFFEKT

Der von Daniel **Bernoulli** entdeckte und nach ihm benannte **Effekt** besagt, dass der Druck in einer Strömung abnimmt, wenn sie sich beschleunigt. Umgekehrt nimmt er bei Verzögerung zu.

$u_1$

$A_1$

WAS PASSIERT ?



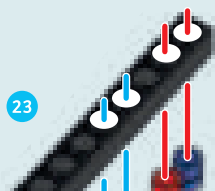


# STRANDSEGLER

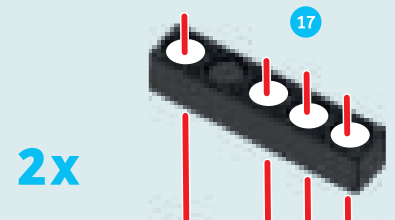
14x	2x	2x	4x	2x	1x	1x	1x	3x
3x	4x	1x	1x	2x	1x			
2x	1x	2x	1x	1x				
2x	1x	1x						



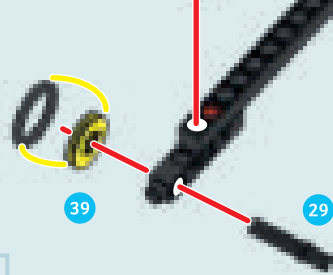
1



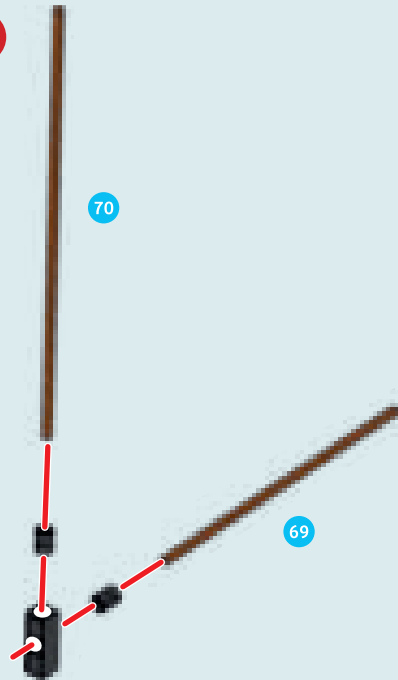
2



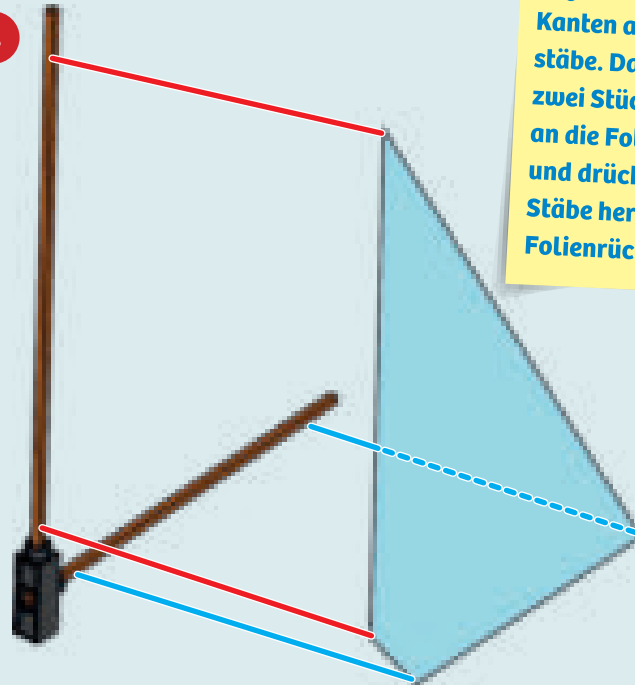
2x



7

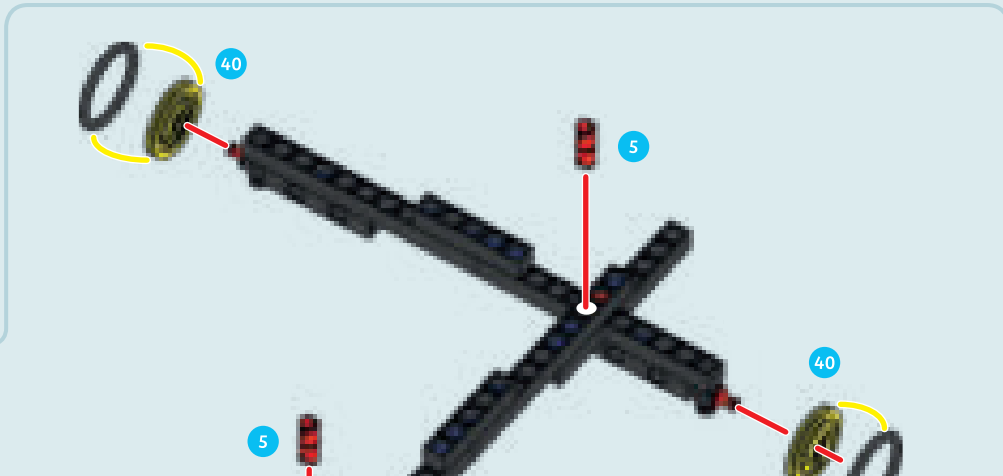
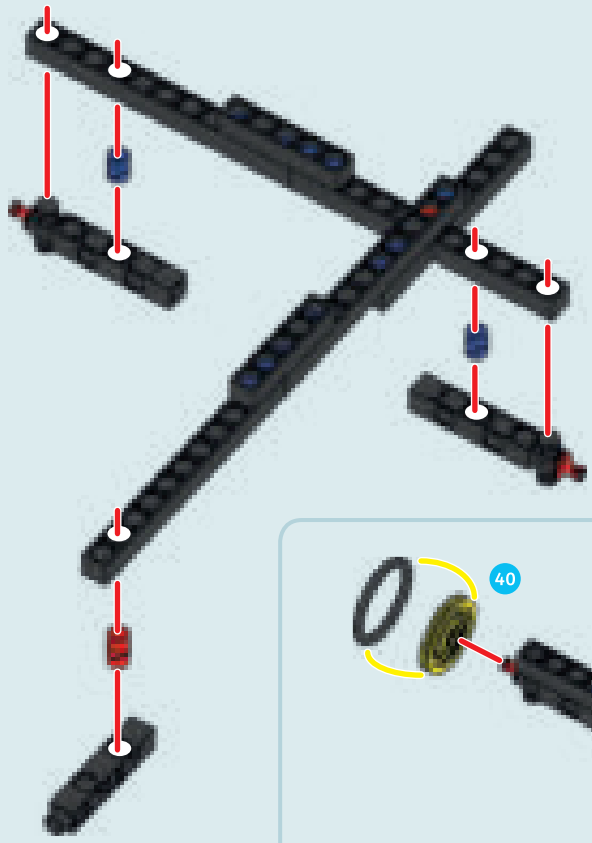


8



**TIPP!**  
Lege die Folie mit den Kanten auf die Bambusstäbe. Dann klebst du je zwei Stücke Klebeband an die Folienkanten und drückst sie um die Stäbe herum auf die Folienrückseite.

5



6

5

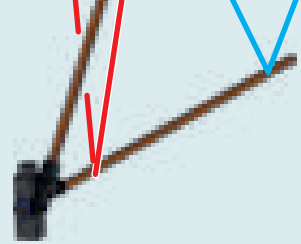
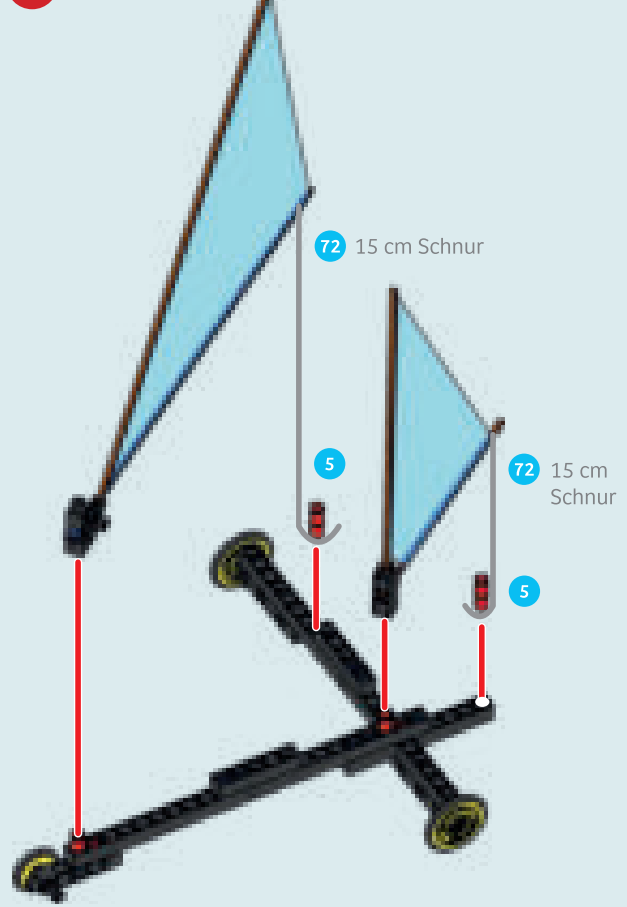
40

5

40

5

40



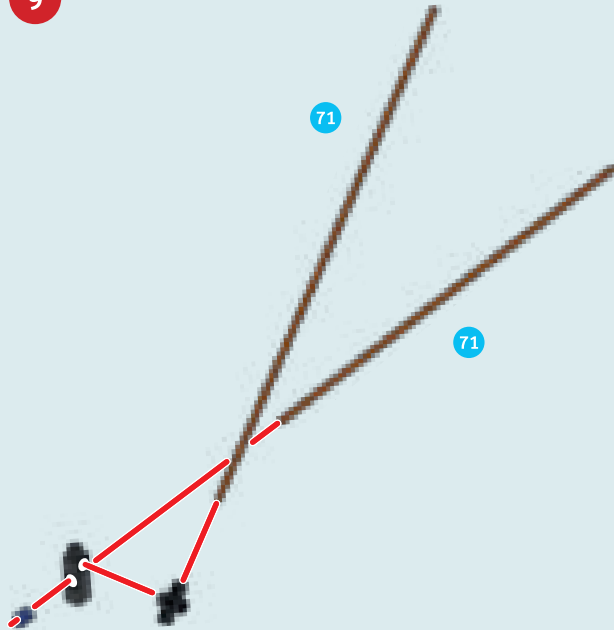
Fertig!



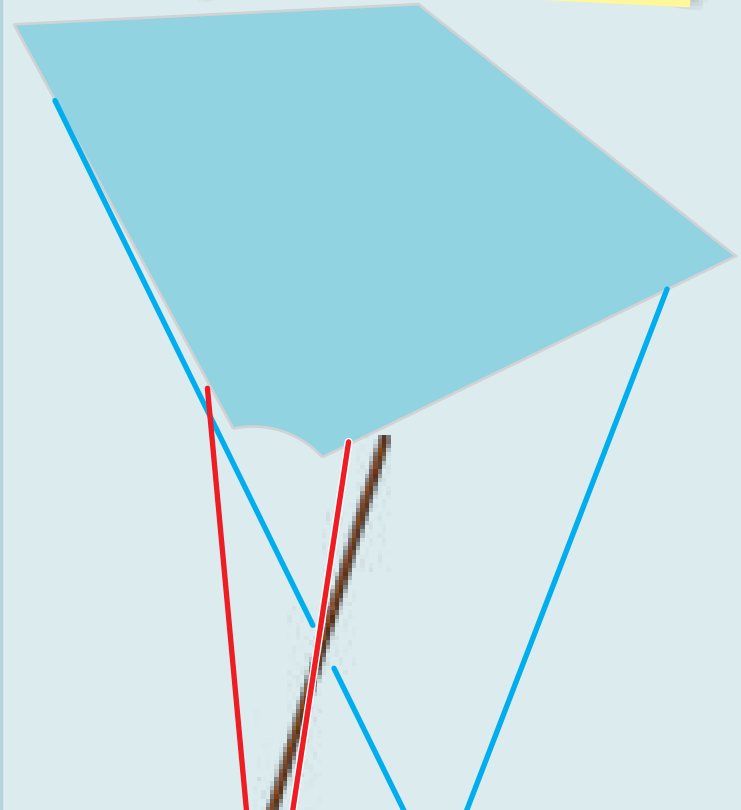


## STRANDSEGLER

9



10



### TIPP!

Lege die große Folie über den oberen Bambusstab und befestige sie mit Klebeband so am unteren Stab, dass das Klebeband an Folie und Stab klebt.

11



## WAS PASSIERT ?

Beim Pusten gegen das Segel wirkt eine Kraft. Diese ergibt sich aus der Druckdifferenz mal der Fläche. Dadurch fährt der Strandsegler los. Wenn das Bugrad gerade steht, dann wird dieser gerade aus nach vorn fahren – auch wenn die Segel schräg stehen. Das Rad sorgt dafür. Wenn das Rad jedoch schräg steht, fährt der Strandsegler auch in diese Richtung. Da die Segel aber unterschiedlich groß sind, fährt dieser besser nach links als nach rechts.

LUST AUF MEHR?

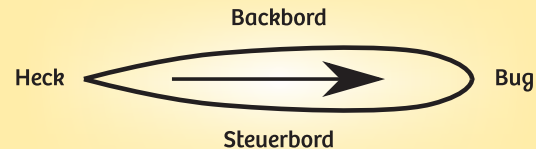
Probiere den Strandsegler draußen bei Wind auf einer glatten Fläche aus.

ge. Gabelstapler haben zum Beispiel ihre lenkbaren Räder auch hinten, weil sie dadurch viel weniger sind.



## STICHWORT BUG UND HECK

Die Begriffe **Bug** und **Heck** kommen aus der Schifffahrt. Der Bug ist der vordere und das Heck der hintere Teil des Schiffes. Im Zusammenhang mit Schiffen kommen noch zwei andere Begriffe vor: **Steuerbord** und **Backbord**. Vom Heck zum Bug geschaut ist das Steuerbord rechts und das Backbord links. Allein mit links und rechts käme man auf dem Schiff immer durcheinander, je nachdem in welche Richtung man schaut. So ist die Richtung immer deutlich und für alle klar, egal wohin sie schauen.



### VERSUCH 12

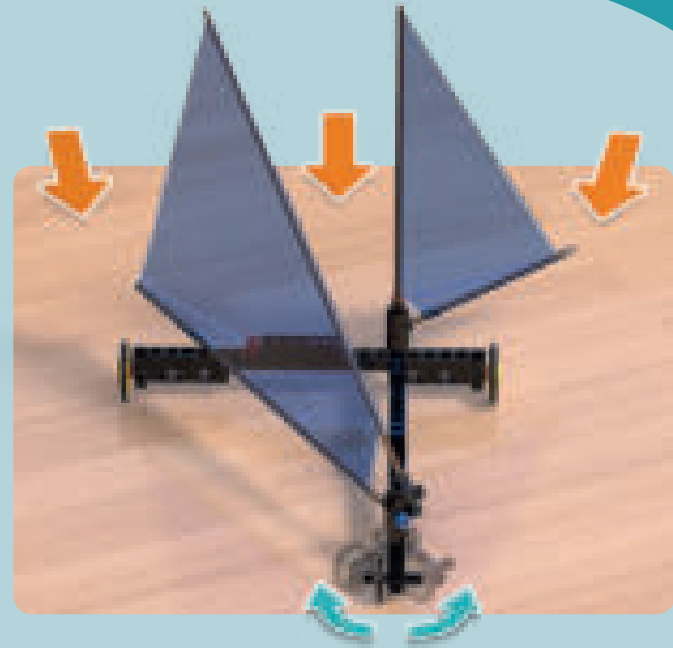
# Strandsegler

## DU BRAUCHST

- › **den zusammengebauten Strandsegler**
- › *möglichst glatten Fußboden, wie Fliesen, Laminat, Parkett, etc.*
- › *Maßband (z. B. aus dem Versuch zum Streckenmessrad)*

## SO GEHT'S

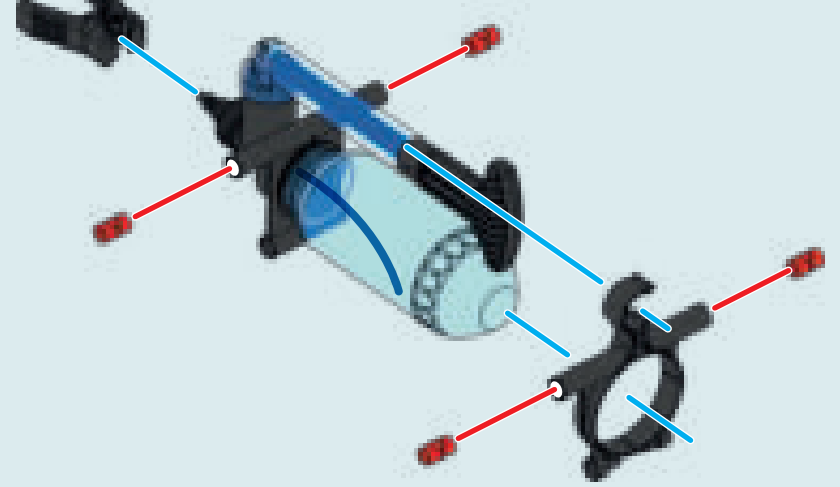
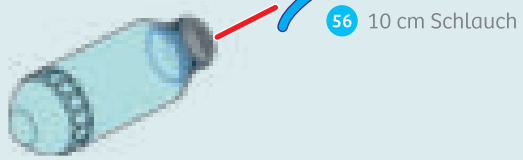
1. Richte das Bugrad vorne gerade aus und stelle die Segel nach außen. Das große nach rechts und das kleine nach links.
2. Nun kannst du von hinten gegen die Segel pusten. Wie weit fährt der Strandsegler?
3. Drehe nun das Bugrad etwas nach links und miss erneut aus, wie weit der Strandsegler fährt.
4. Wie weit fährt er, wenn das Bugrad etwas nach rechts gedreht ist?



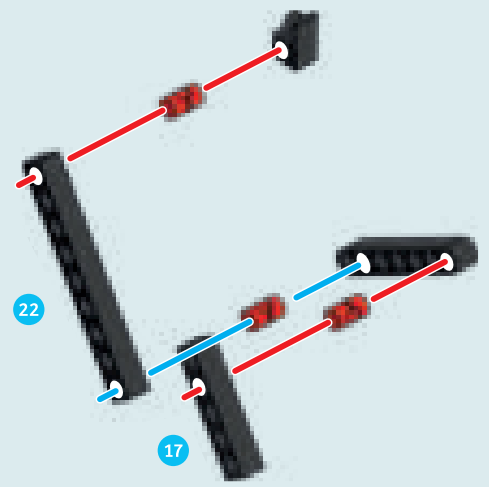
## WUSSTEST DU?

Die Funktion des Bugrades hier wird bei Booten vom Ruder übernommen. Der Unterschied ist jedoch, dass das Ruder am Heck angebracht ist. Dadurch kann das Lenken deutlich stärker erfolgen, als wenn dieses am Bug wäre. Dasselbe gilt auch für Straßenfahrzeu-

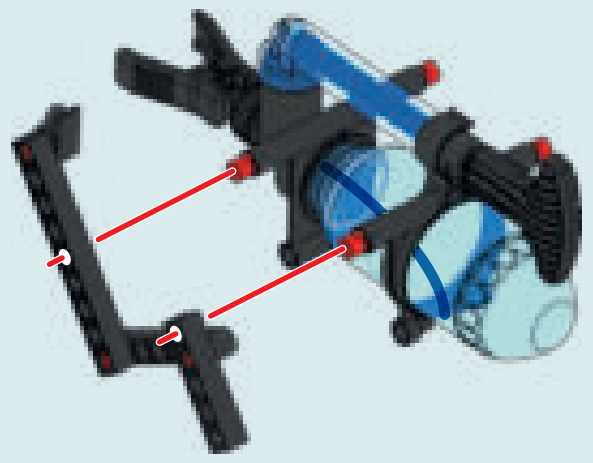




3



4



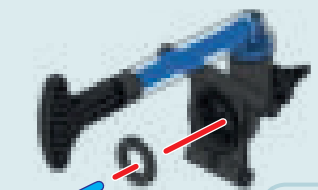


# JET-BOOT

- 2 18x
- 7 2x
- 8 2x
- 17 2x
- 20 2x
- 22 2x
- 23 2x
- 53 6x
- 54 4x
- 55 2x
- 56 1x
- 61 1x
- 62 1x
- 63 1x
- 64 1x
- 65 1x



1



2

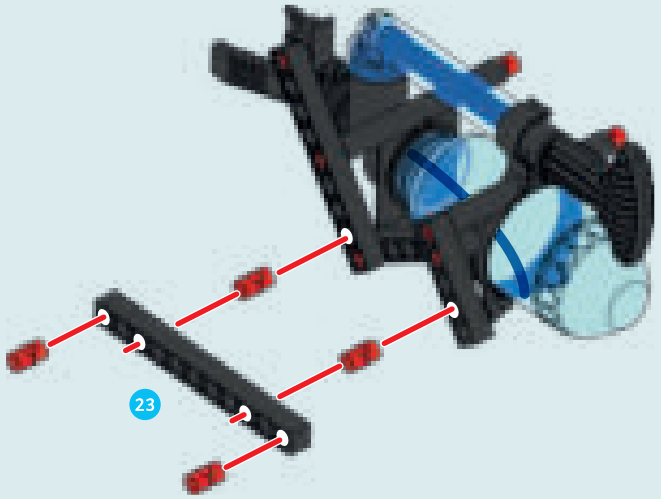


8

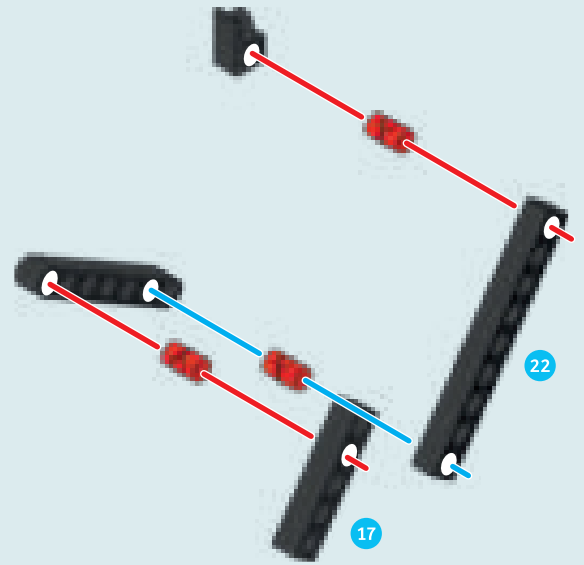


# Auf dem Wasser und am Strand

5

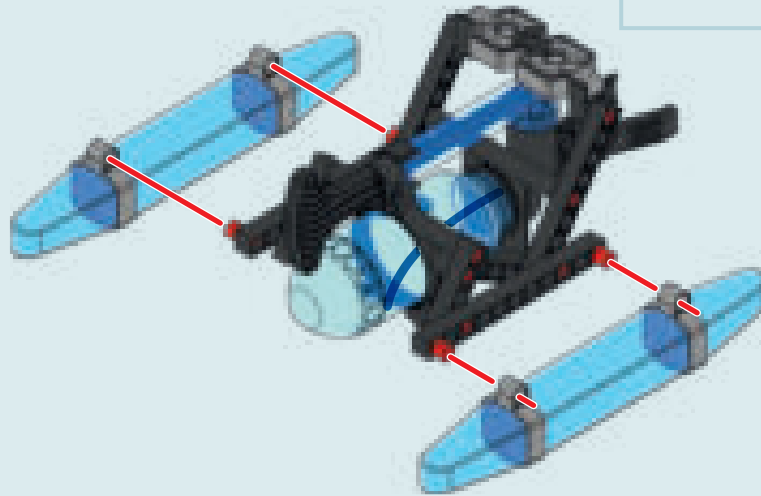


6

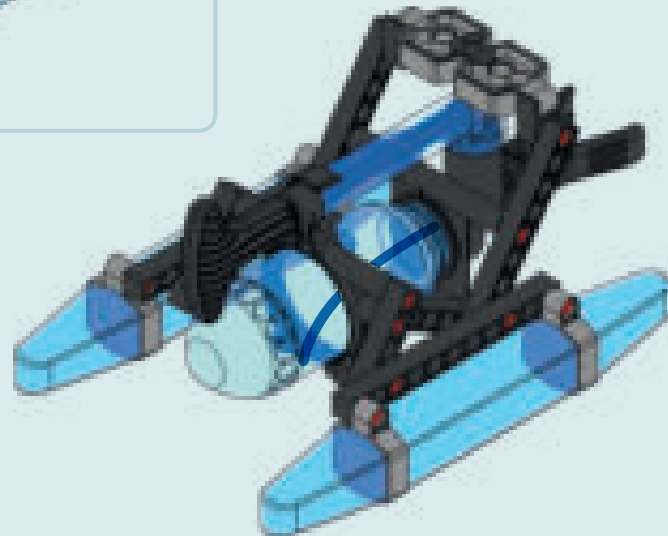


7





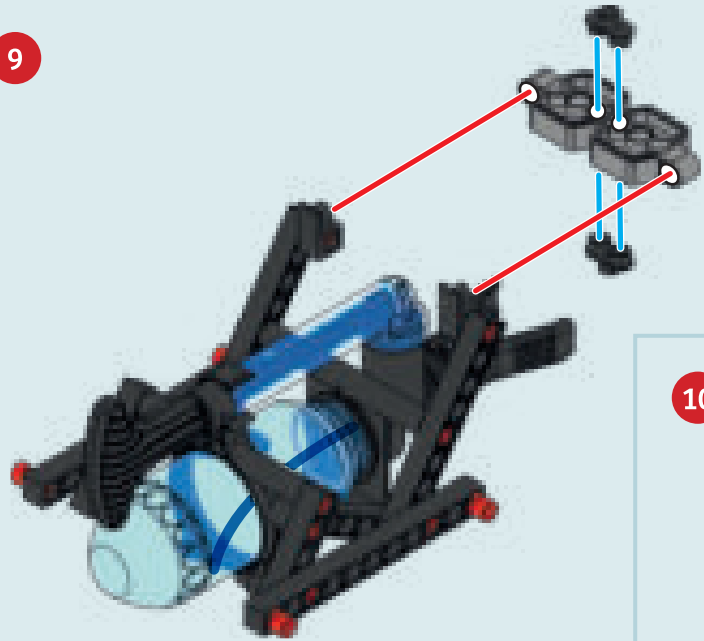
**Fertig!**





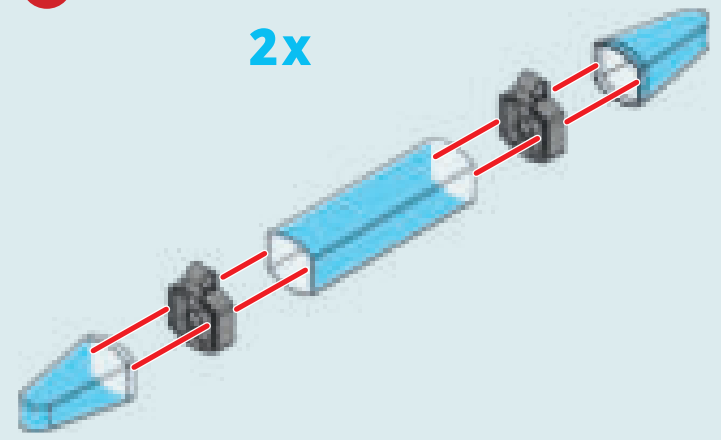
# JET-BOOT

9

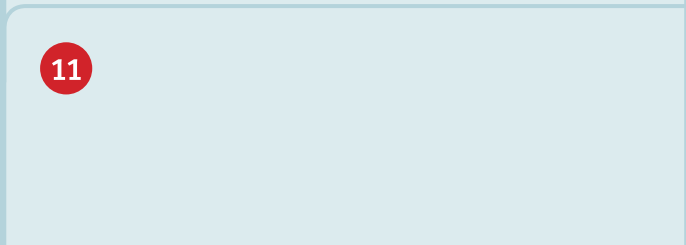


10

2x



11



zur Hälfte mit Wasser und befestige den Speicher wieder am Boot.

- Jetzt verschließt du die Düse mit der Klemme und pumpst wieder auf (30–50 mal pumpen).
- Nach dem Entfernen der Klemme strömt ein Luft-Wasser-Gemisch heraus. Ist das Boot jetzt schneller als vorher?
- Verstelle die Düse und probiere aus, was passiert.

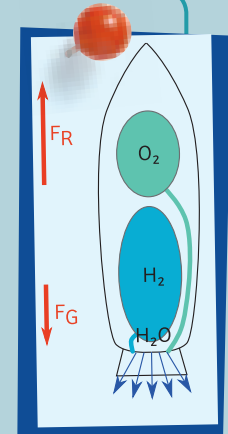
## WAS PASSIERT ?

Wenn die Luft aus der Düse ausströmt, wird diese beschleunigt. Die dabei auftretende Kraft wirkt auch auf das Boot. Das nennt sich Rückstoßprinzip. Dabei ist es übrigens egal, ob die Luft auf das Wasser trifft oder nicht. Wenn statt der Luft auch Wasser mit aus der Düse strömt, dann ist die Kraft deutlich stärker. Damit wird das Boot viel stärker beschleunigt. Da die Düse beweglich ist, kannst du damit die Bewegungsrichtung des Bootes bestimmen.

etwa um den Faktor 850 größer als die von Luft.

## WUSSTEST DU ?

Dasselbe Prinzip wird bei Düsentriebwerken und Raketen verwendet. Dort wird ein brennbares Material, wie z. B. Kerosin oder Wasserstoff, verbrannt und die Rauchgase durch eine Düse beschleunigt. Schon bei einem Druckverhältnis von Innen- zu Außendruck von etwas mehr als zwei erreicht die Luft in der engsten Stelle der Düse Schallgeschwindigkeit.



## LUST AUF MEHR?

Wenn du dir aus dem Druckluftbehälter und einem kleinen Gestell eine kleine Rakete baust, dann kannst du ausprobieren, ob der Impuls des Luft-Wasser-Gemisches ausreicht, die Rakete senkrecht abheben zu lassen. Das machst du am besten draußen auf einer Wiese. Du füllst dazu wieder zur Hälfte Wasser in den Druckluftbehälter und pumpst Luft hinein. Wenn du nun die Rakete senkrecht hältst und Wasser nach unten aus der Düse austreten kann, dann wird vielleicht die Rakete abheben.

## VERSUCH 13

### Jet-Boot

#### DU BRAUCHST

- › das zusammengebaute Jet-Boot
- › Wasserbecken, z. B. gefüllte Badewanne, Planschbecken usw.

#### SO GEHT'S

1. Setze das Jet-Boot aufs Wasser und stelle sicher, dass die Klemme an der Düse des Druckluftspeichers befestigt ist.
2. Nun pumpst du Luft in den Druckluftspeicher (30–50 mal pumpen).
3. Wenn du jetzt die Klemme entfernst, dann strömt die Luft heraus und treibt das Boot an.
4. Versuche das ein paar Mal.
5. Schraube nun den Druckluftspeicher ab, befülle ihn zur Hälfte mit Wasser und befestige den Speicher



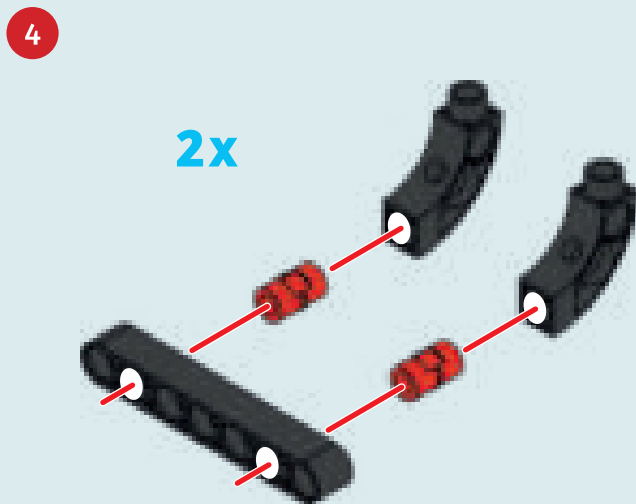
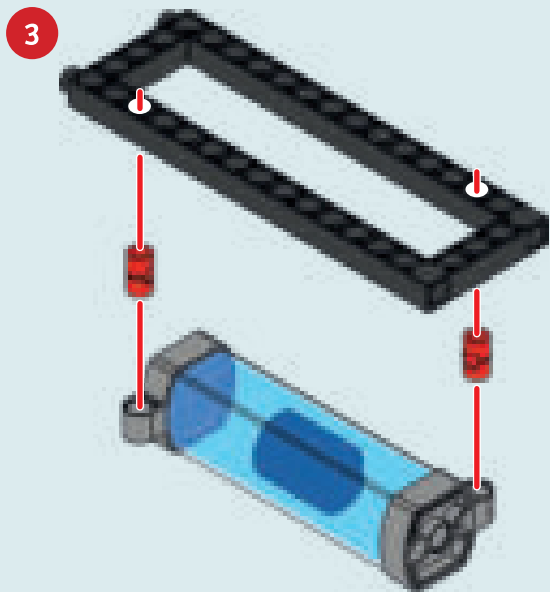
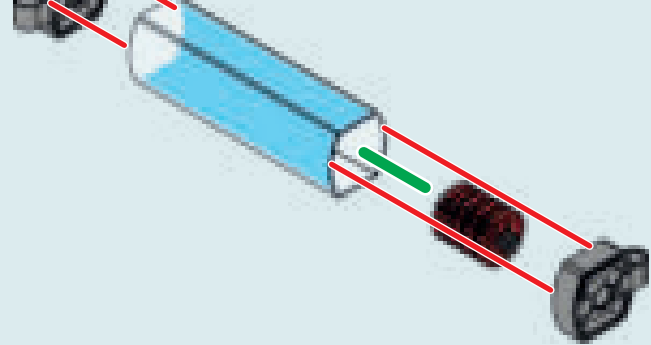
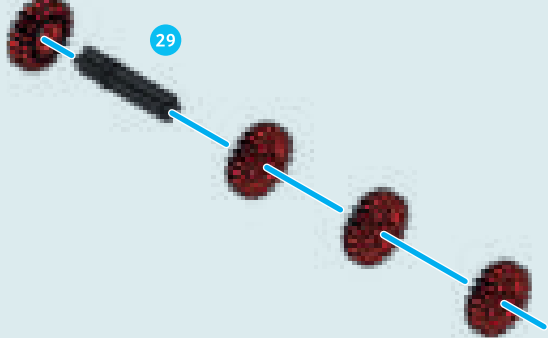
#### STICHWORT IMPULS

Der **Impuls** ist, wie die Masse und die Energie, eine physikalische Größe, die erhalten bleibt. Dabei wird dieser aus Masse mal Geschwindigkeit gebildet. Wenn sich der Impuls im Laufe der Zeit ändert, dann entsteht eine Kraftwirkung. Nun erkennst du auch, weswegen das Boot mit Wasser im



Tank deutlich stärker beschleunigt. Die Dichte von Wasser ist etwa um den Faktor 850 größer

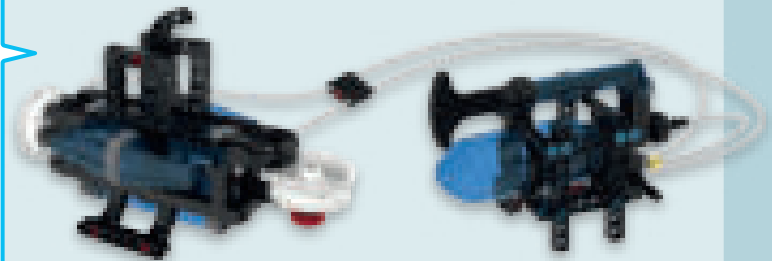






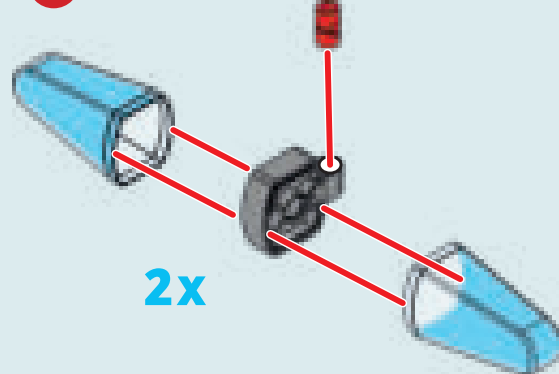
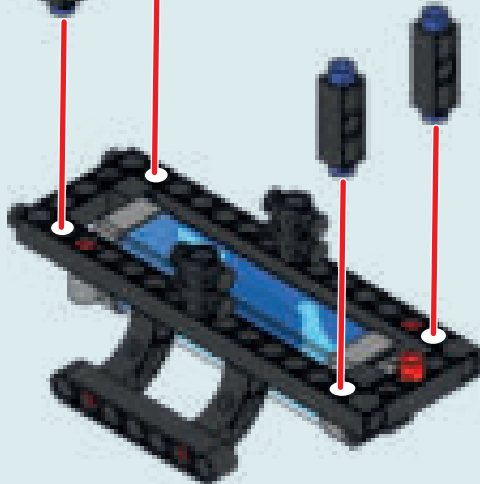
## U-BOOT UND PUMPSTATION

1	2	5	8	9	10	12	14
31x	17x	3x	2x	2x	4x	7x	5x
16	17	20	21	22	25		
2x	3x	4x	2x	6x		2x	
26	29	35	45	49	53		
2x	3x	5x	1x	2x	6x		
54	55	56	57	58			
4x	2x	2x	1x	1x			
61	62	63	65	77			
1x	1x	1x	1x	2x			



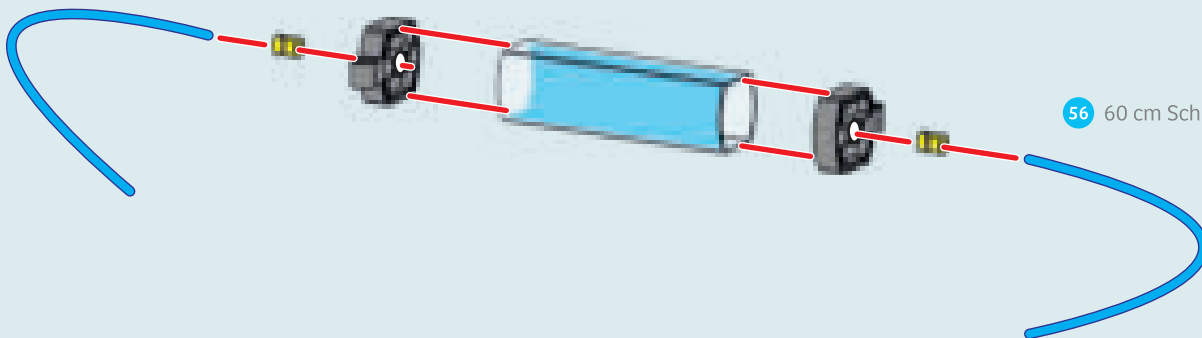
1

2



10

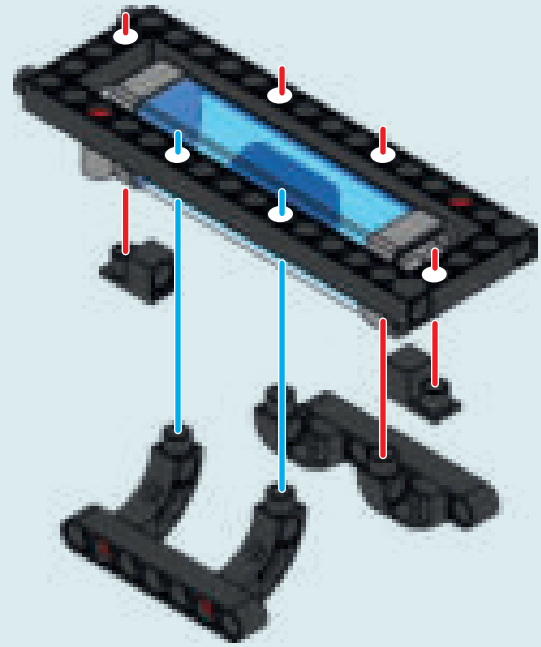
56 60 cm Schlauch



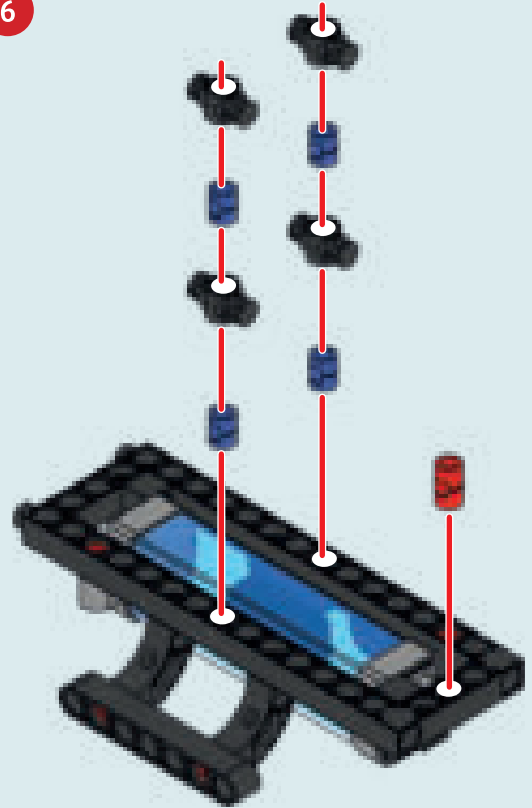
56 60 cm Schlauch

# Auf dem Wasser und am Strand

5



6

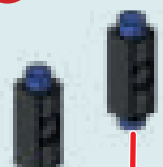


7

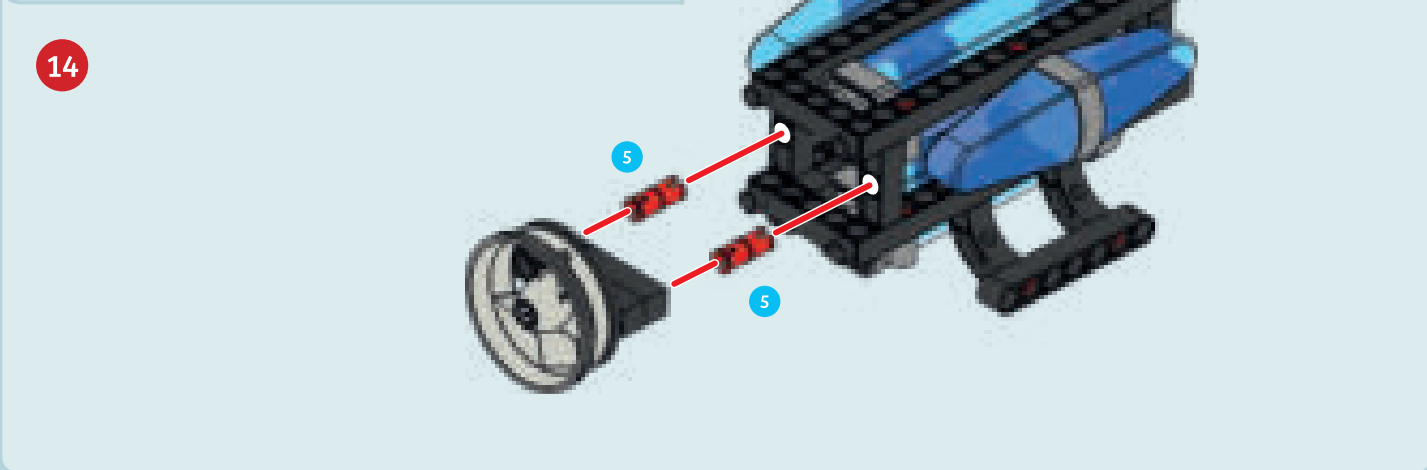
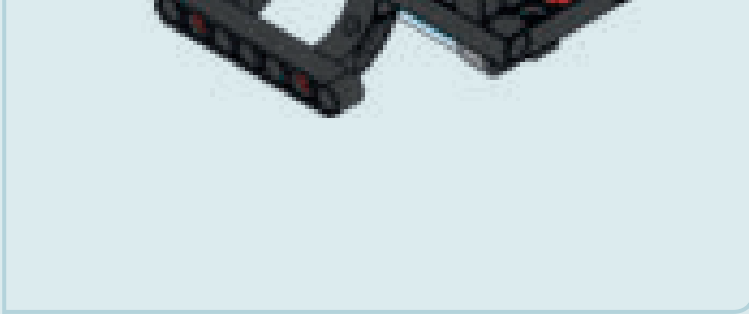
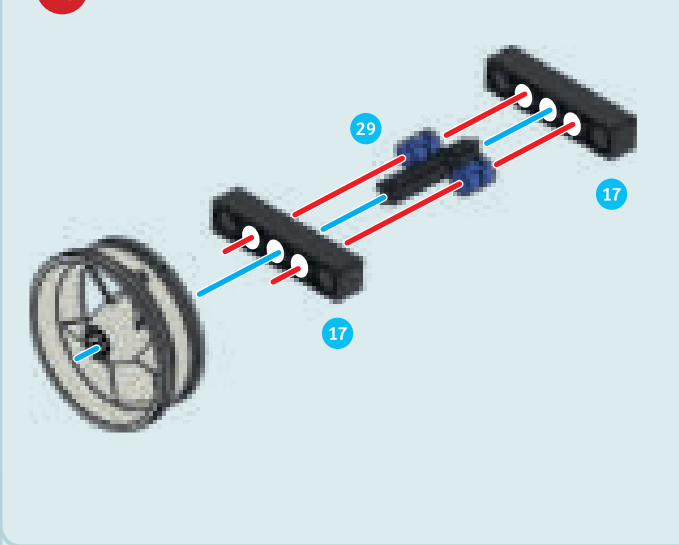
4x



8



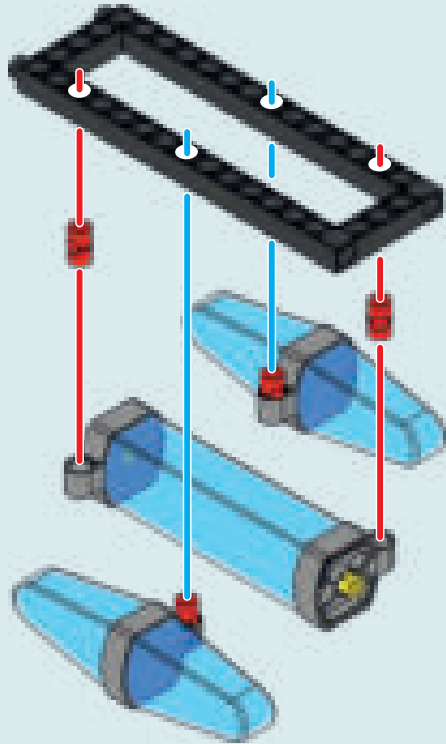
9



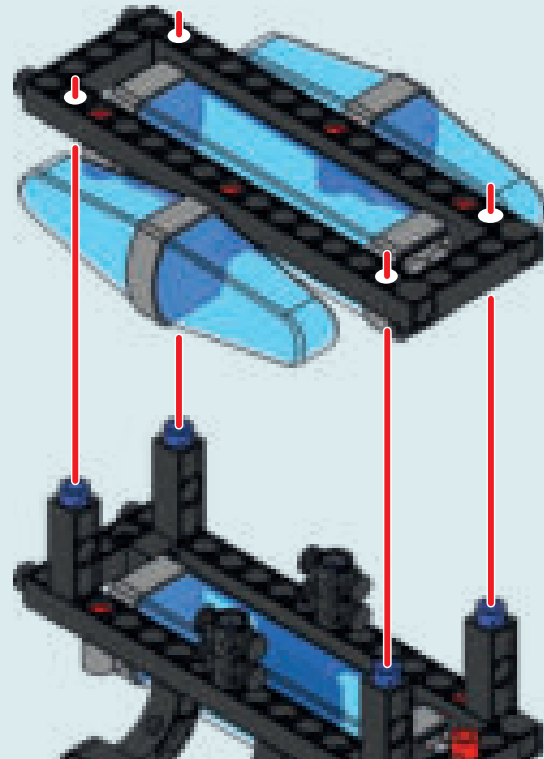


## U-BOOT UND PUMPSTATION

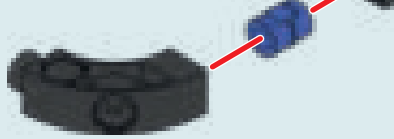
11



12

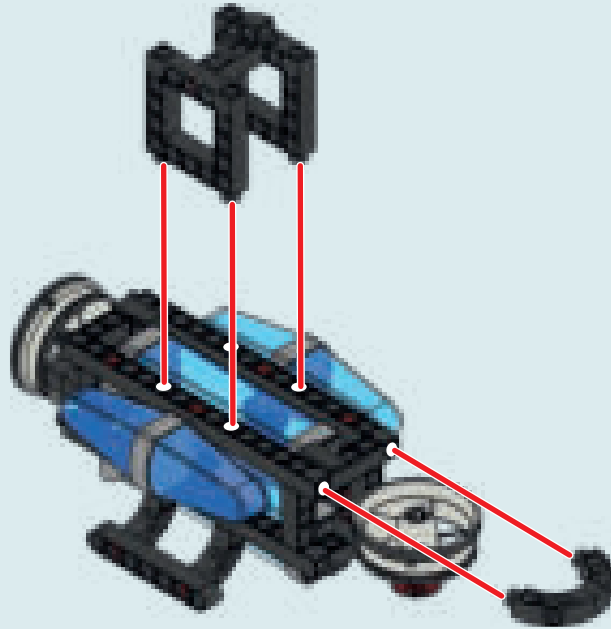
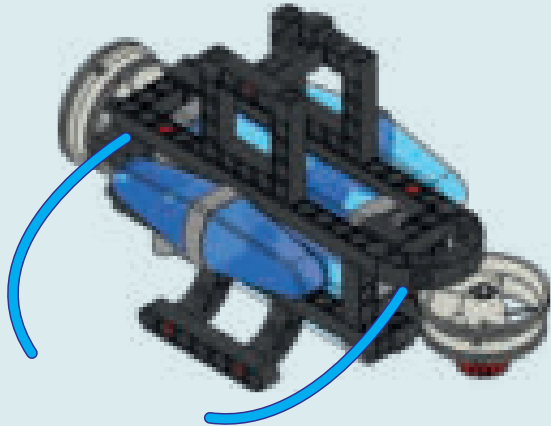


13



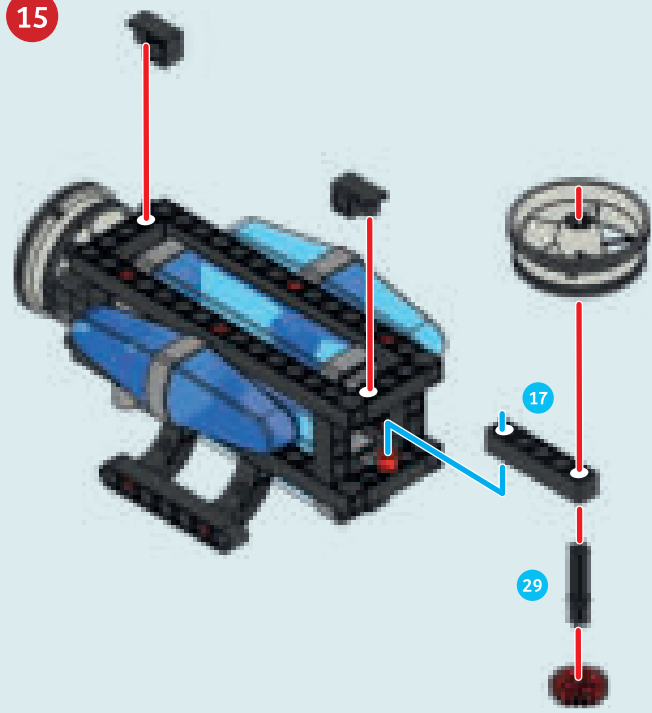
18

A

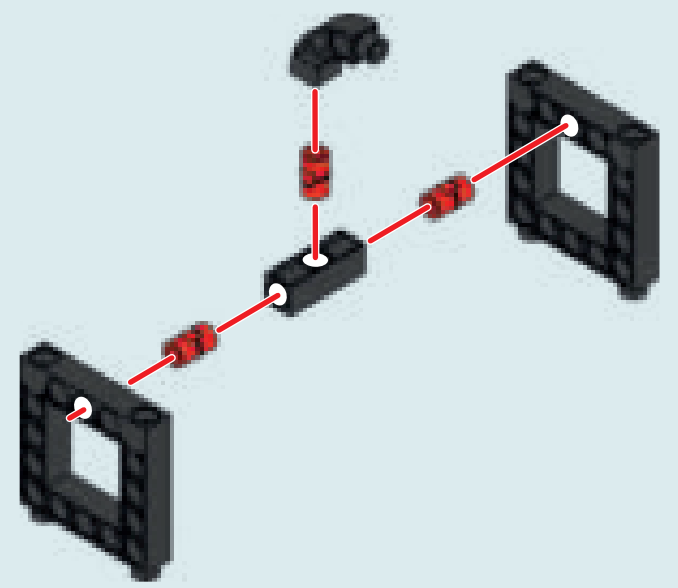


# Auf dem Wasser und am Strand

15

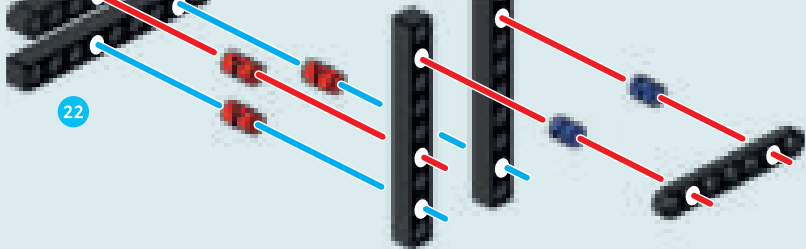


16



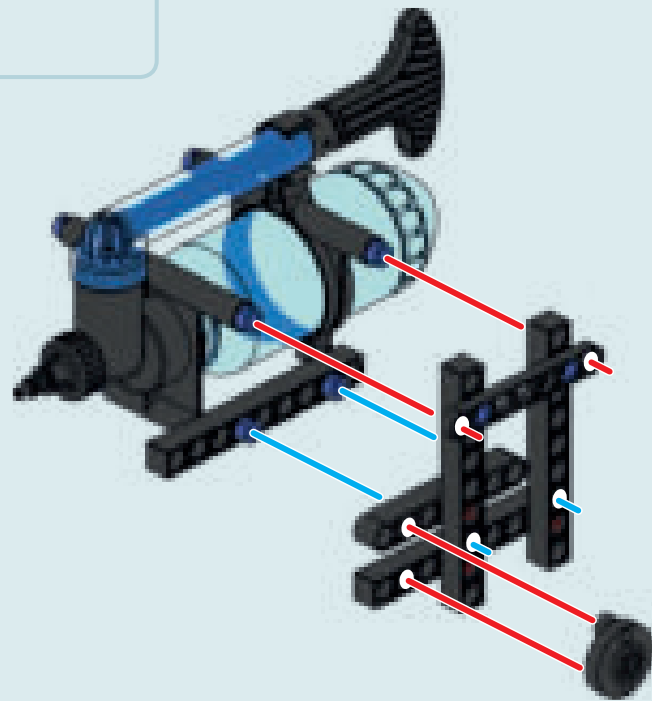
17





22

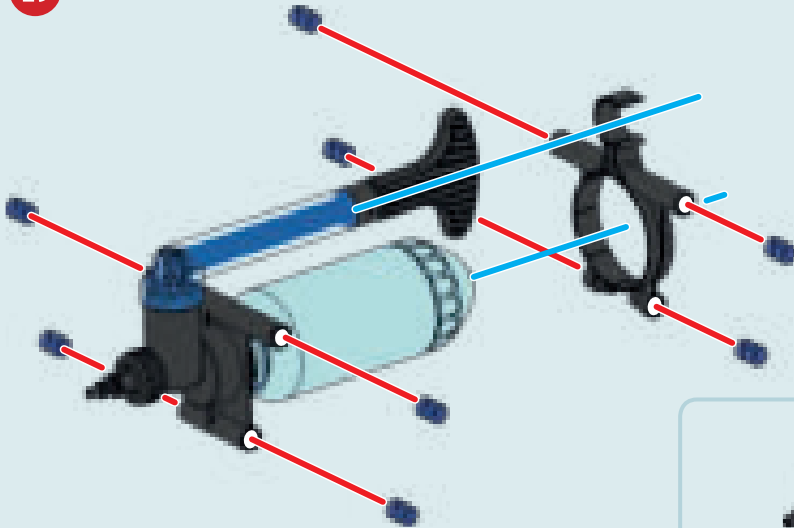
22



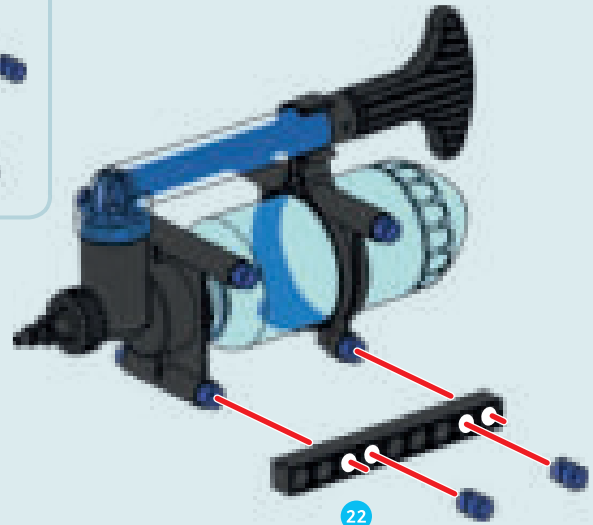


## U-BOOT UND PUMPSTATION

19



20



21



22

22

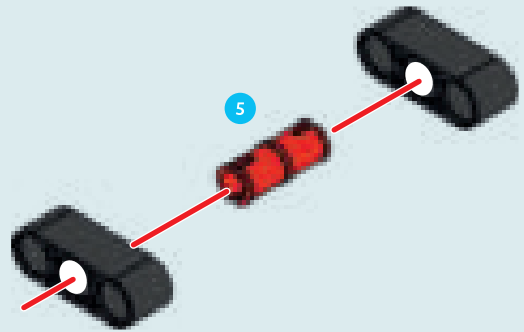


22



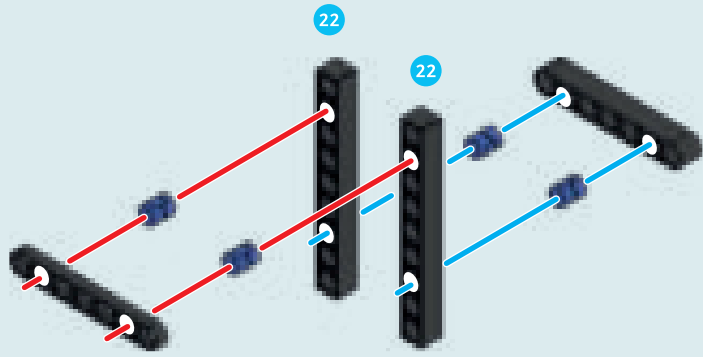
25 cm Schlauch 56

26

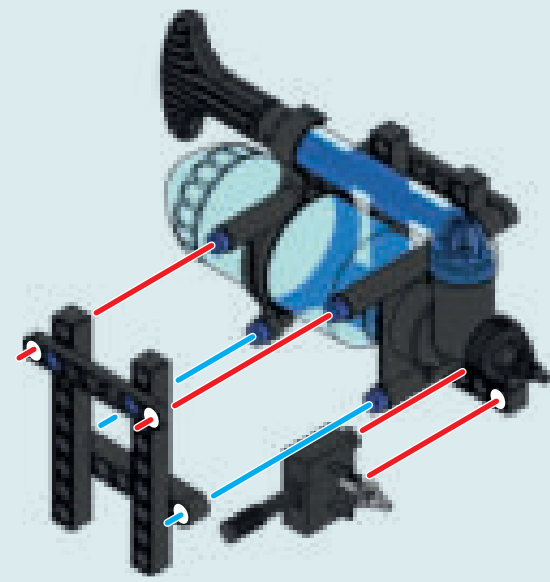


# Auf dem Wasser und am Strand

23



24



25



B

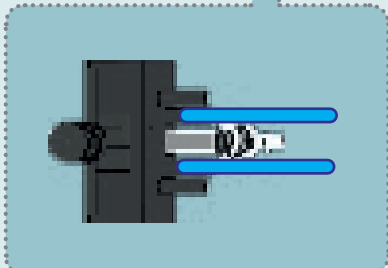
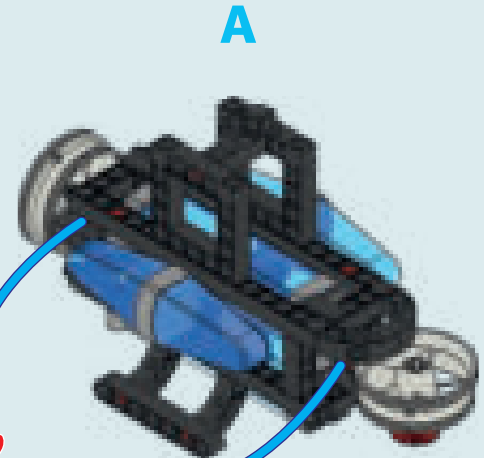
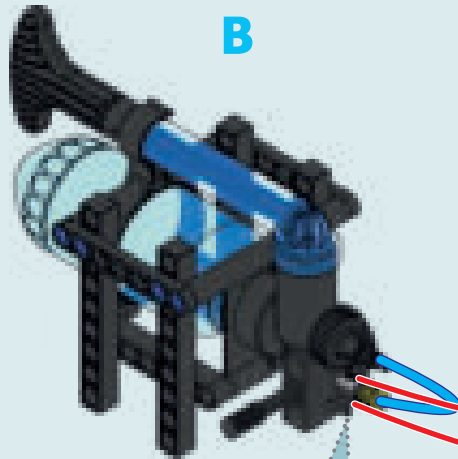


Fertig!



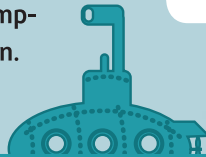
## U-BOOT UND PUMPSTATION

27



zur Hälfte mit Wasser und befestigst sie wieder.

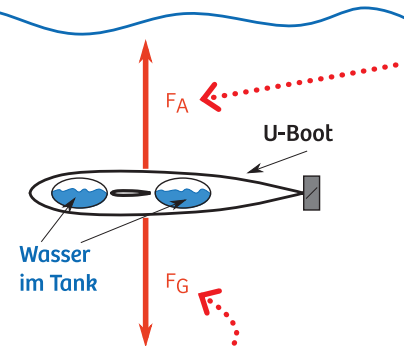
- c. Stelle den Schalter mittig und pumpe 20–25 mal.
  - d. Um das U-Boot nun abtauchen zu lassen, hältst du die Pumpstation mit den Schlauchanschlüssen nach unten und betätigst den Schalter; in welche Richtung ist dabei egal.
2. Zum Auftauchen musst du den Schalter mittig stellen und 25–30 mal pumpen. Dabei muss nun die Pumpstation mit den Schlauchanschlüssen nach oben gerichtet sein. Dann kannst du den Schalter betätigen.
  3. Zum erneuten Abtauchen muss wieder Wasser in den Tank des U-Bootes gepumpt werden. Also musst du den Schalter wieder mittig stellen, die Flasche gegebenenfalls wieder halb mit Wasser füllen, pumpen, die Pumpstation nach unten halten und den Schalter betätigen.



## WUSSTEST DU?

Moderne U-Boote sind High-Tech-Stationen. Dadurch ist es möglich, dass diese wochenlang unter Wasser bleiben können. Dafür werden Luft und Wasser aufbereitet, damit die Matrosen dort leben können. Leistungsstarke Elektromotoren treiben das Boot an. Diese werden unter Wasser aus einem Kernreaktor mit Energie versorgt. Bei Fahrten nahe der Oberfläche werden meist Dieselgeneratoren genutzt.

**Gewichtskraft** an und übersteigt die **Auftriebskraft**. Dadurch sinkt das Boot. Zum Aufsteigen wird Luft in den Tank eingebracht, welche das Wasser verdrängt – das Boot wird leichter und kann aufsteigen.



VERSUCH 14

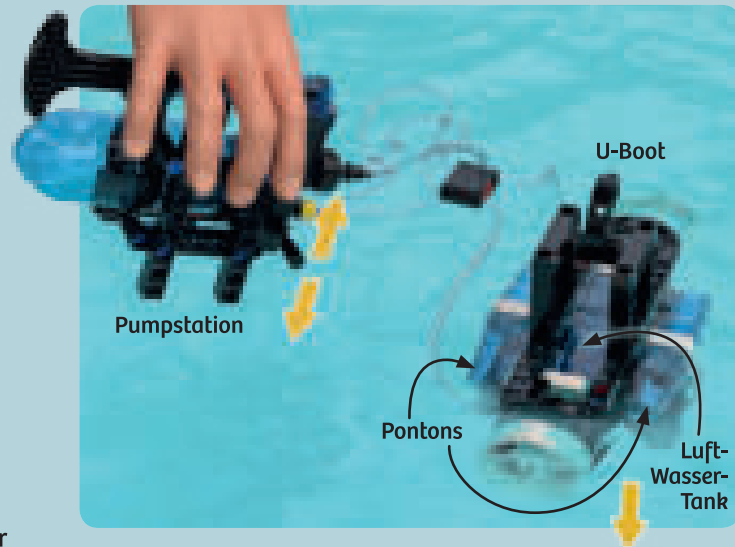
## U-Boot und Pumpstation

### DU BRAUCHST

- › das zusammengebaute U-Boot mit der Pumpstation
- › Wasserbecken, z. B. hoher Eimer, Plastikwanne usw.
- › Unterlegscheiben, 50-Cent-Münzen (16 Stück) oder 1-€-Münzen (17 Stück) als Gewicht

### SO GEHT'S

1. Um das U-Boot abtauchen zu lassen, sind einige Vorbereitungen notwendig.
  - a. Verteile die Gewichte (z. B. Unterlegscheiben oder Münzen) von ca. 125 g gleichmäßig im Ballasttank links und rechts der roten Zahnräder, damit das Boot waagrecht bleibt. Bei ca. 125 g müssten die Pontons gerade noch ein wenig aus dem Wasser schauen.
  - b. Nun füllst du die Flasche an der Pumpstation etwa zur Hälfte mit Wasser und befestigst sie wieder



### WAS PASSIERT ?

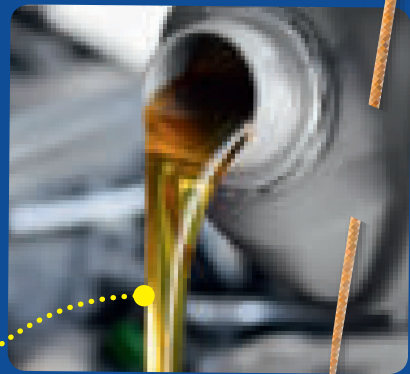
Wenn das U-Boot durch die Gewichte links und rechts austariert ist, dann gleichen sich Auftriebs- und Gewichtskraft aus. Wenn nun Wasser in den Tank des U-Bootes kommt, dann steigt die



Damit Boote gut im Wasser  
notwendig, dass deren **Rumpf** strömlinienförmig  
ist. Das bedeutet, dass bei der Umströmung keine  
Wirbel auftreten. Diese führen nämlich zu zusätz-  
lichem Strömungswiderstand und erfordern eine  
höhere Leistung des Bootsmotors.

## Kennst du den Unterschied von **Pneumatik** und **Hydraulik**?

Im Prinzip beschreiben sie beide dasselbe, nämlich,  
dass ein Fluid (gemeinsame Bezeichnung für Gase und  
Flüssigkeiten) durch eine Leitung von einem Ort zum  
anderen transportiert wird, um damit bestimmte  
Aufgaben zu erledigen. Bei Pneumatik handelt es  
sich um Luft (**pneuma**) und bei Hydraulik um eine  
Flüssigkeit wie Wasser (**hydro**) oder **Öl**.



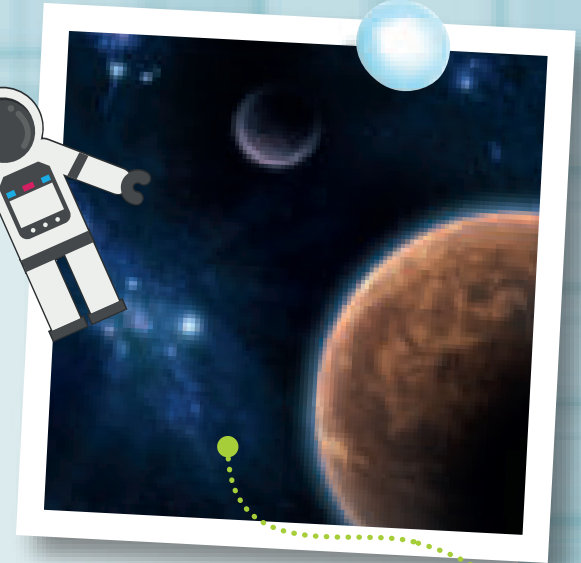
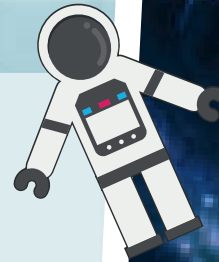


NACHGEHAKT



## Beim Rückstoßprinzip ...

... ist es nicht notwendig, dass das Gefährt (Jet-Boot, Rakete usw.) den Strahl auf etwas Bestimmtes richtet. Es reicht einzig und allein aus, dass das Material durch die Düse das Gefährt verlässt. Das Gefährt stößt sich praktisch vom Strahl selbst ab. Daher können Jetantriebe auch im **Weltall** verwendet werden, wo es nahezu keine Materie gibt.

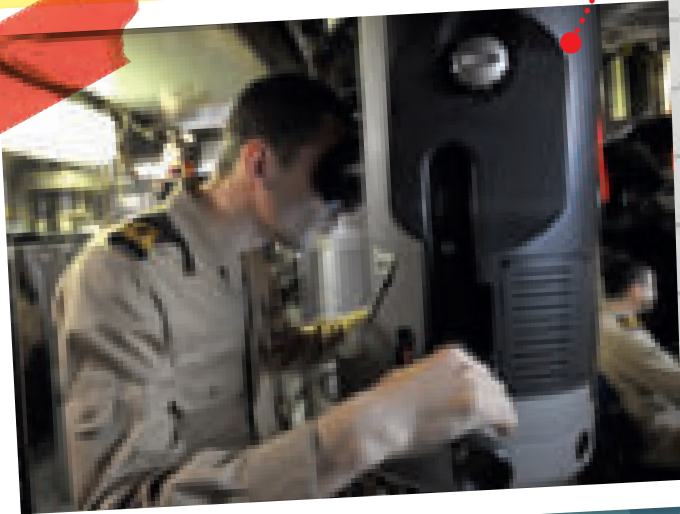


### WIE EIN FISCH IM WASSER



Damit Boote gut im Wasser vorankommen, ist es

den Spiegel schaut, sieht man den oberen Spiegel, in dem sich das Bild von oben spiegelt. Mit zusätzlichen Linsen wirkt es sogar wie ein Fernrohr.



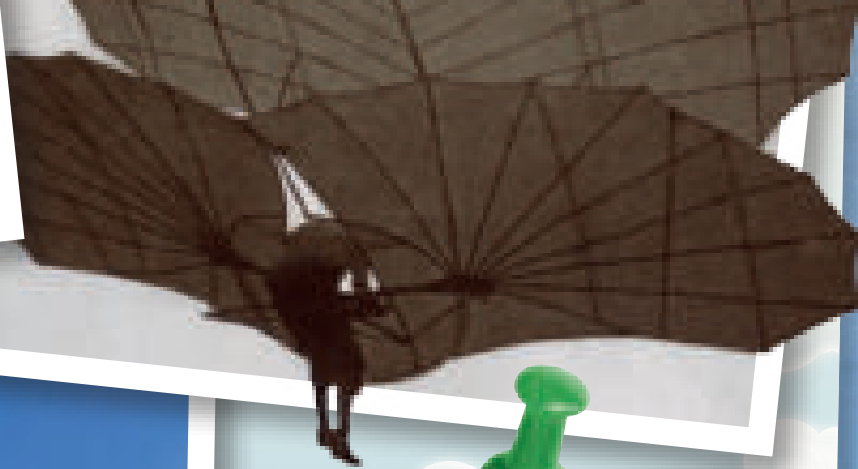
## VOLLE FAHRT VORAUS

**U-Boote** werden mit Elektromotoren betrieben. Die Energie dafür kommt entweder von Dieselgeneratoren oder Batterien. Wenn das U-Boot auf Tauchfahrt ist, hat es keine Luft für die Verbrennung des Diesels, sodass die Batterien genutzt werden. An der Wasseroberfläche ist das kein Problem, sodass die **Dieselgeneratoren** benutzt werden können.

# Ausguck

Wie sehen Matrosen im U-Boot, was auf der Wasseroberfläche los ist, ohne aufzutauchen? Zu diesem Zweck haben U-Boote ein sogenanntes **Periskop**. Das besteht aus einem Rohr und zwei Spiegeln, die schräg im Rohr angebracht sind. Der untere Spiegel ist im Boot und der andere oberhalb der Wasseroberfläche. Wenn man unten auf







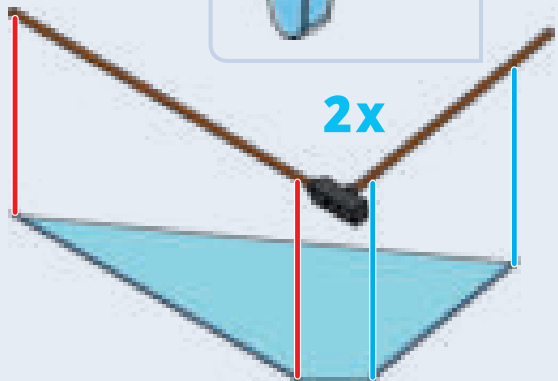
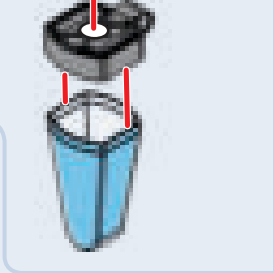
# In der Luft



Die Menschen sind seit Urzeiten vom Fliegen fasziniert. Verschiedene schlaue Leute – wie zum Beispiel Leonardo da Vinci – beobachteten den Vogelflug und entwarfen Fluggeräte. Aber erst Otto Lilienthal war 1891 in der Lage, längere Strecken – einige hundert Meter – zu fliegen. Seitdem ging es rasant voran. Mit den Experimenten kannst du ausprobieren, auf was man beim Fliegen alles achten muss.

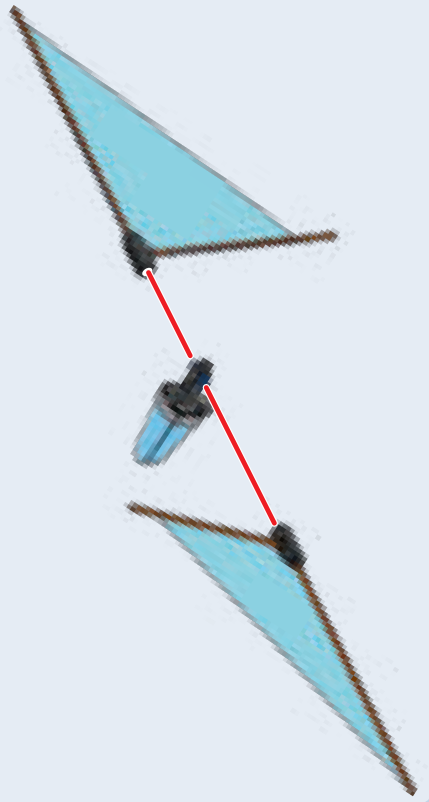


3



**TIPP!**  
 Lege die Folie mit den Kanten auf die Bambusstäbe. Dann klebst du je zwei Stücke Klebeband an die Folienkanten und drückst sie um die Stäbe herum auf die Folienrückseite.

4

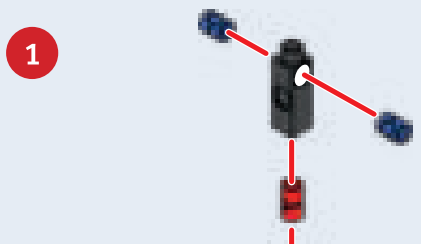


**Fertig!**



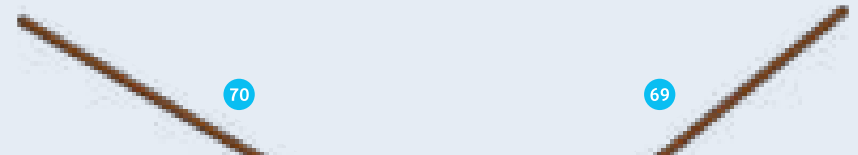
**AHORNSAMEN**

- 1 2x
- 2 1x
- 14 2x
- 15 1x
- 53 1x
- 54 1x
- 67 4x
- 69 2x
- 70 2x
- 75 1x



2

2x



Wenn du den Ahornsamen fallen lässt, zieht ihn die Gravitationskraft zu Boden. Dabei strömt die Luft entlang der schräg stehenden Flügel und übt eine Kraft auf den Samen aus. Daher beginnt dieser zu rotieren. Wenn die Flügel horizontal stehen, dann wird der Samen nur pendelnd zu Boden sinken. Der Grund dafür ist, dass die Luft nicht mehr schräg strömen kann und daher die Kraft für die Rotation fehlt.



### WUSSTEST DU?

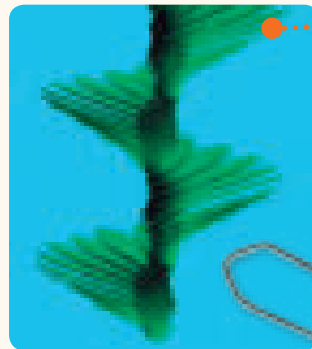
Nach demselben Prinzip kann man zum Beispiel Schrauben in Holz schrauben. Nur, dass dabei die zur Rotation antreibende Kraft über den Schraubendreher aufgebracht wird und das schräg stehende Gewinde den Vortrieb in das Holz bewirkt.



Wenn ein Hubschrauber einen Ausfall des Hauptmotors hat, dann wird beim Absinken der Rotor anfangen zu drehen. Dabei wird das Fallen abgebremst.

## SCHLÜSSELWORT AUTOROTATION

Wenn der Ahornsamen fällt und zu rotieren beginnt, so nennt man dies **Autorotation** («auto» bedeutet hier »von selbst«). In der Natur ist dieses Verhalten äußerst nützlich. Durch die Rotation wird die Fallgeschwindigkeit der Samen vermindert. Dies verschafft ihm etwas Zeit, um vom Wind fortgetragen zu werden. Damit kann sich der Ahorn in einem großen Gebiet verbreiten.





## VERSUCH 15

# Ahornsamensamen

## DU BRAUCHST

- > den zusammengesetzten Ahornsamensamen
- > Stuhl

## SO GEHT'S

1. Drehe die Flügel so, dass sie gleich schräg nach oben stehen.
2. Nun stellst du dich auf einen Stuhl und hältst den Ahornsamensamen in der Mitte fest.
3. Strecke den Arm aus und lasse den Ahornsamensamen fallen.
4. Drehe die Flügel nun beide horizontal und lasse den Ahornsamensamen erneut fallen.

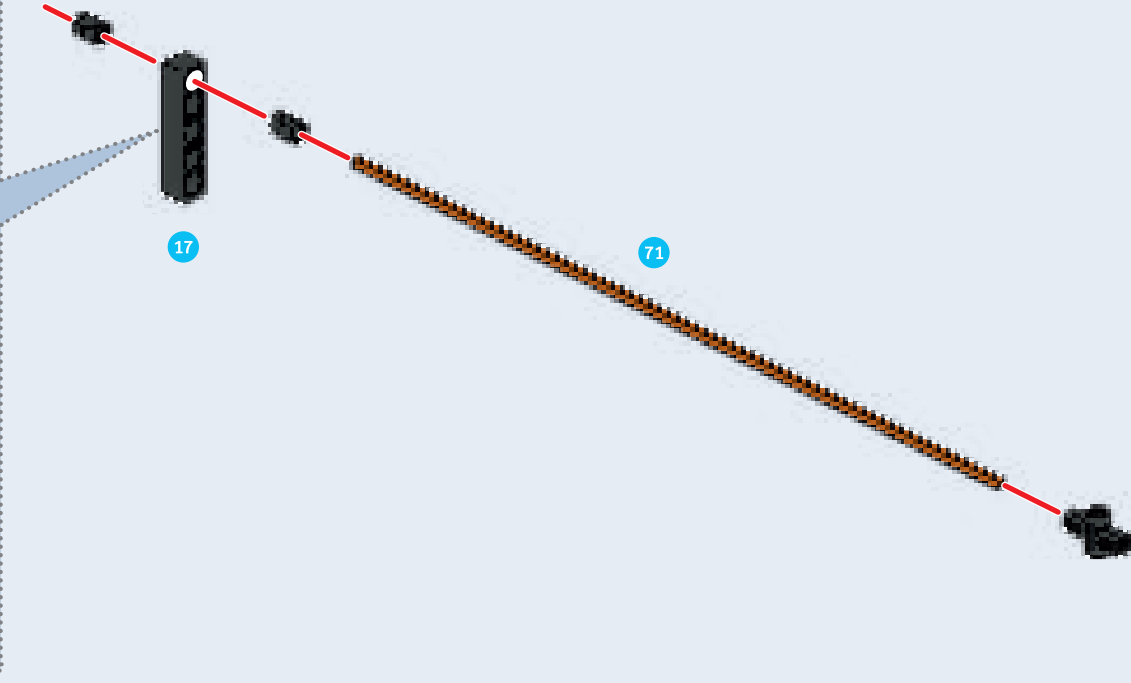
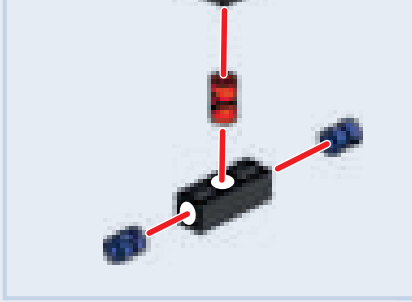
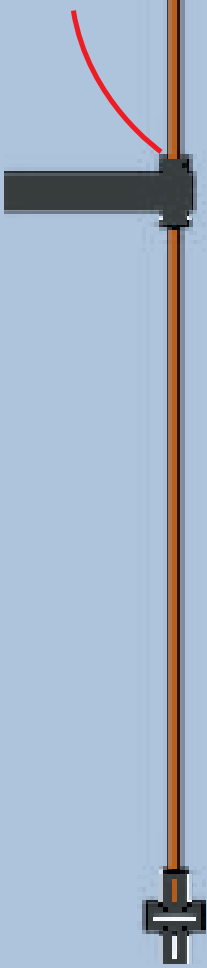


**WAS PASSIERT ?**

**STICHWORT**



110 mm

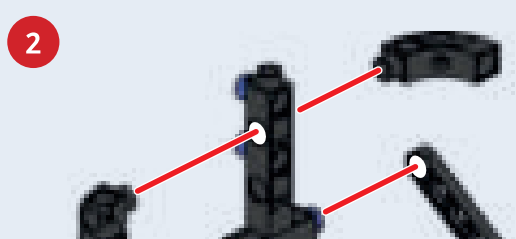
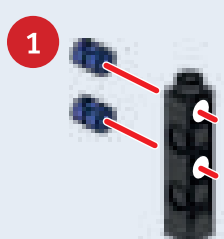
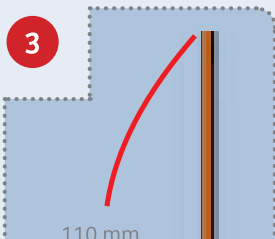
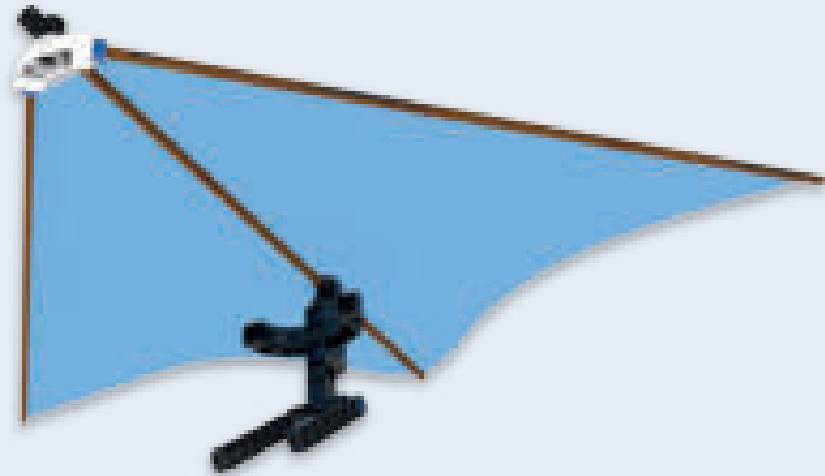


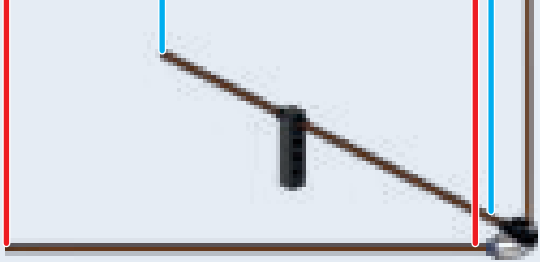
17

71

● ● ● **SEGELFLIEGER**

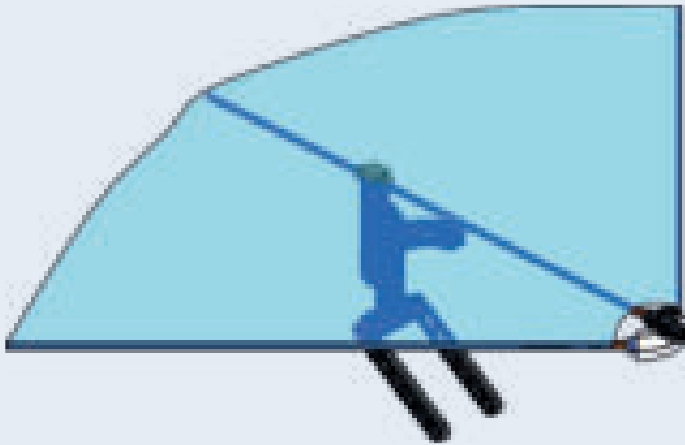
- 1 6x
- 2 1x
- 11 1x
- 12 2x
- 14 1x
- 17 1x
- 19 1x
- 21 2x
- 66 1x
- 67 2x
- 71 3x
- 75 1x





um die Stäbe herum auf die Folienrückseite.  
Zusätzlich klebst du zwei Klebestreifen von  
unten auf den mittleren Stab und die Folie.

6

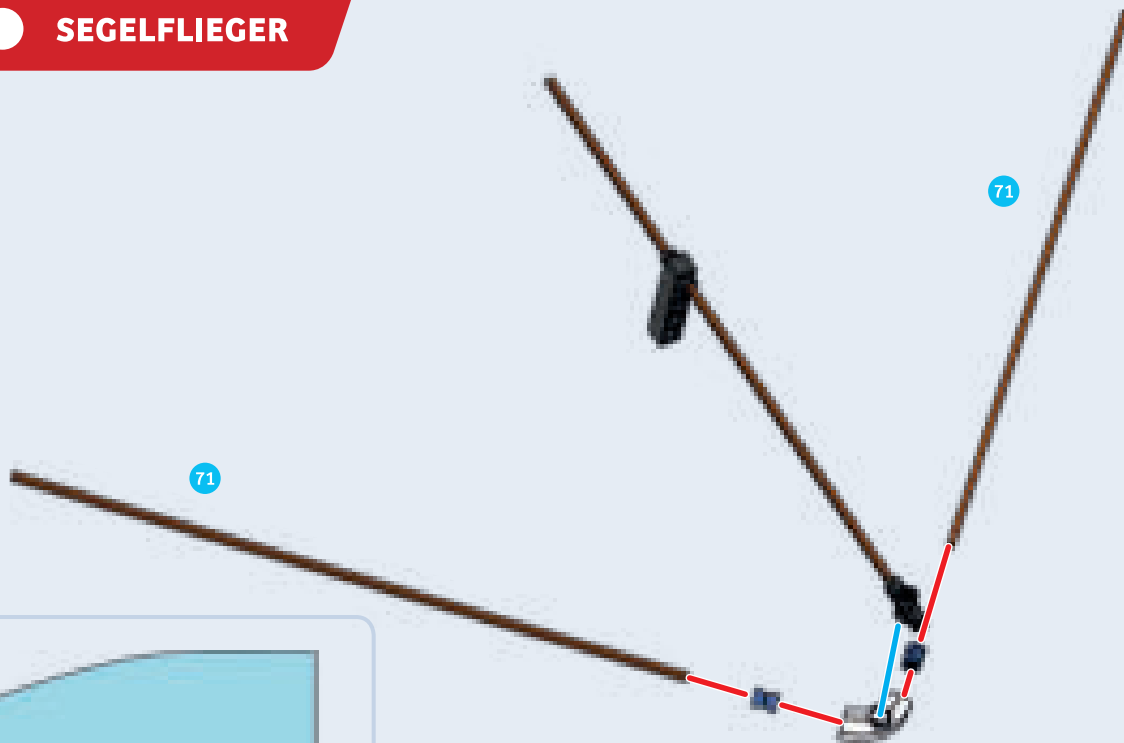


**Fertig!**

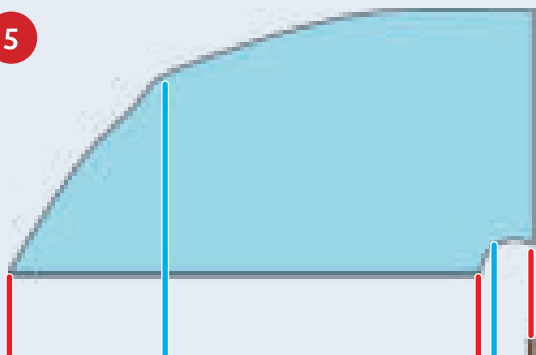


## SEGELFLIEGER

4

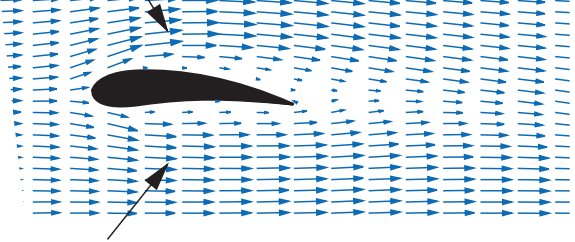


5



### TIPP!

Lege die Folie mit den Kanten auf die äußeren Bambusstäbe. Dann klebst du je zwei Stücke Klebeband an die Folienkanten und drückst sie



niedrigere Geschwindigkeit → höherer Druck

Wenn du den Segelflieger loslässt, strömt die Luft sowohl über als auch unter den Flügeln entlang. Da der Weg für die Luft oben entlang etwas weiter ist als unten, muss die Luft dort schneller fließen. Dadurch wird der Luftdruck abgesenkt und eine Kraft wirkt nach oben – die Auftriebskraft wirkt der Erdanziehungskraft entgegen. Gäbe es diese nicht, dann würde der Segler solange weiterfliegen, bis die Reibung der Luft die gesamte Bewegung vollständig abgebremst hätte.

**LUST AUF MEHR?**

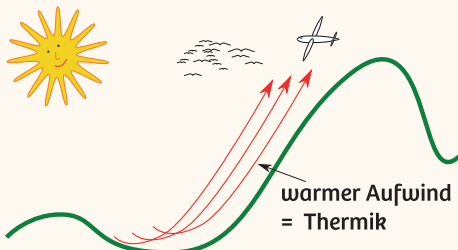
Was passiert, wenn du das Trimmungsgewicht nach links oder rechts drehst? Fliegt der Segler eine Kurve? Probiere es aus.

**Seilwinde, mit dem der Segler**

beschleunigt und in die Luft gebracht wird. Bei der Seilwinde bleibt der antreibende Motor am Boden. Wenn das Segelflugzeug schnell genug ist, dann wird das Seil ausgeklinkt und das lose Ende fällt an einem kleinen Fallschirm zur Erde herab.

## STICHWORT THERMIK

Bei schönem Segelflugwetter wird die sogenannte **Thermik** genutzt, um stundenlang zu fliegen. Durch die Sonne wird die Erdoberfläche erwärmt, die warme Luft steigt auf und gibt dem Segelflugzeug zusätzliche Energie, um zu fliegen.



**VERSUCH 16**

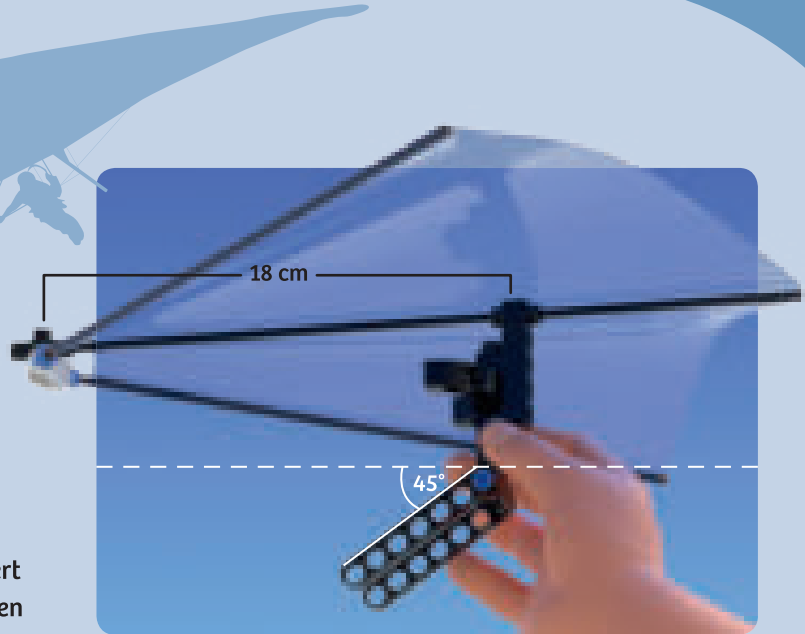
# Segelflieger

## DU BRAUCHST

- > den zusammengebauten Segelflieger
- > Stuhl

## SO GEHT'S

1. Um den Segler richtig auszubalancieren, muss das Trimmgewicht ca. 18 cm hinter der Nase positioniert sein und der Fuß in einem Winkel von 45° nach unten zeigen.
2. Stelle dich auf einen Stuhl und wirf den Segelflieger nach vorn.

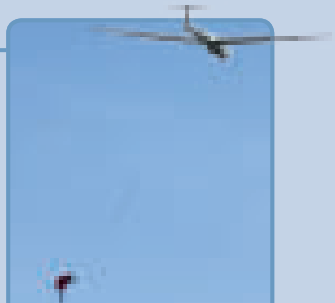


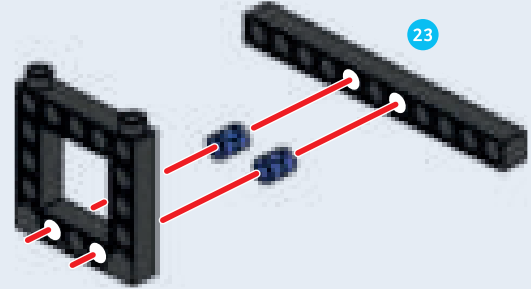
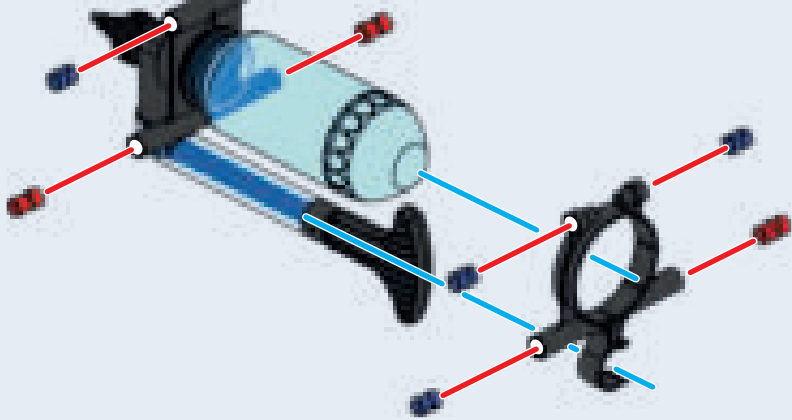
### WAS PASSIERT ?

höhere Geschwindigkeit → niedrigerer Druck

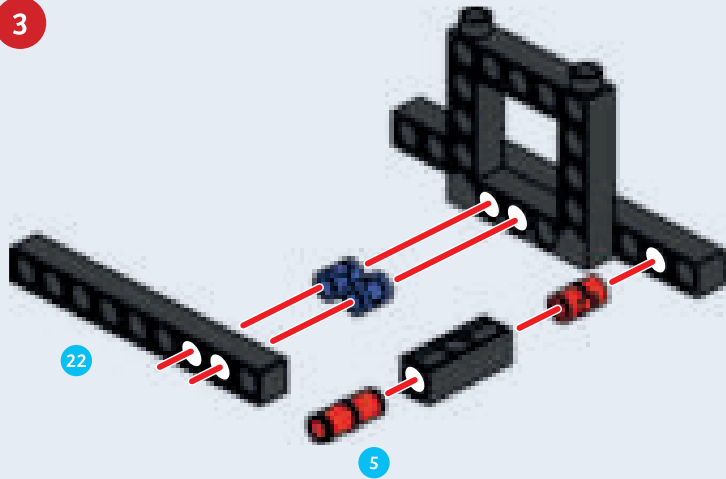
### WUSSTEST DU ?

Richtige Segelflugzeuge funktionieren genauso. Dort muss auch jemand »anschieben«. Das passiert entweder mit einem Motorflugzeug oder mit einer

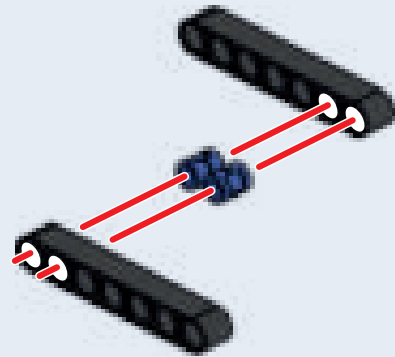




3



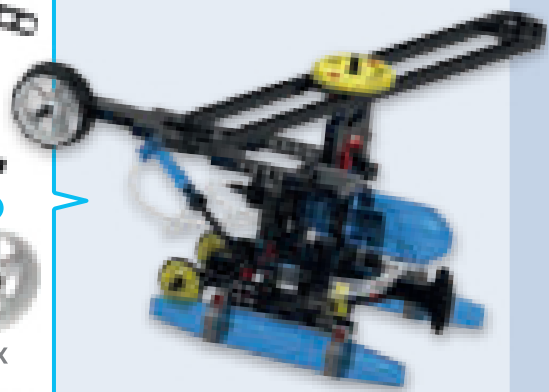
4





# HELIKOPTER

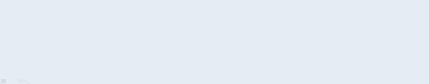
- 1 36x
- 2 10x
- 5 5x
- 7 1x
- 12 4x
- 14 5x
- 16 1x
- 17 2x
- 20 3x
- 21 4x
- 22 6x
- 23 4x
- 25 2x
- 26 2x
- 29 3x
- 30 1x
- 31 1x
- 32 2x
- 35 4x
- 37 1x
- 39 2x
- 40 2x
- 42 2x
- 43 2x
- 45 2x
- 48 1x
- 49 1x
- 50 1x
- 53 4x
- 54 4x
- 55 2x
- 56 1x
- 57 1x
- 58 1x
- 59 1x
- 60 1x
- 61 1x
- 62 1x
- 63 1x
- 65 1x
- 68 1x
- 78 1x
- 79 1x
- 80 1x

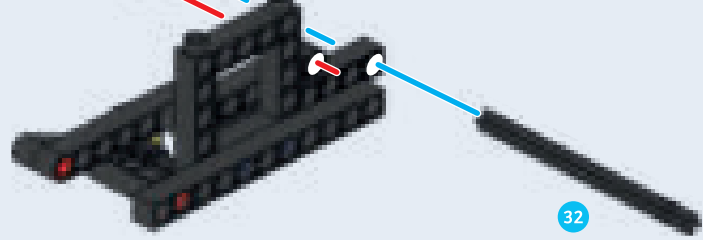


1

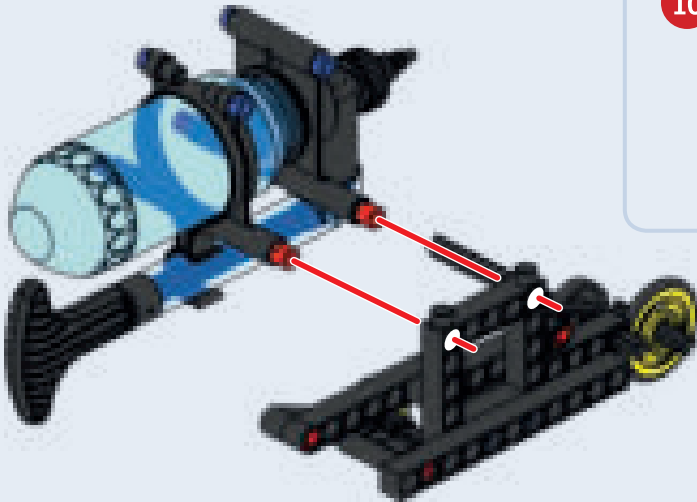


2

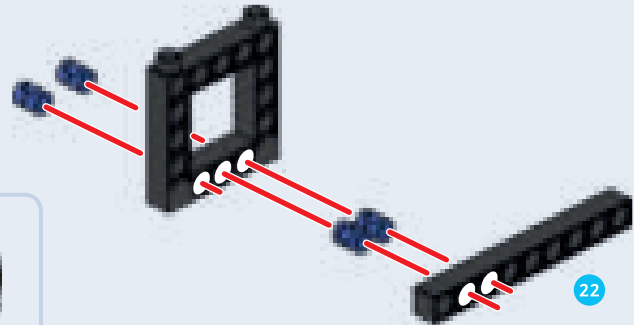




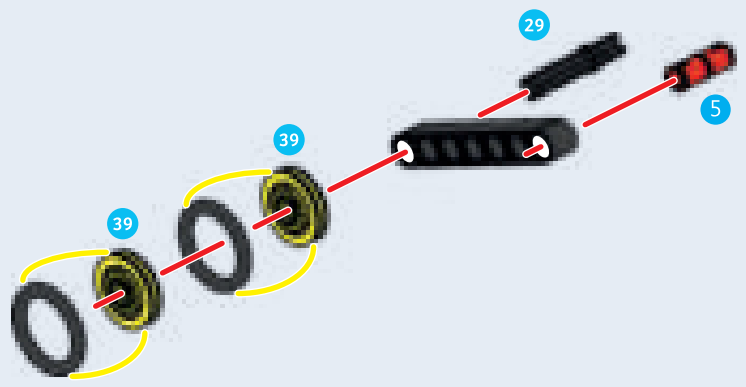
9



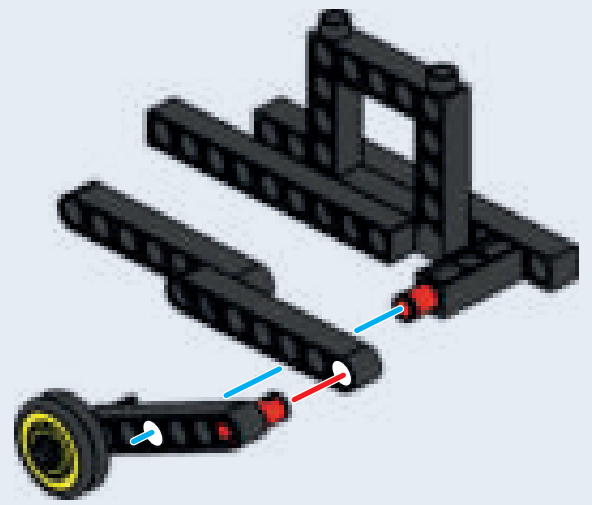
10



5

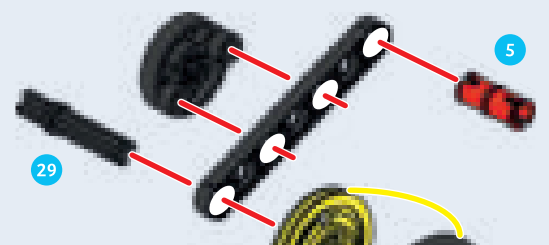


6



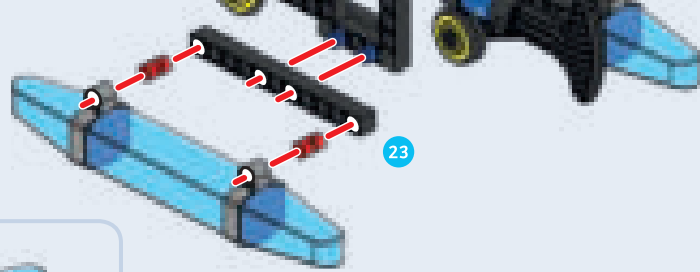
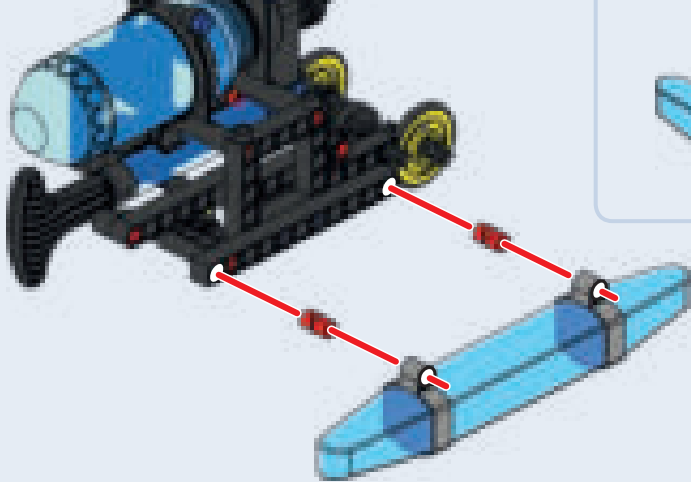
7

2x



8



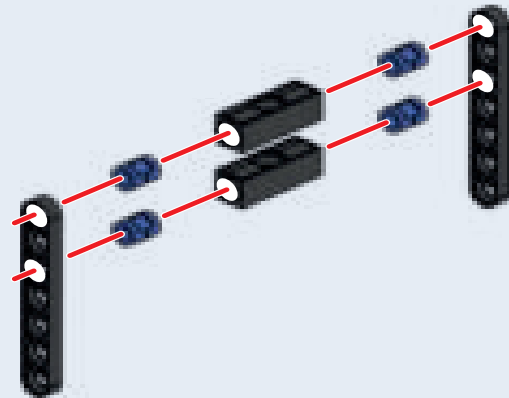


15

2x



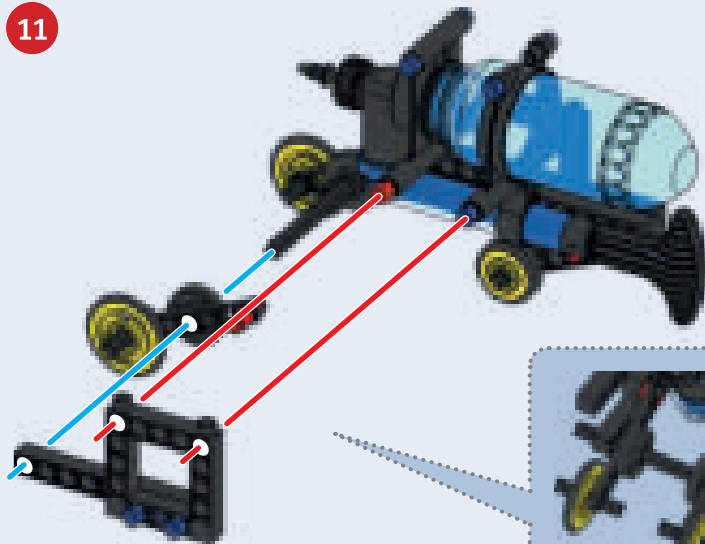
16





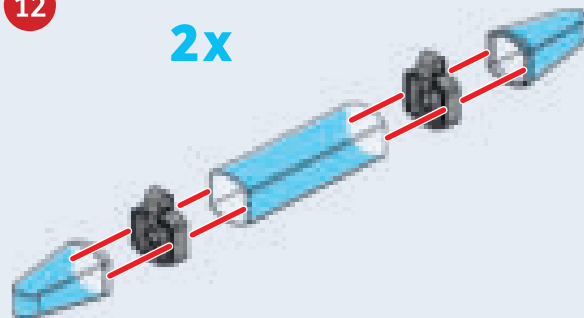
# HELIKOPTER

11



12

2x

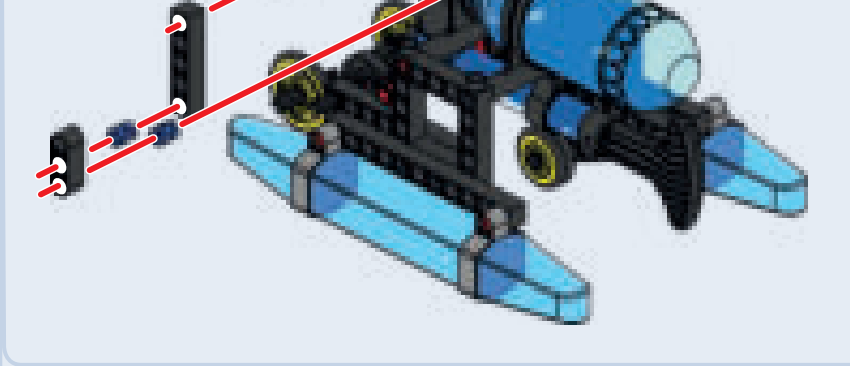


13

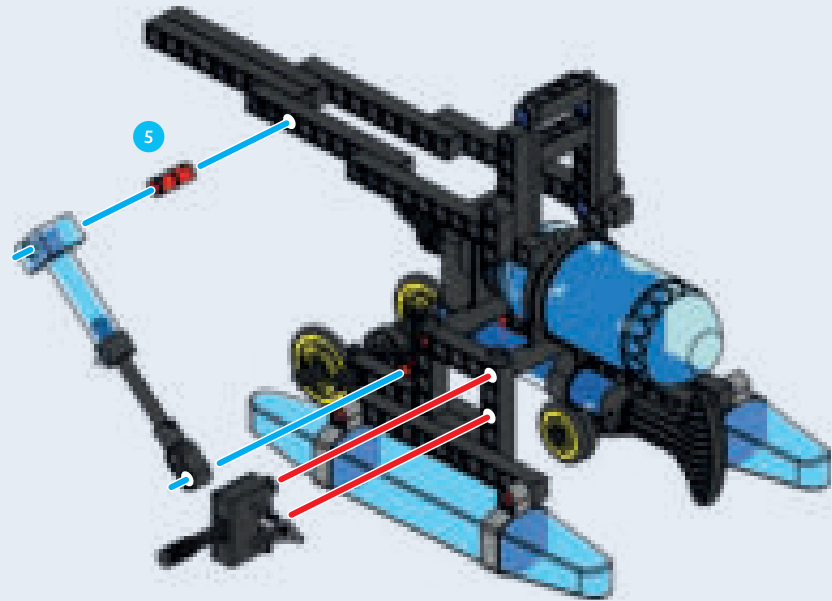


14

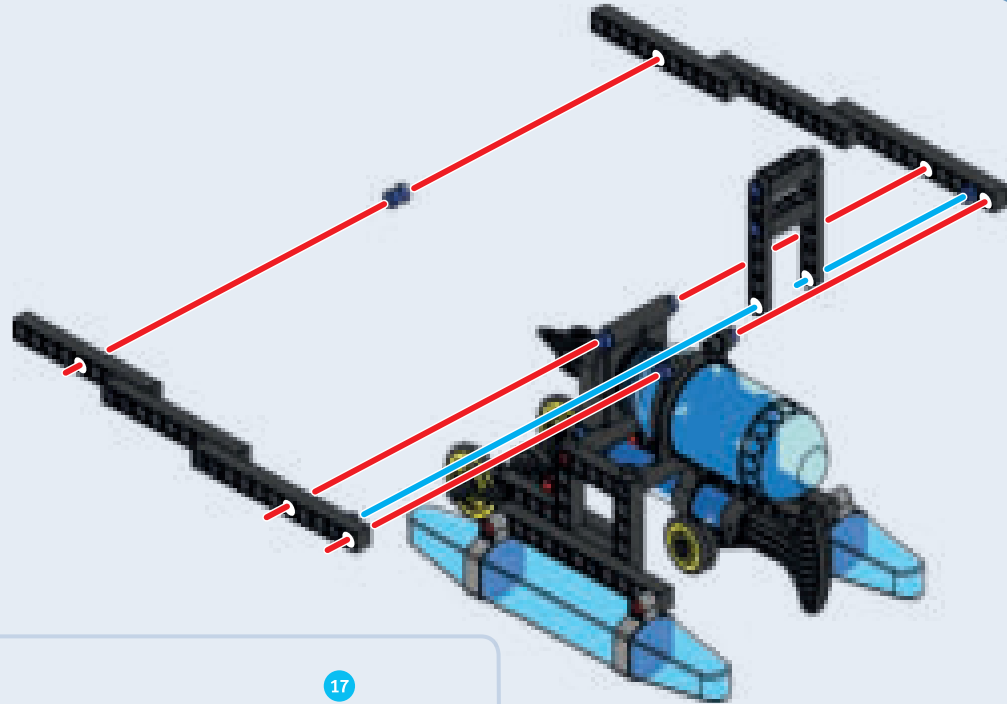




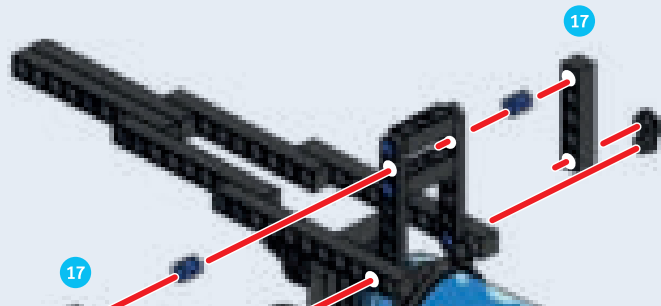
19

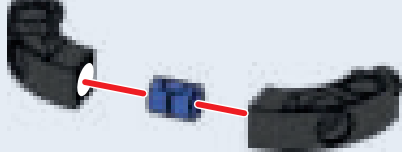


17

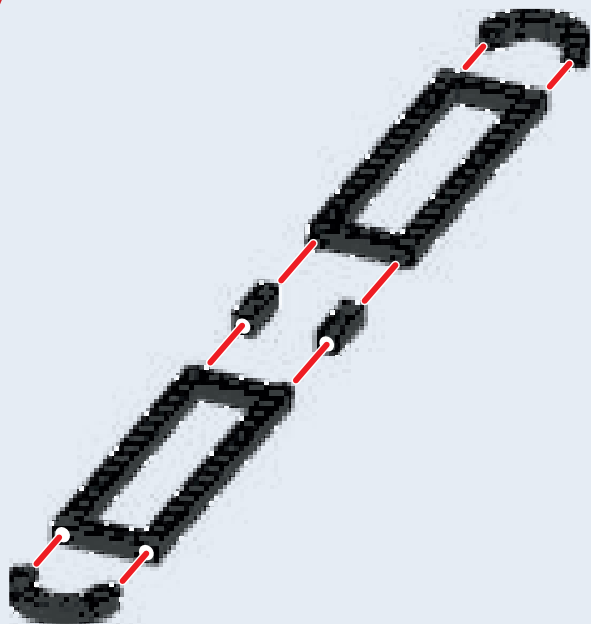


18

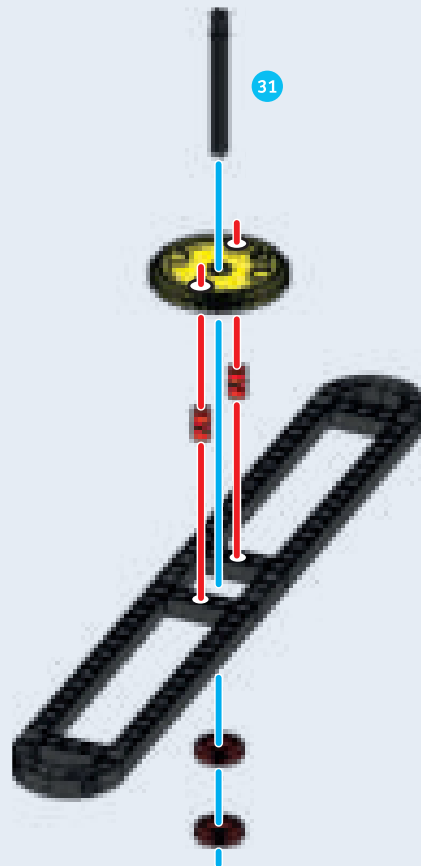




22



23

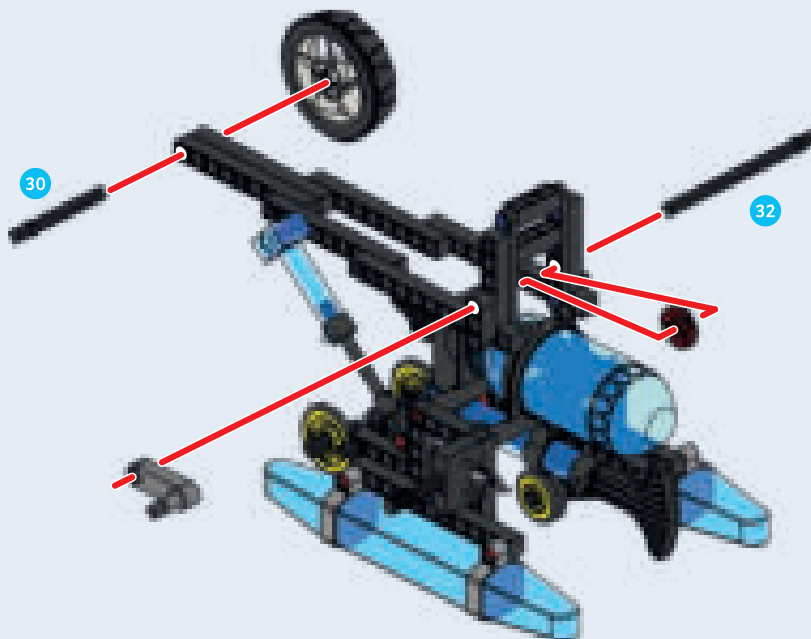


31



# HELIKOPTER

20



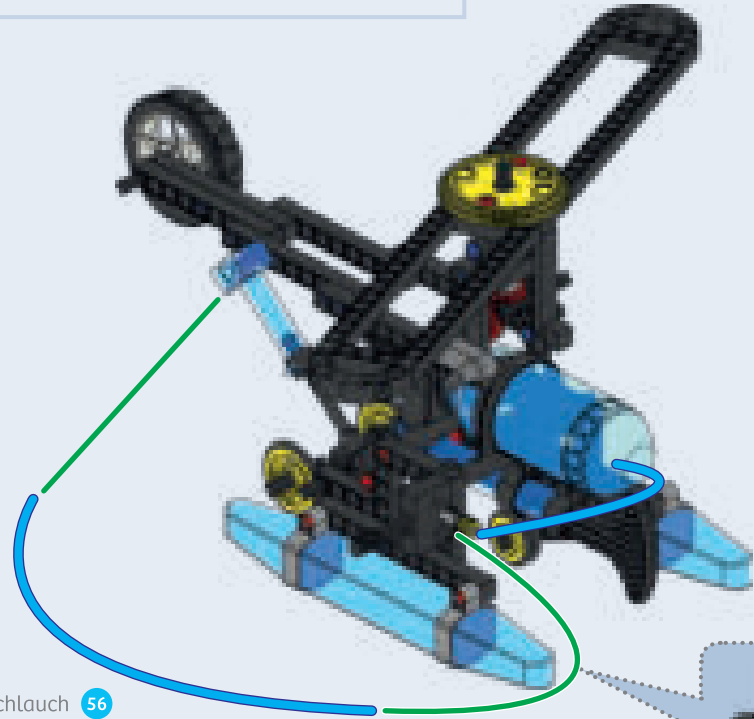
21

2x

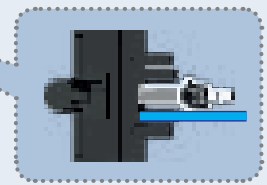


56 25 cm Schlauch

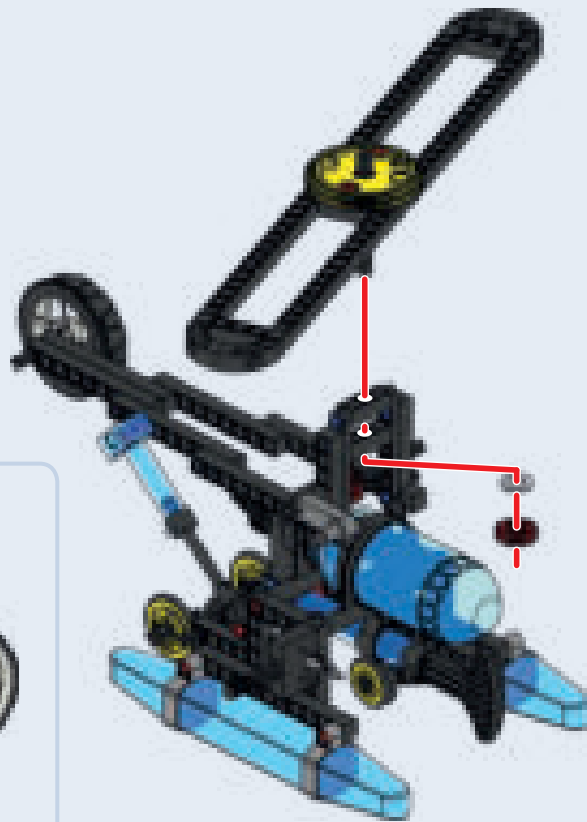
26



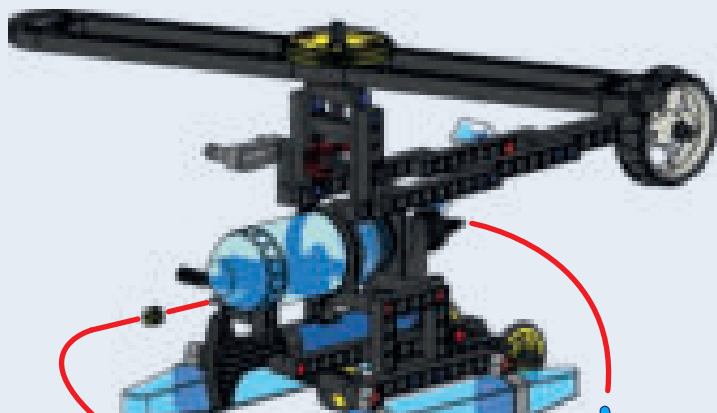
40 cm Schlauch 56



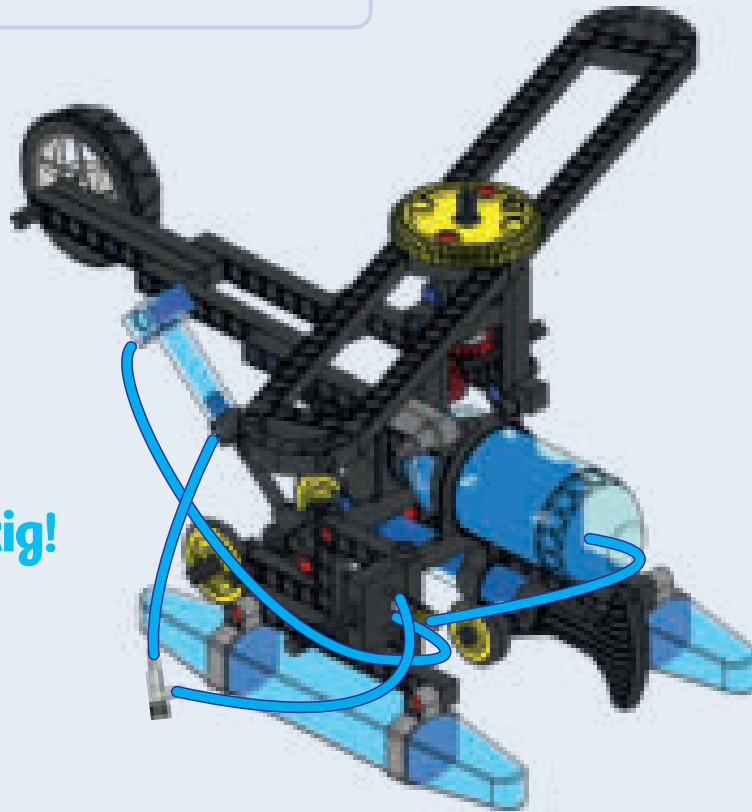
24



25



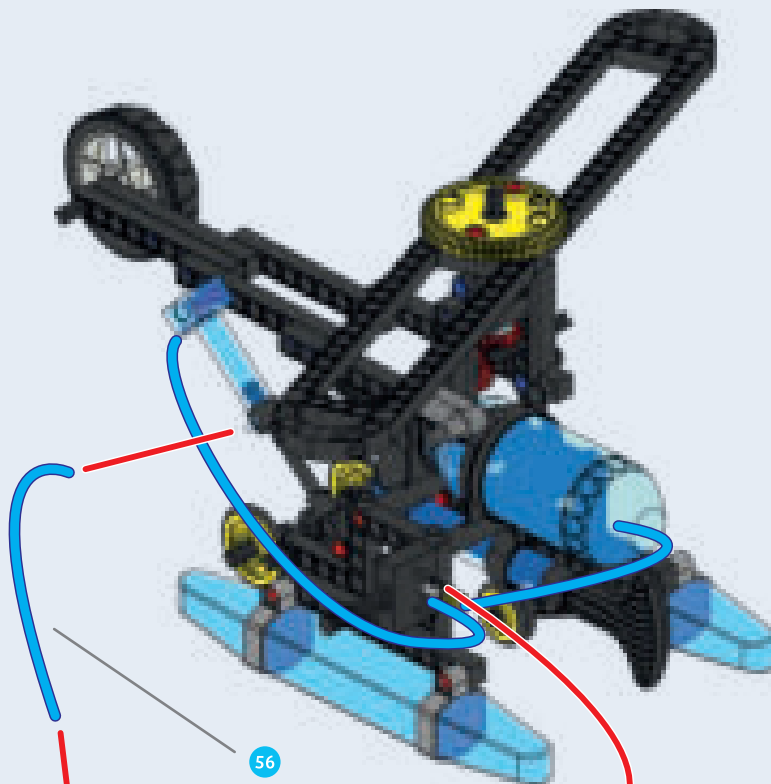
Fertig!





# HELIKOPTER

27



56

20 cm Schlauch



können, werden sie bevorzugt in schwirigen Lagen eingesetzt. Dabei starten und landen sie auf festem Boden, in Sümpfen, auf Schnee und Eis oder auf dem Wasser. Für die Landung auf weichem Grund werden sogenannte Pontons eingesetzt. Dabei wird das Fahrwerk – sofern vorhanden – eingeklappt.

## STICHWORT SCHWEBEFLUG

Der Helikopter ist das einzige von Menschenhand geschaffene Objekt, das den **Schwebeflug** beherrscht. Das bedeutet, dass er in der Luft an einer Stelle bleiben kann ohne abzustürzen. Im Tierreich gibt es gleich mehrere Vertreter, die den Schwebeflug beherrschen, wie zum Beispiel Schmetterlinge und **Kolibris**.

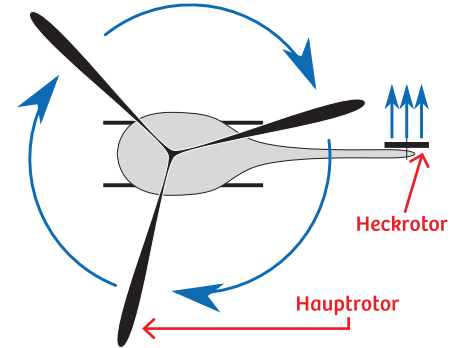


**LUST AUF MEHR?**

**ACHTUNG!** Halte dein Gesicht von den rotierenden Flügeln fern. Du könntest dich verletzen.

Für dieses Experiment brauchst du das Windrad der Windmühle. Ersetze den Hauptrotor des Helikopters damit. Stecke die beiden einfach um. Was passiert, wenn du mit der einen Hand an der Kurbel drehst und die andere Hand über bzw. unter die Flügel hältst? Spürst du den Luftstrom, der nach oben und unten wirkt, je nachdem in welche Richtung du kurbelst? Wenn der Luftstrom nach unten wirkt, könnte der Helikopter anfangen zu fliegen – vorausgesetzt er wäre leicht genug und du würdest im Flug weiterkurbeln.

tion eine Kraft entgegen. Diese Kraft bewirkt, dass Helikopter um die eigene Achse rotieren würden. Um dies zu verhindern, wird der Heckrotor genutzt. Dieser dreht gerade so schnell, dass er eine ausgleichende Gegenkraft erzeugt. Dadurch kann eine stabile Lage erreicht werden.



Strömt durch Umlegen des Hebels Luft in den Pneumatikzylinder, wird dessen Kolben herausgedrückt. Über das Gestänge wird dann das Fahrwerk ein- oder ausgefahren.

VERSUCH 17

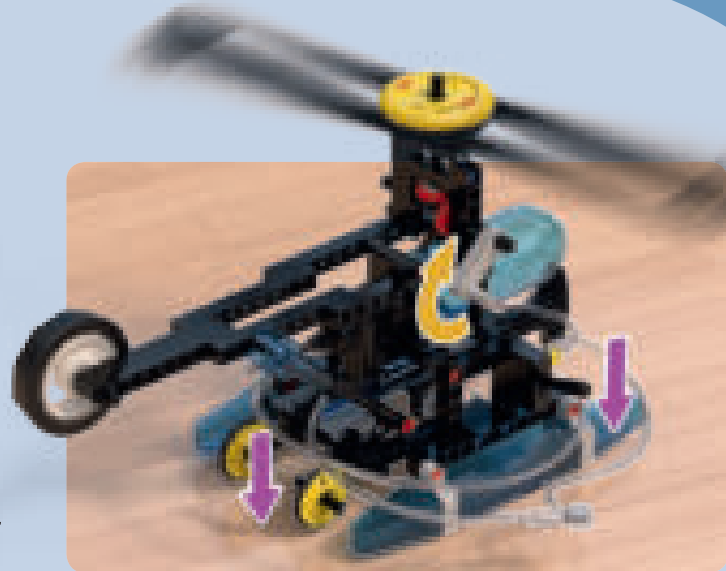
# Helikopter

## DU BRAUCHST

› den zusammengebauten Helikopter

## SO GEHT'S

1. Der Helikopter hat zwei Rotoren. Den Hauptrotor kannst mit der Kurbel drehen. Den kleinen Heckrotor drehst du direkt an der Welle.
2. Bringe den Hebel am Schalter in die Mittelstellung.
3. Pumpe Luft in den Druckluftspeicher (30–50 mal pumpen).
4. Jetzt schaltest du den Hebel hin und her – das Fahrwerk fährt nun hinauf und herunter.



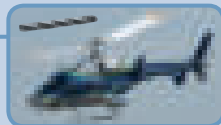
## WAS PASSIERT ?

Drehst du die Kurbel des Hauptrotors, dann wird die Rotation über das Kegelradgetriebe um 90° umgelenkt. Dabei bleibt die Drehgeschwindigkeit erhalten, da beide Zahnräder dieselbe Anzahl von Zähnen haben.

Wenn sich der Hauptrotor dreht, wirkt der Rotation eine Kraft entgegen. Diese Kraft bewirkt

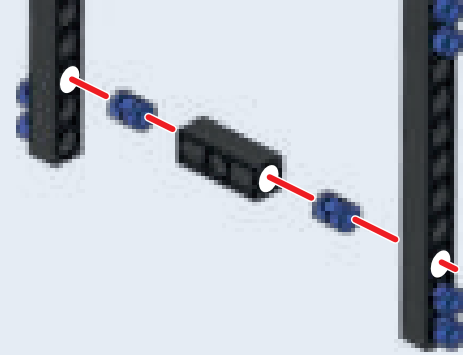
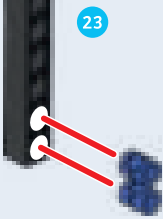
## WUSSTEST DU ?

Da Hubschrauber senkrecht starten

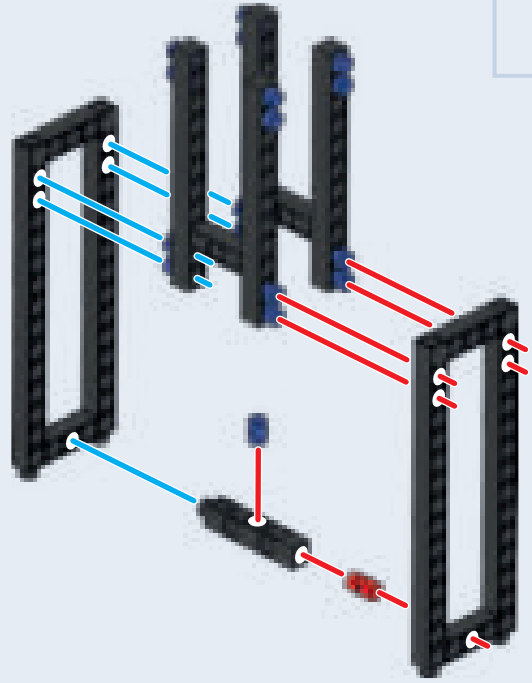


4x

23

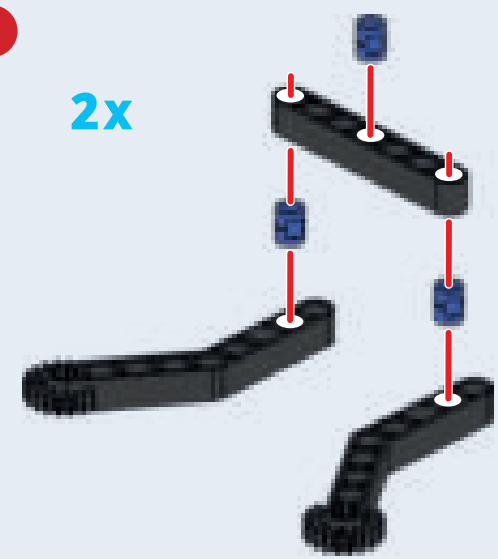


3



4

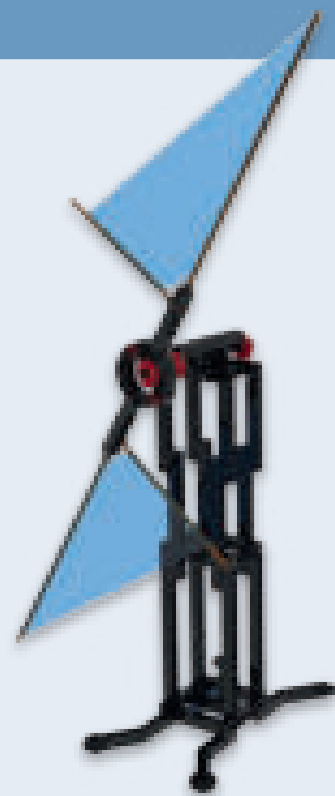
2x





# WINDMÜHLE

27x	7x	3x	4x	2x	1x	2x
1x	2x	1x	5x	4x		
1x	2x	2x	2x	1x		
4x	1x	4x	2x	2x	1x	



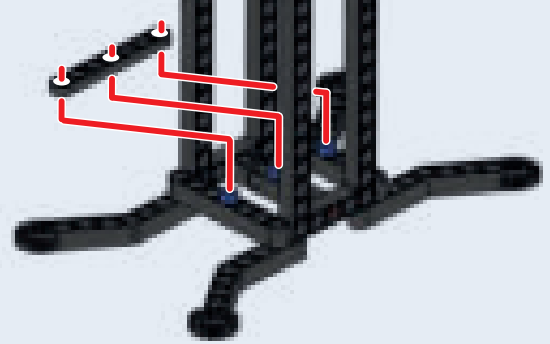
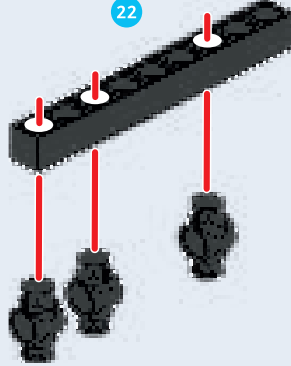
**1**

4x

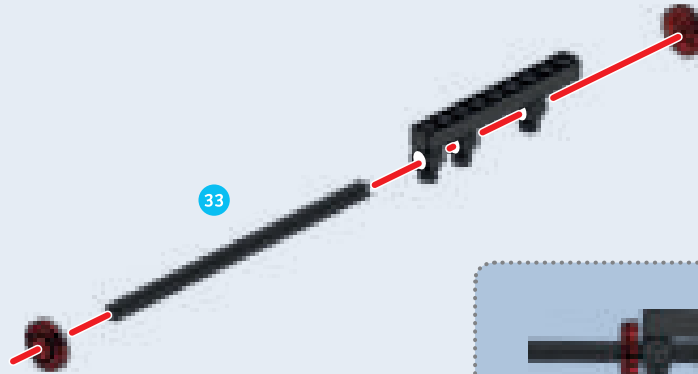
**2**

2x

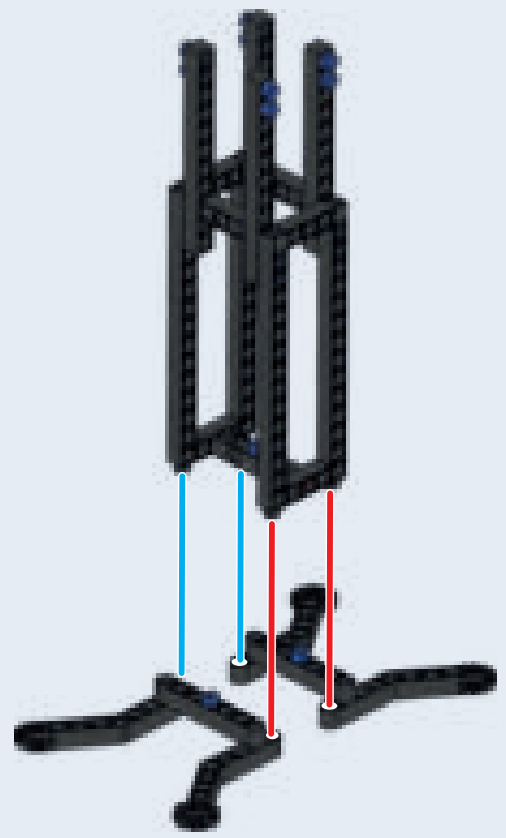
7



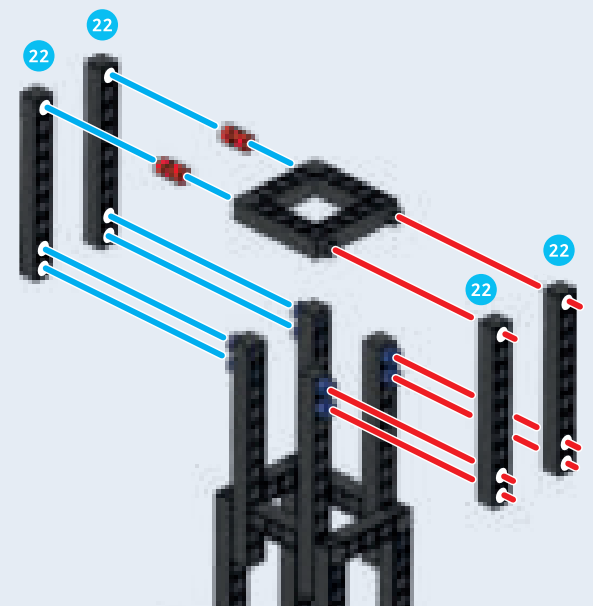
8



5



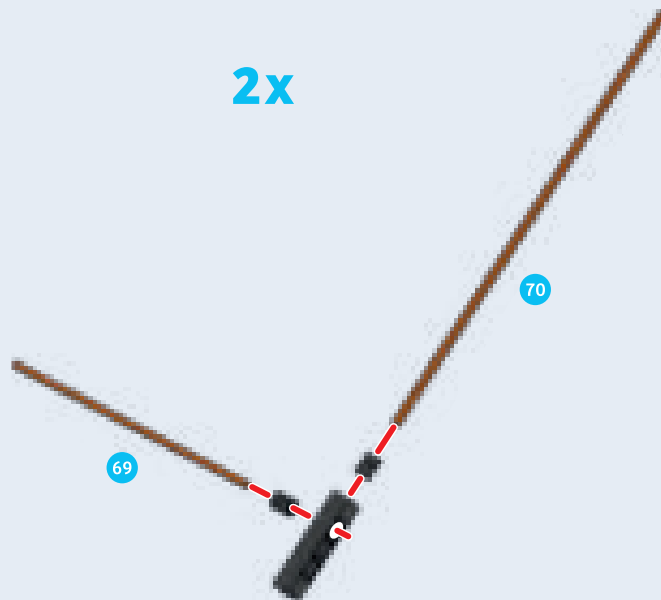
6



12



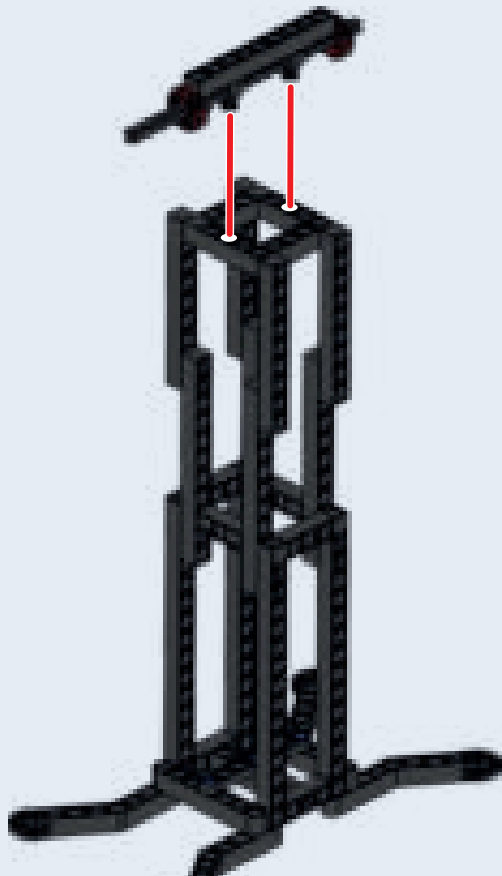
13



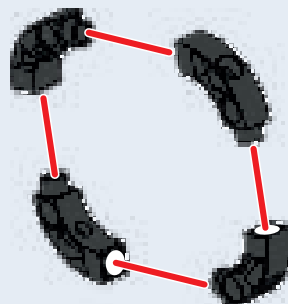


● ● ● WINDMÜHLE

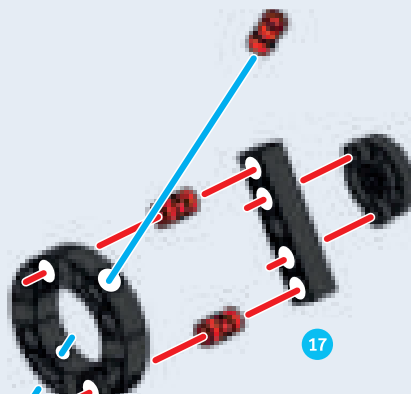
9

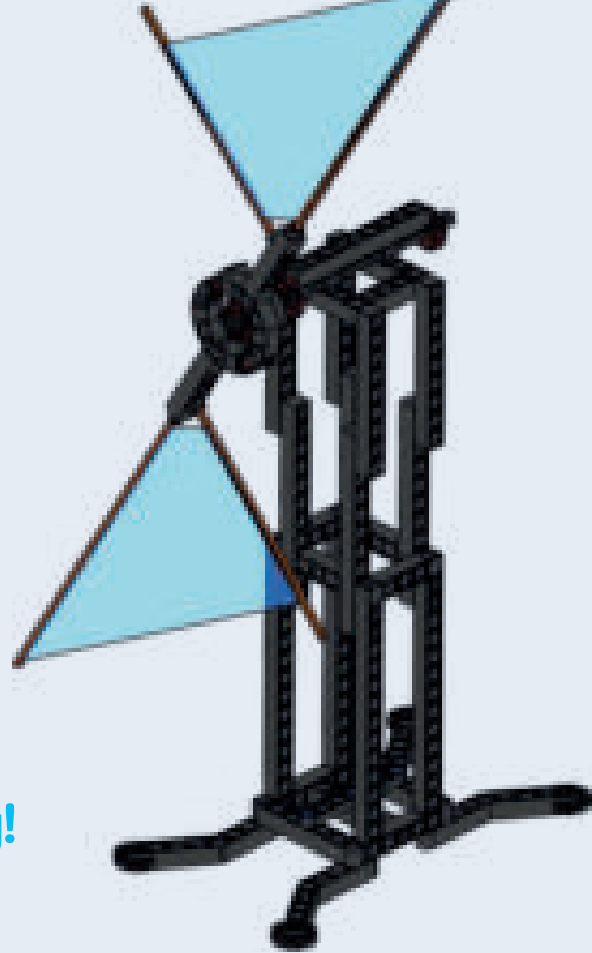
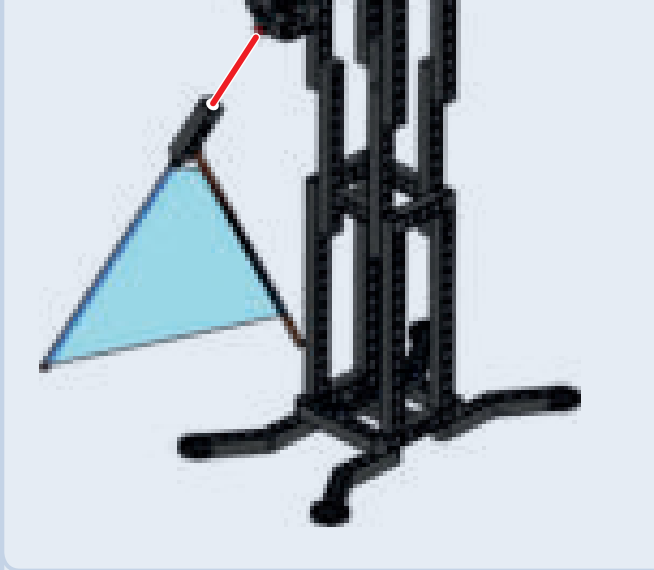


10



11





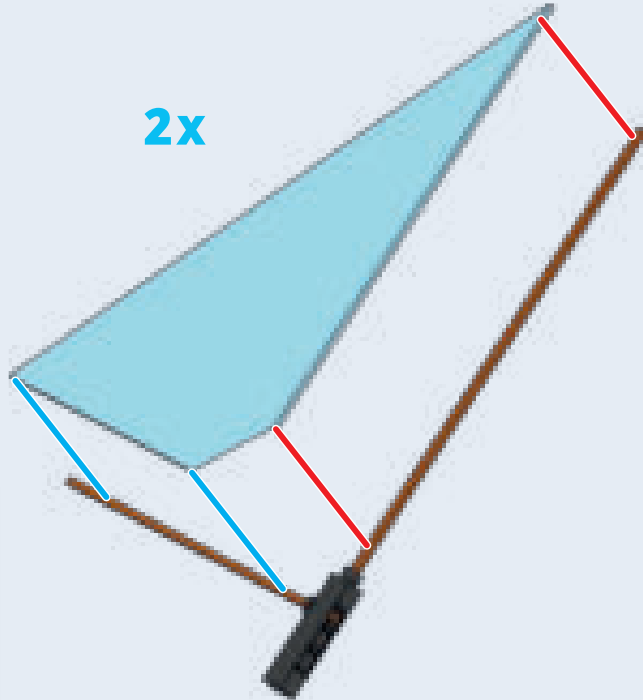
**Fertig!**

14

**TIPP!**

Lege die Folie mit den Kanten auf die Bambusstäbe. Dann klebst du je zwei Stücke Klebeband an die Folienkanten und drückst sie um die Stäbe herum auf die Folienrückseite.

2x



15



## WAS PASSIERT ?

Wenn der Wind auf die schräg gestellten Flügel bläst, entsteht derselbe Effekt wie beim Ahorn-samen. Die Strömung entlang der Flügel führt zu einer Rotationsbewegung. Wenn die Flügel entsprechend ausgeformt sind, dann wirken sie wie beim Segelflugzeug. Der Druckunterschied zwischen den beiden Seiten verstärkt die Rotationsbewegung. Mit der rotierenden Welle können dann eine Pumpe, ein Generator oder Mühlsteine angetrieben werden. Wenn die Windrichtung sich ändert, müssen die Flügel dem Wind entsprechend neu ausgerichtet werden.

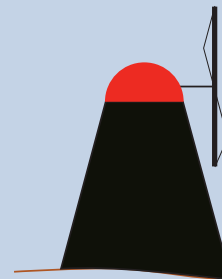
wird nur die Gondel oben nach dem Wind ausgerichtet. Bei Sturm kann sie gezielt aus dem Wind gedreht werden, um eine Beschädigung zu vermeiden. In diesen Windrädern wird durch die Rotation ein Generator angetrieben, welcher die Bewegungsenergie in elektrische Energie umwandelt. Über Kabel kann die Energie zu den Verbrauchern geführt werden.



## WUSSTEST DU?

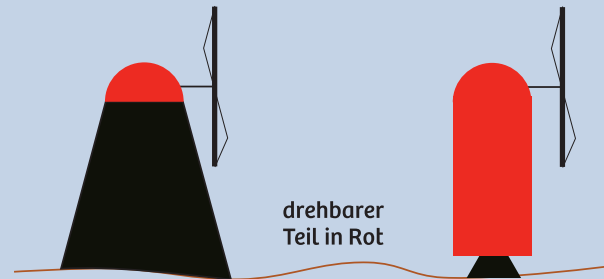
Windmühlen werden schon seit vielen tausend Jahren verwendet. Im Laufe der Zeit wurden dann die verschiedenen Bauformen entwickelt. Diese sind zum Beispiel die Hollandwindmühlen, die einen drehbaren Kopf auf einem feststehenden Haus haben. Dahingegen haben die sogenannten Bockwindmühlen ein auf einem Bock gelagertes drehbares Haus.

Hollandwindmühle



Bockwindmühle

drehbarer Teil in Rot





## VERSUCH 18

# Windmühle

### DU BRAUCHST

> die zusammengebaute Windmühle

> einige Bücher

### SO GEHT'S

1. Zuerst legst du die Bücher auf den Fuß der Windmühle, damit sie nicht umfällt.
2. Nimm jetzt jeweils das Ende der kurzen Bambusstäbe und drücke es ein wenig nach hinten. Allerdings nur so weit, dass die Flügel nicht am Standfuß hängen bleiben.
3. Nun puste von vorne gegen die Flügel.
4. Wenn draußen etwas Wind weht, dann probiere die Windmühle draußen aus. Die Windrichtung bestimmst du mit etwas herausgerissenem Gras, welches du fliegen lässt.



### STICHWORT WINDMÜHLEN

In den modernen Windmühlen – auch **Windräder** bzw. **Windkraftanlagen** genannt – die zur Stromproduktion eingesetzt werden, wird nur die Gondel oben nach dem Wind

flügel und massen so schnell fliegen, dass der Bernoulli-Effekt zum Abheben ausreicht.

## Wer ist schneller als der Schall?



**Flugzeuge** sind sehr schnell. Aber wie schnell müssen sie sein, damit sie schneller sind als die Geräusche, die sie verursachen? Die Geschwindigkeit des Schalls hängt wesentlich von der Temperatur der Luft ab. Bei 20 °C sind dies etwa 1.236 km/h. Um so schnell fliegen zu können, muss das Flugzeug extrem schlank sein und kräftige Triebwerke haben. Sobald das Flugzeug die Schallgeschwindigkeit erreicht, wird die Luft so stark zusammengedrückt, dass es einen lauten Knall gibt. Daher dürfen Flugzeuge nur über unbebauten Gebieten überschallschnell fliegen.

Ein solches Überschallflugzeug ist die **Concorde**. Mit ihr war es möglich, innerhalb weniger Stunden von Paris bzw. London nach New York zu fliegen. Aufgrund ihrer kräftigen Triebwerke war sie sehr laut und verbrauchte viel Treibstoff. Ein schwerer Unfall im Jahr 2003 zeigte noch eine Schwäche in der Struktur der Tragflächen auf, sodass alle Concordes außer Dienst gestellt wurden. Heute kann man sie in einigen Museen besichtigen.



NACHGEHAKT



# Leicht oder schwer?

**Fluggeräte** können in zwei Kategorien eingeteilt werden. Die einen sind leicht genug, dass sie durch Auftriebskräfte fliegen können, während die anderen zu schwer dafür sind und schnell genug fliegen müssen. Zu den ersteren gehören **Zeppeline** und

**Heißluftballons**, die mit

einem Gas gefüllt sind, welches leichter als Luft

ist. Das kann zum Beispiel

Helium sein oder heiße Luft. Andererseits sind Flugzeuge und Hubschrauber zu schwer. Sie brauchen gebogene

Flügel und müssen so schnell fliegen, dass der Bernoulli-





Die **Hauptrotorblätter** eines Helikopters sind so geformt wie die Flügel des Ahornsamens. Im Gegensatz zum **Ahornsamen** hat der Helikopter aber oft mehrere Flügel. Dadurch wird der Flug ruhiger und weniger wacklig. Beim Ahornsamen ist ein schaukelnder Flug nicht schlimm, da er nur möglichst langsam fallen soll. In der Natur wird nur so viel Material wie nötig verwendet und niemals zu viel.



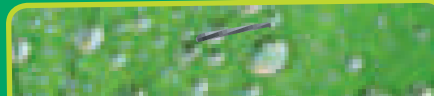


NACHGEHAKT

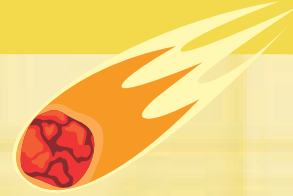


# BiologieTechnik

Es gibt eine Wissenschaft, die sich mit der Übertragung von Beobachtungen aus der Natur in die Technik beschäftigt: die Bionik. Viele technische Erfindungen wären ohne das natürliche Vorbild gar nicht möglich, wie zum Beispiel **selbstreinigende Oberflächen** (Lotus-Effekt), Leichtbau (**Struktur von Knochen**), Tragflächen von Flugzeugen (**Flügel**), Klettverschluss (**Klettfrüchte**), usw.





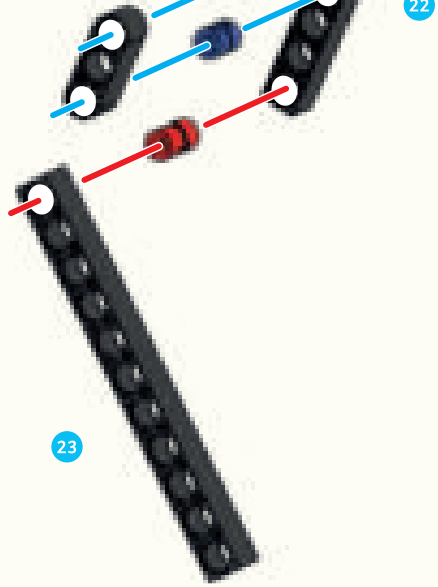


# Kamera & Co.



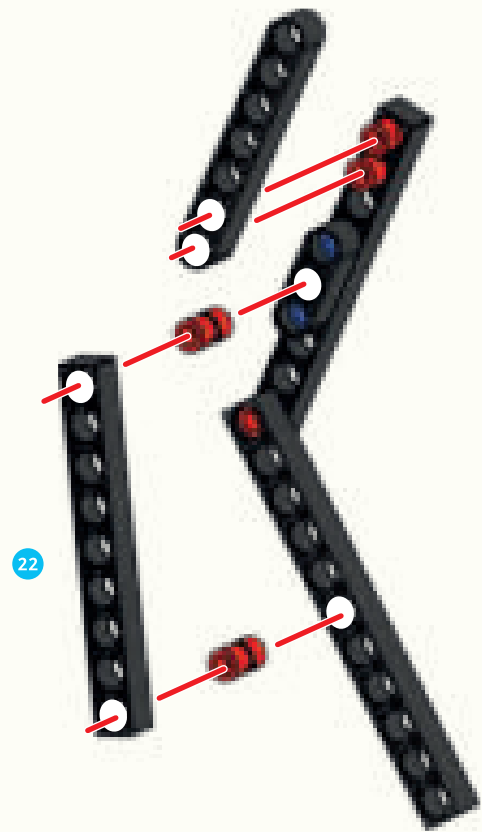
Moderne Foto- und Videotechnik nutzt eine Reihe technischer Errungenschaften. Damit können wackelfreie Filme und breite Panoramen aufgenommen werden. Ob dabei sehr große Objekte wie Sterne und Galaxien durch eine Kamera auf einem Stativ oder sehr kleine Dinge unter dem Mikroskop betrachtet werden, spielt keine Rolle. Es geht einzig und allein darum, den Bildwinkel richtig einzustellen und ohne Wackeln das Bild aufzunehmen.





22

2



22

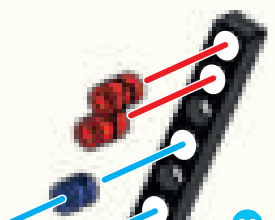


## STEADY-CAM

- |     |     |    |    |    |    |
|-----|-----|----|----|----|----|
| 1   | 2   | 5  | 15 | 16 | 17 |
|     |     |    |    |    |    |
| 12x | 20x | 6x | 1x | 2x | 1x |
| 18  | 20  | 21 | 22 |    |    |
|     |     |    |    |    |    |
| 2x  | 1x  | 4x | 6x |    |    |
| 23  | 26  | 30 | 35 |    |    |
|     |     |    |    |    |    |
| 3x  | 2x  | 2x | 2x |    |    |
| 51  | 53  | 55 |    |    |    |
|     |     |    |    |    |    |
| 2x  | 2x  | 1x |    |    |    |



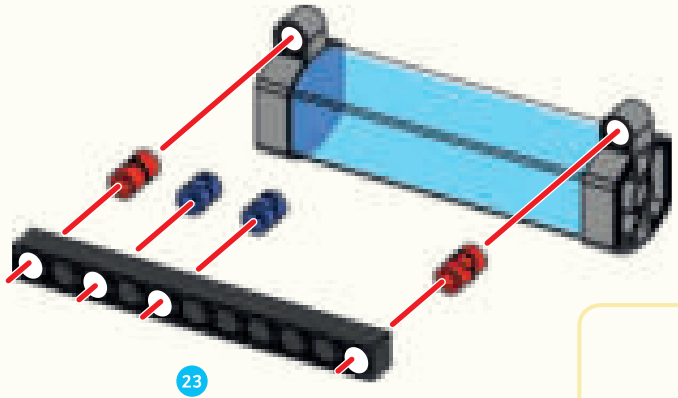
1



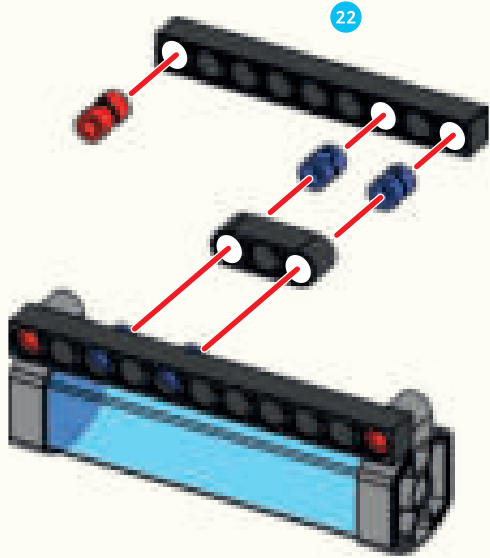
23



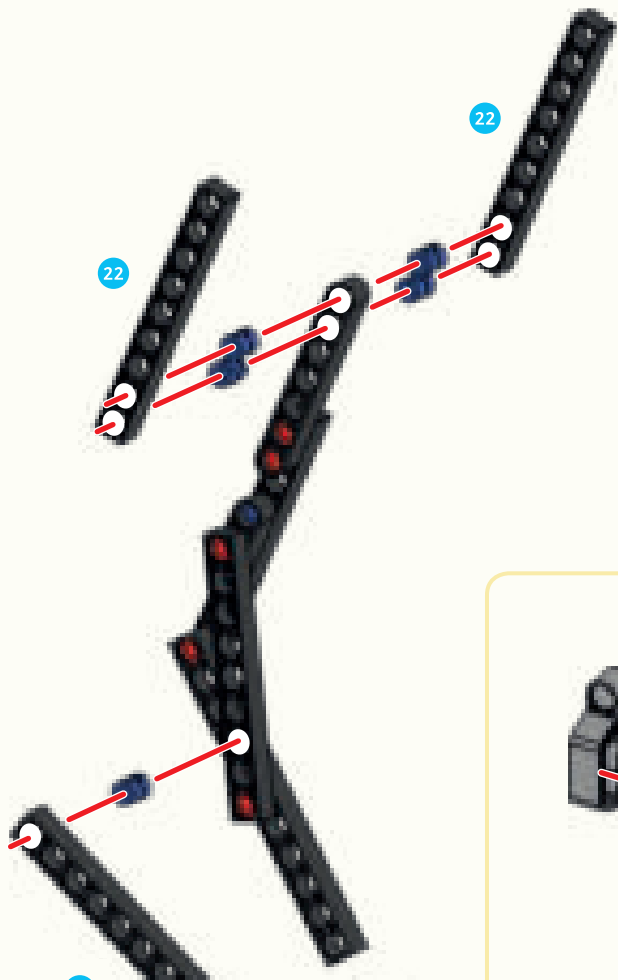
5



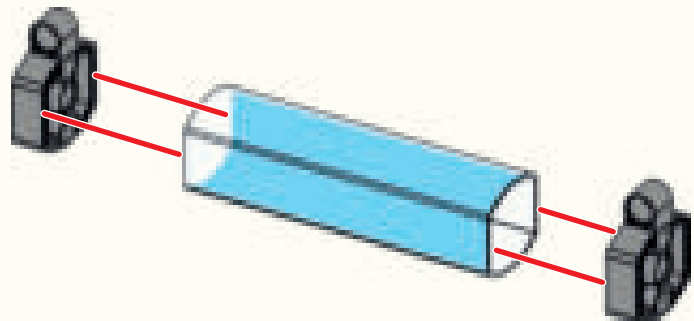
6



3

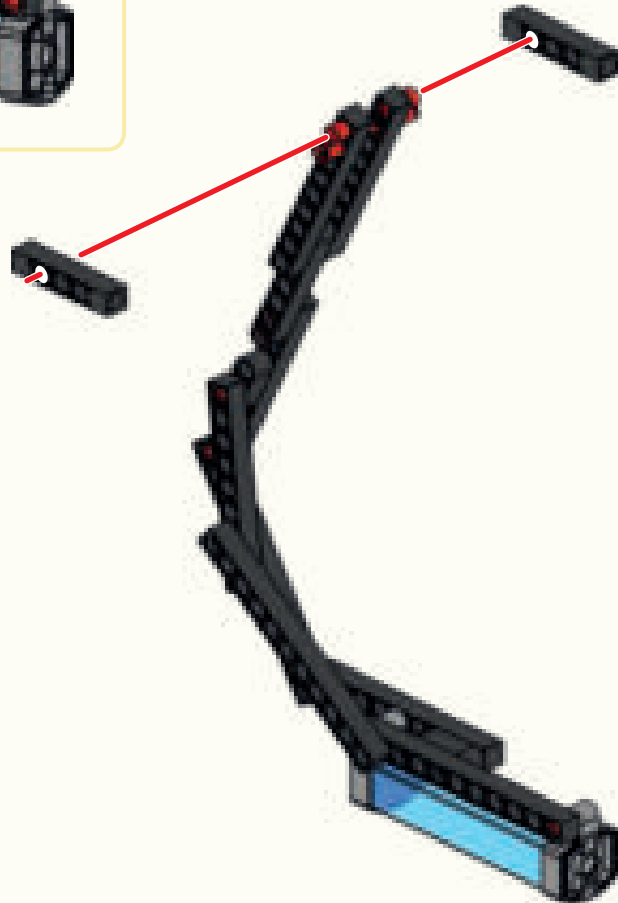
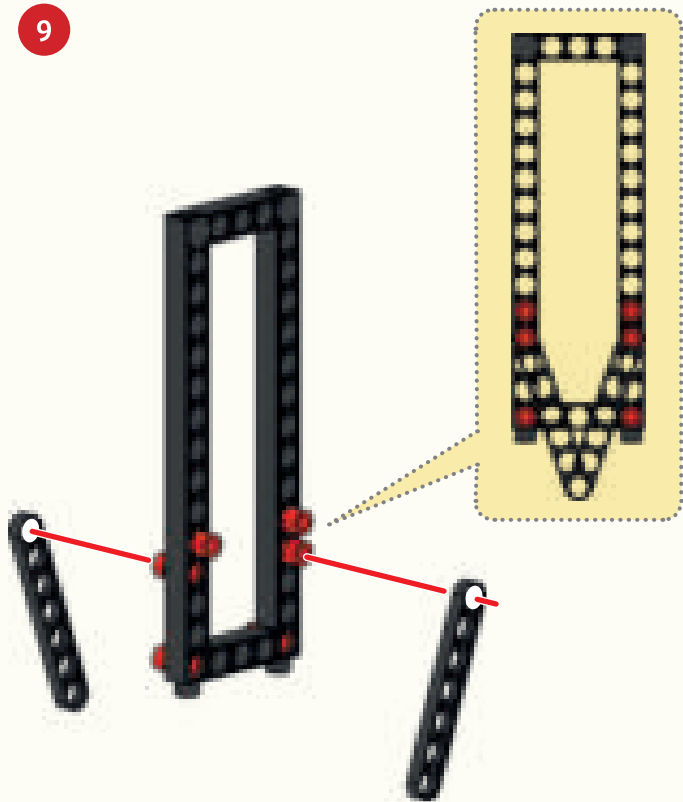


4





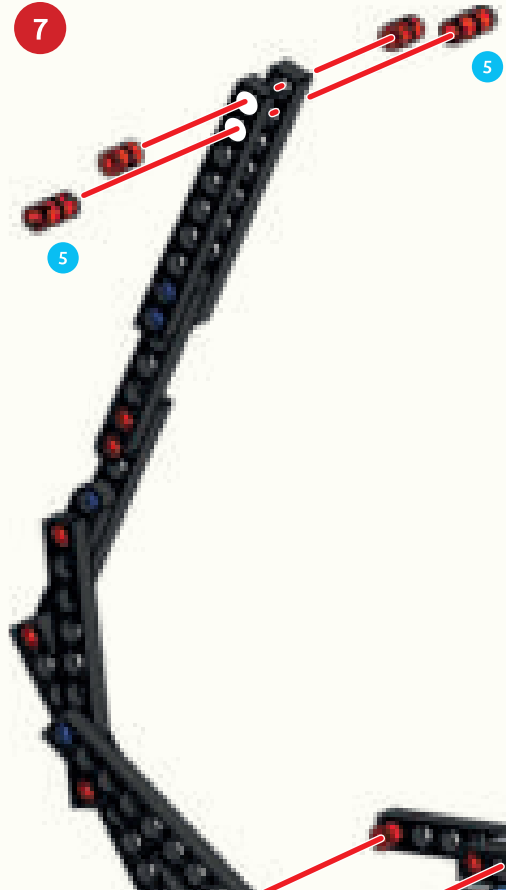
9



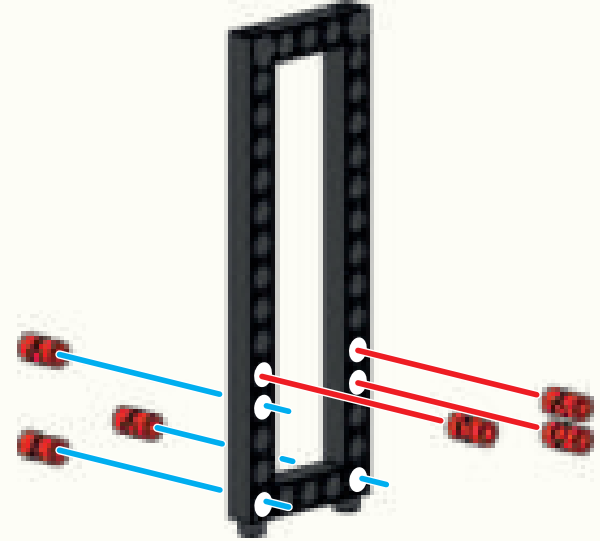


STEADY-CAM

7

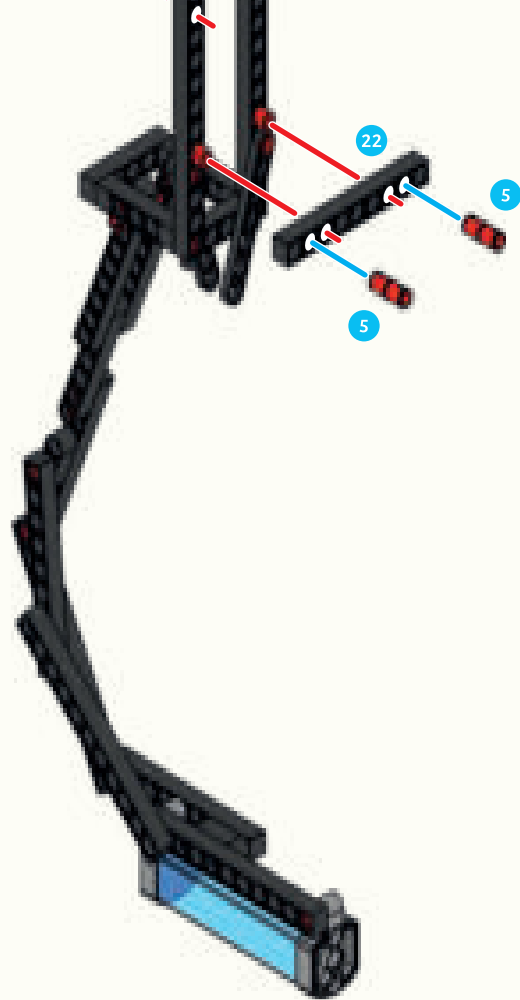


8

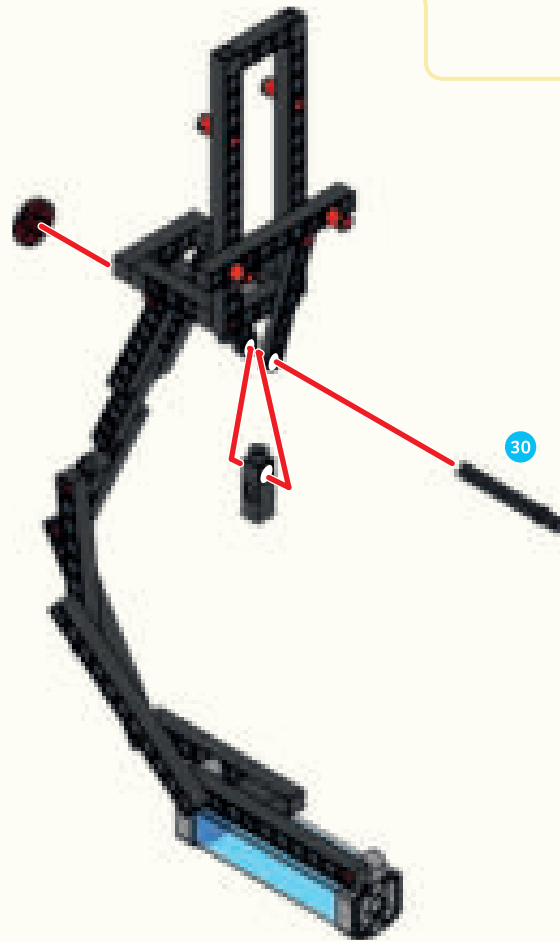


10

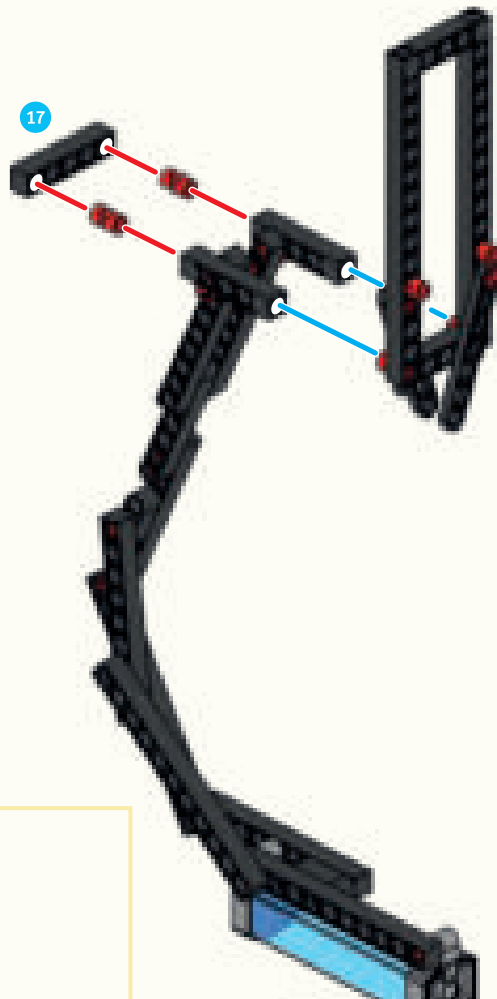




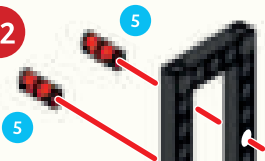
13



11

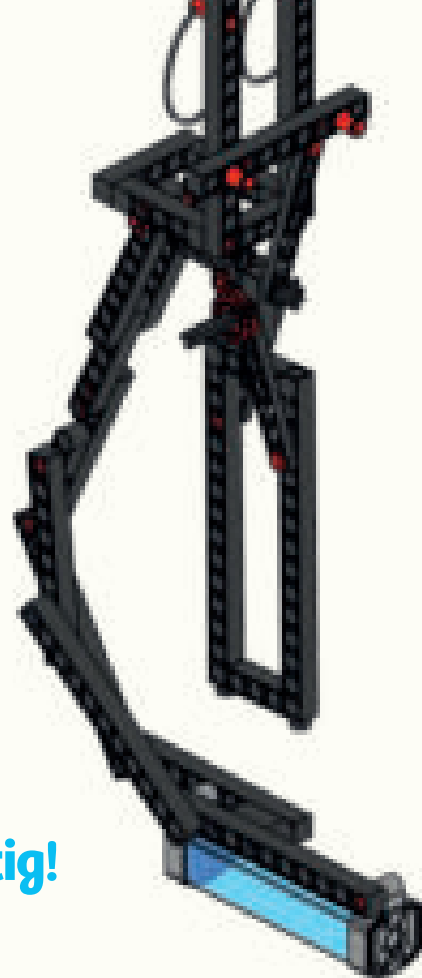
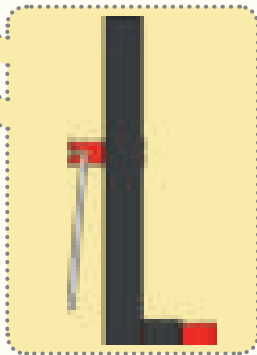
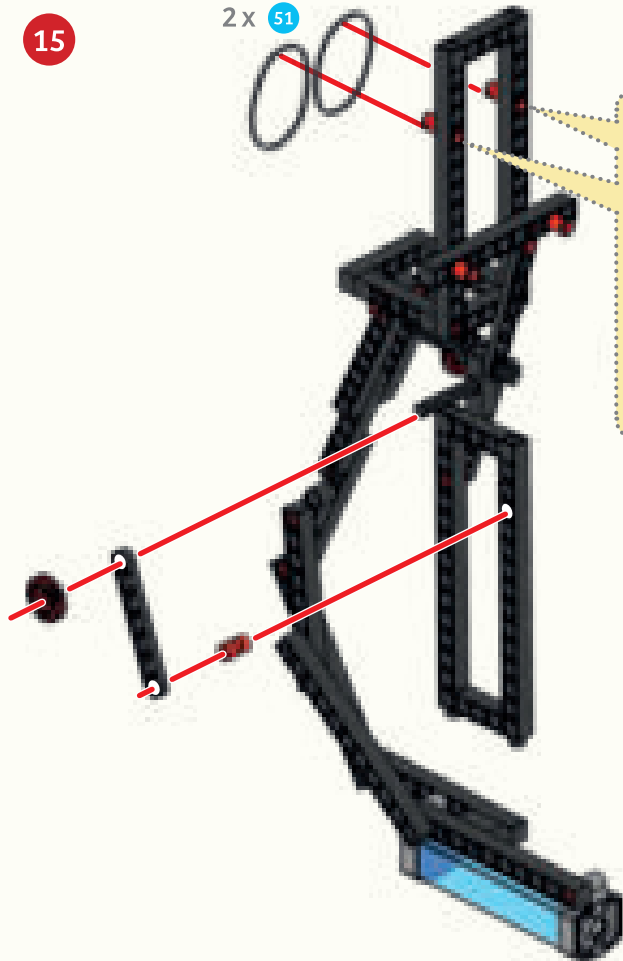


12



15

2 x 51

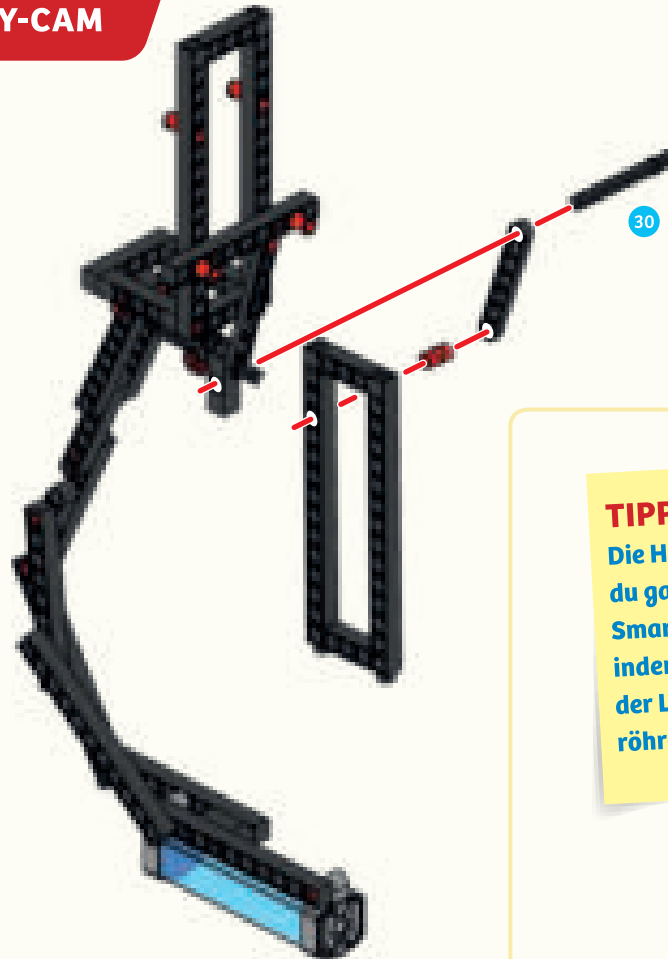


Fertig!



## STEADY-CAM

14



30

### TIPP!

Die Halterung kannst du ganz einfach an dein Smartphone anpassen, indem du die Position der Lochstäbe und Gelenkröhren veränderst.



in verschiedene Richtungen – drehe und kippe sie.

5. Beobachte auf dem Display was passiert, wenn du die Hand bewegst.

## WAS PASSIERT ?

Die Steady-Cam besteht aus zwei Teilen, die über ein Kardan-gelenk miteinander verbunden sind. Den einen Teil hältst du in der Hand und an dem anderen ist das Smartphone befestigt. Damit das Smartphone aufrecht bleibt, muss der Schwerpunkt unter dem Gelenk stehen. Dafür sorgt das Gewicht ganz unten im beweglichen Teil der Steady-Cam. Egal wie du nun die Hand drehst oder kippst, das Smartphone wird sich immer direkt und aufrecht über dem Gelenk befinden. Das Gelenk überträgt die Bewegung und ermöglicht dir so, einen nahezu wackelfreien Film aufzunehmen.

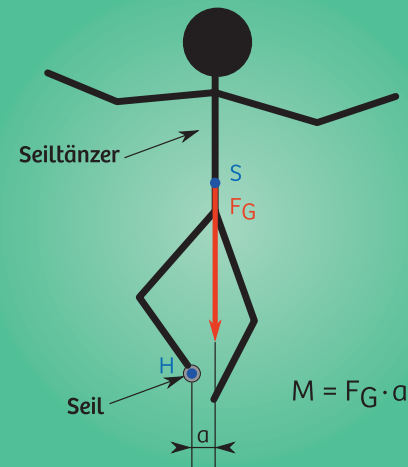
## WUSSTEST DU ?

Mit einem **Kardan-Gelenk** ist es möglich, eine Drehbewegung von einer rotierenden Welle auf eine andere zu übertragen, ohne dass diese auf einer Linie liegen. Vielleicht hast du auch mal ein Fahrrad mit einem einrädigen Anhänger gesehen. Dieses ist mit dem Anhänger über ein Kardan-Gelenk verbunden und hat in Kurven dieselbe Schräglage wie das Fahrrad.



anderen Stelle an, wird der Körper versuchen sich zu drehen – ein Drehmoment wirkt. Dieses Drehmoment ist umso stärker, je weiter du vom Schwerpunkt entfernt anfasst.

Wenn sich der **Schwerpunkt** unterhalb des Punktes befindet, in dem ein Körper gelagert ist, dann ist dieser in einer stabilen Lage. Das bedeutet, dass kleine Änderungen der Lage ausgeglichen werden und der Körper wieder in die Ausgangslage zurückfindet. Dieser Effekt wird bei der Steady-Cam verwendet, wohingegen der Seiltänzer die Lageänderung selbst ausgleichen muss.



## VERSUCH 19

## Steady-Cam

## DU BRAUCHST

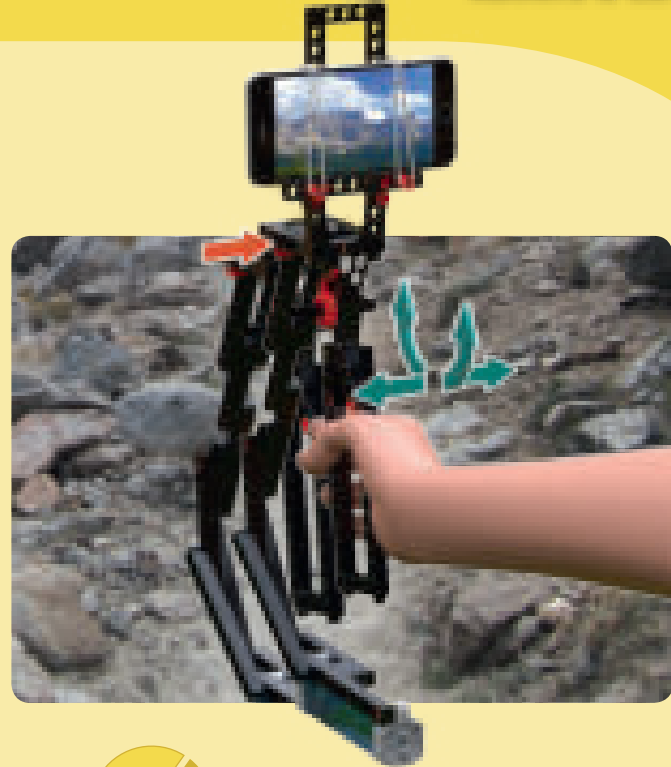
## › die zusammengebaute Steady-Cam

› Smartphone, z. B. das deiner Eltern

› kleine Steine, Unterlegscheiben oder Münzen  
(50 Cent oder 1 €) als Gewicht

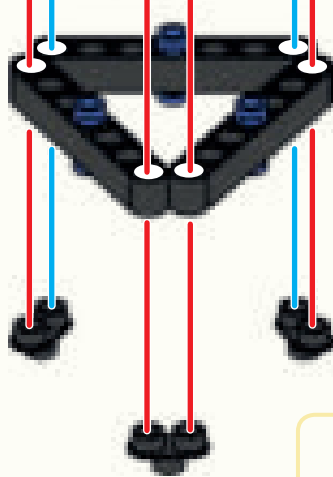
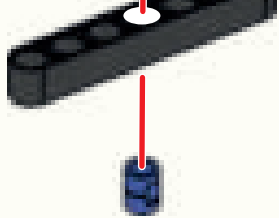
## SO GEHT'S

1. Befestige das Smartphone mit den Gummiringen so, dass die Linse der Rückkamera am Rahmen vorbei nach vorn »schauen« kann.
2. Fülle in den Behälter unten an der Steady-Cam genügend Gewicht (ca. 125 g) und justiere den Stabilisierungsarm, damit das Smartphone sicher aufrecht steht.
3. Nun startest du die Kamera-App des Smartphones im Videomodus.
4. Halte die Steady-Cam am Griff und bewege die Hand

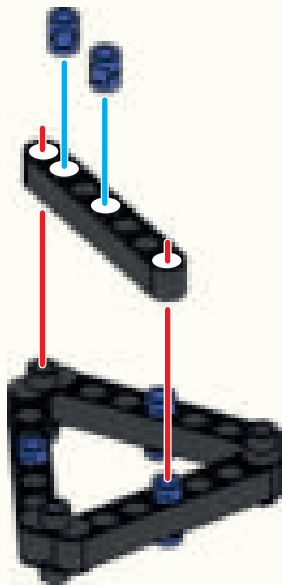


## STICHWORT SCHWERPUNKT

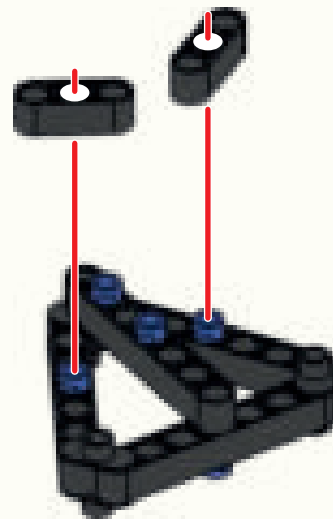
Der **Schwerpunkt** eines Körpers ist ein gedachter Punkt. Wenn man den Körper dort festhält, dann wird sich der Körper nicht bewegen. Fasst du dagegen an einer anderen Stelle an, wird der Körper ver-



3



4





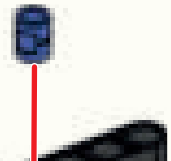
# STATIV

- 1 30x
- 2 5x
- 3 1x
- 4 1x
- 5 10x
- 7 6x
- 8 2x
- 9 2x
- 10 1x
- 12 3x
- 13 1x
- 14 3x
- 16 2x
- 17 3x
- 18 2x
- 19 3x
- 20 4x
- 21 1x
- 22 6x
- 23 4x
- 25 2x
- 27 2x
- 30 1x
- 32 3x
- 35 3x
- 36 1x
- 37 1x
- 51 2x

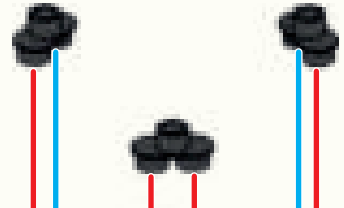


1

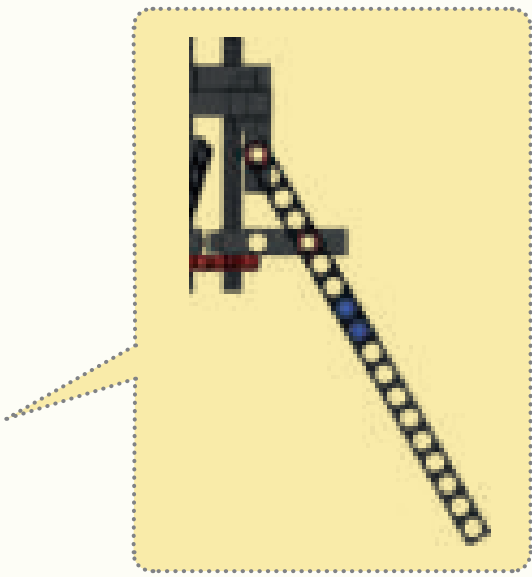
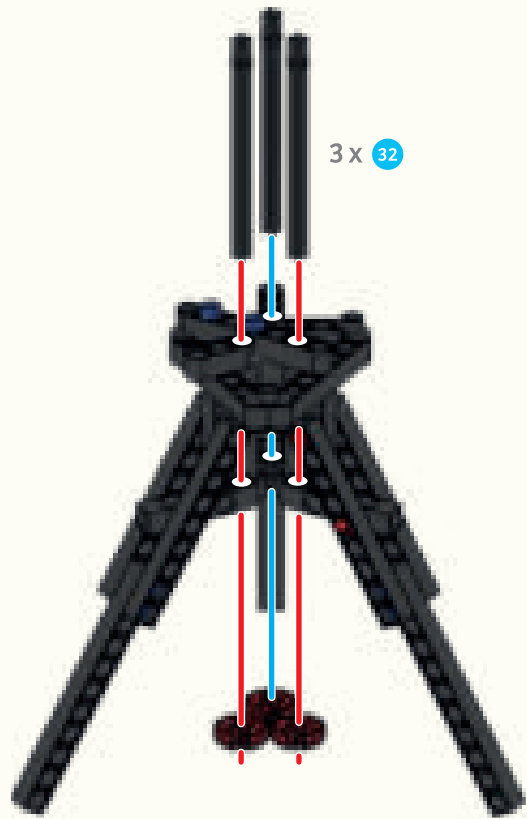
3x



2

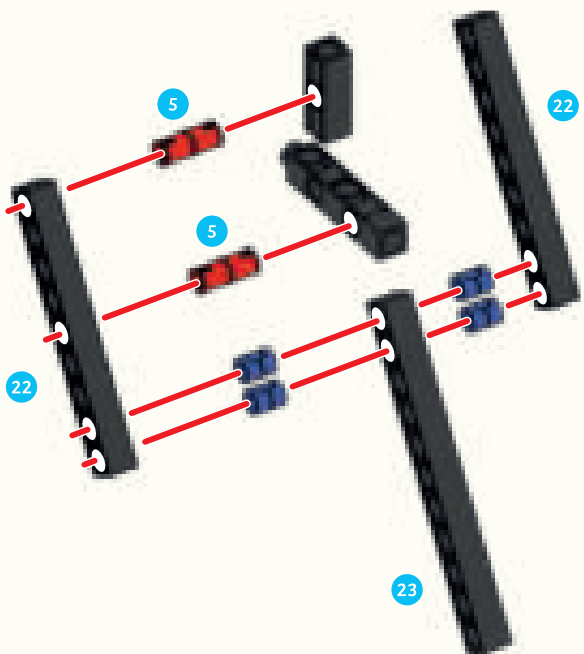


7

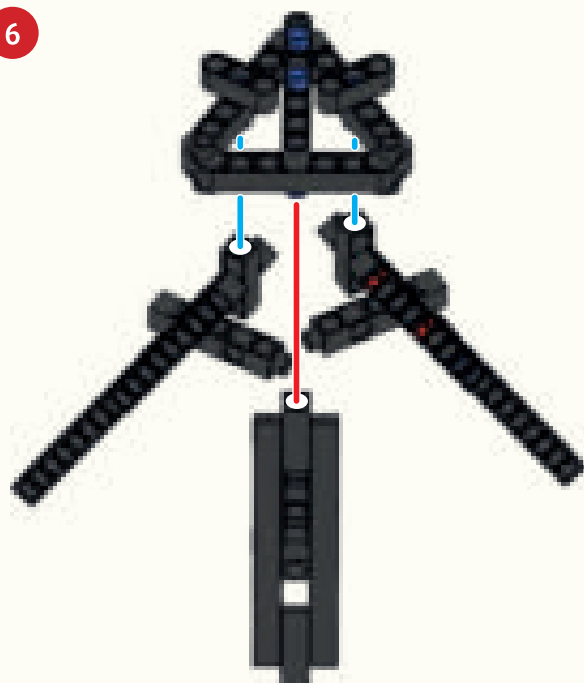


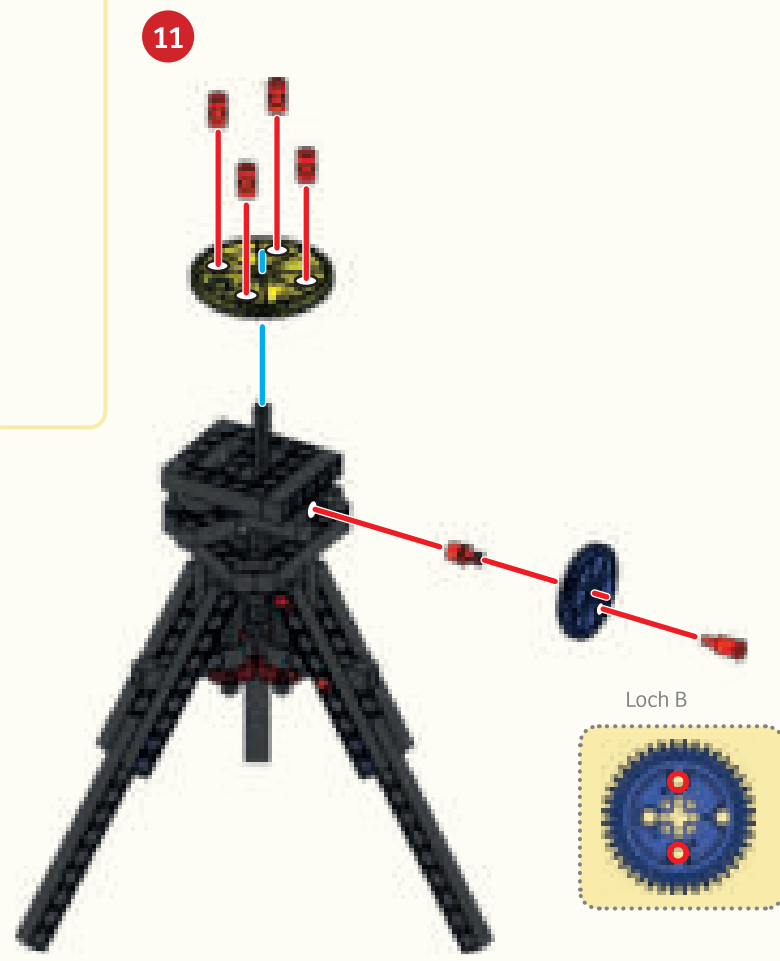
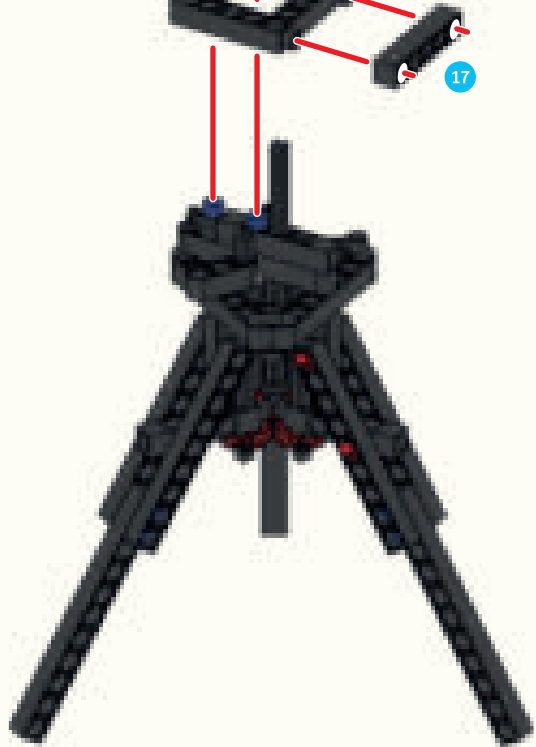
5

3x



6

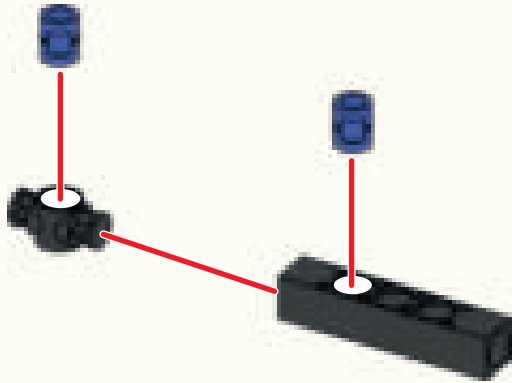




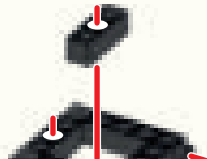


# STATIV

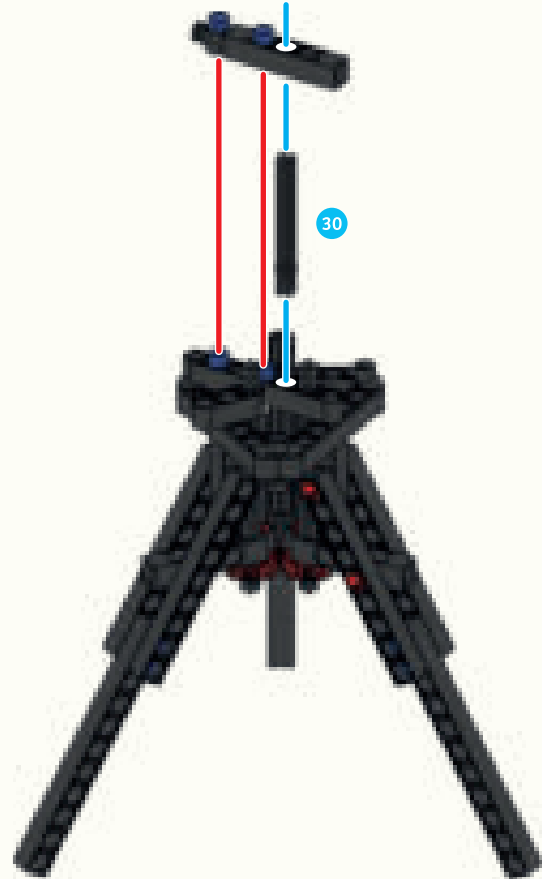
8

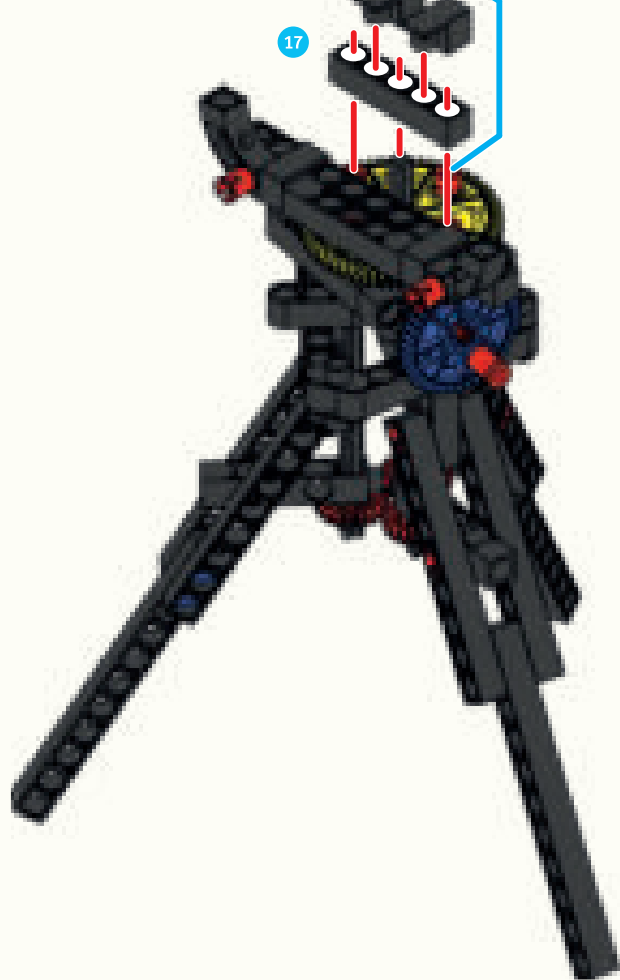


10

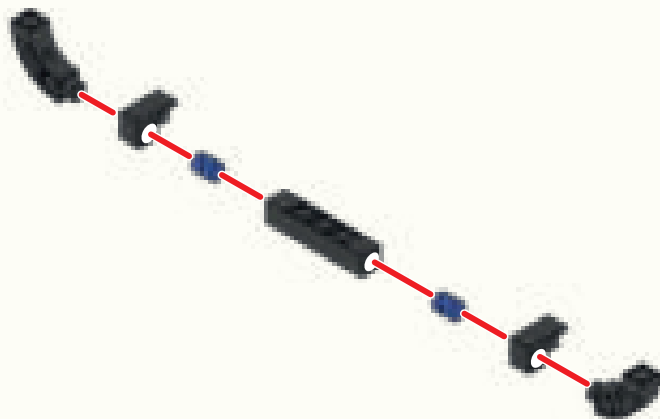


9

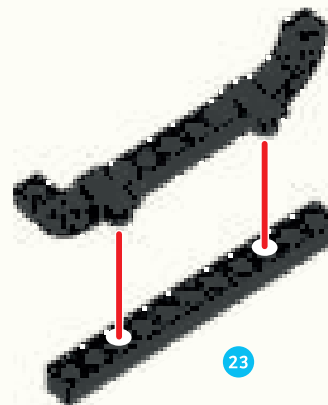




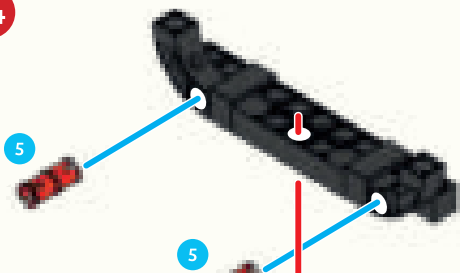
12



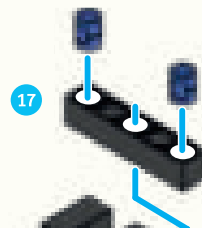
13



14



15

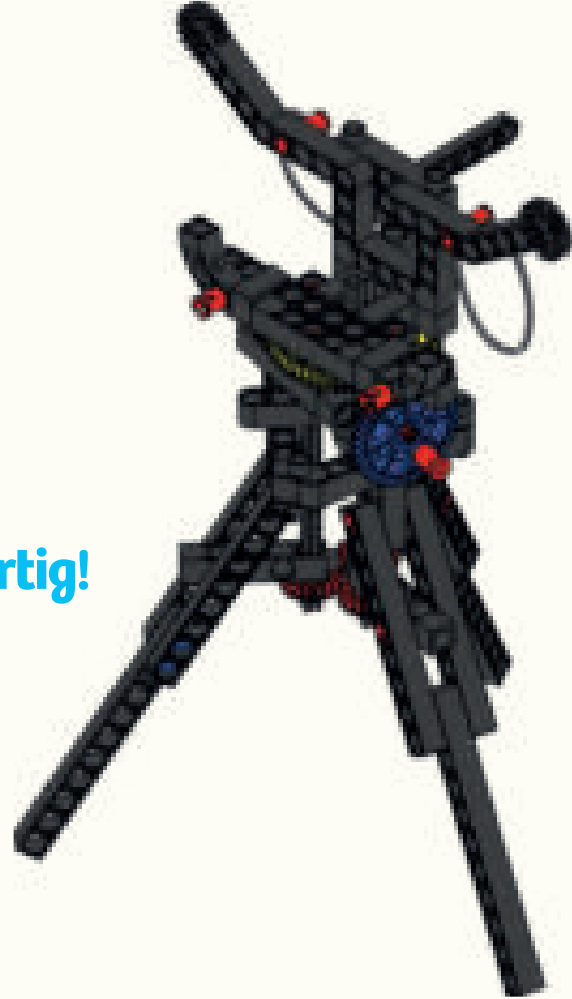




**TIPP!**

Die Halterung kannst du ganz einfach an dein Smartphone anpassen, indem du die Position der Lochstäbe und Gelenkröhrchen veränderst.

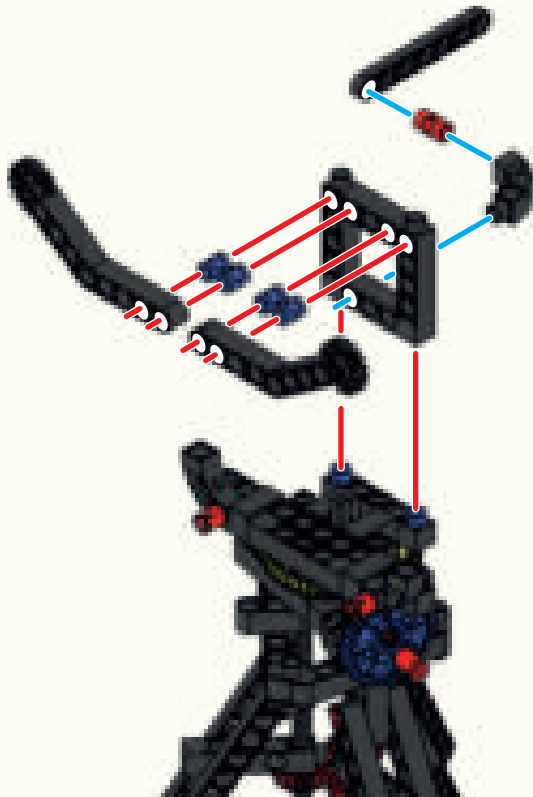
**Fertig!**



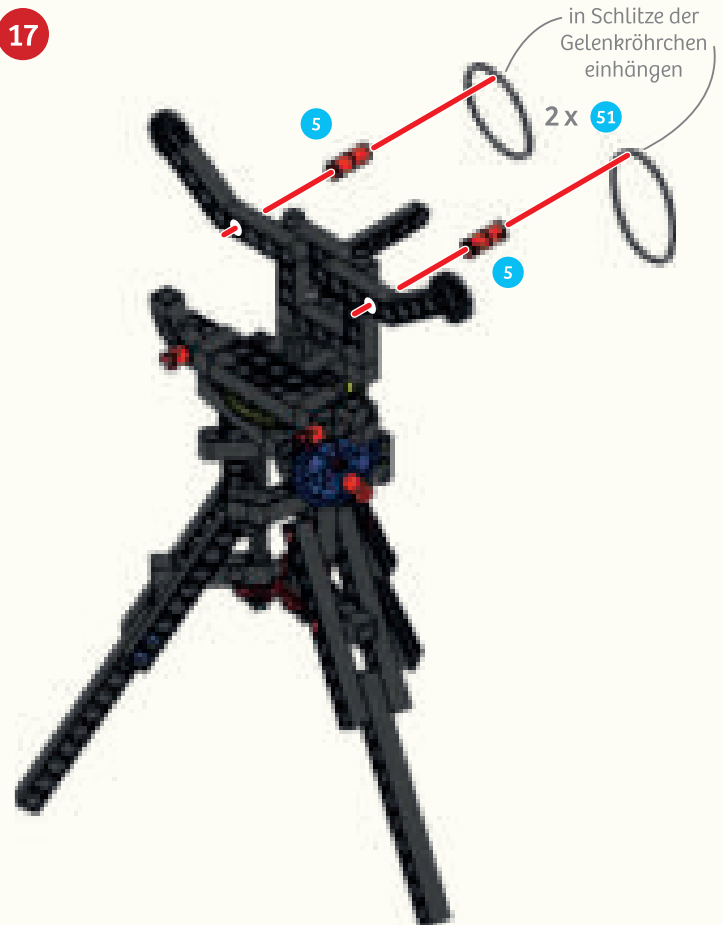


## STATIV

16



17



## LUST AUF MEHR?

Möchtest du das Stativ zum Morsen nutzen? Mit den Morsezeichen kannst du Informationen über weitere Distanzen übertragen. Dafür musst du eine Taschen-, Fahrrad- oder Stirnlampe am Stativ befestigen. Die kurzen und langen Lichtimpulse erreichst du durch Abdecken des Lichtstrahls oder Ausschalten der Lampe.

A	•••••	N	•••••
B	•••••	O	•••••
C	•••••	P	•••••
D	•••••	Q	•••••
E	•	R	•••••
F	•••••	S	•••••
G	•••••	T	•••••
H	•••••	U	•••••
I	••	V	•••••
J	•••••	W	•••••
K	•••••	X	•••••
L	•••••	Y	•••••
M	•••••	Z	•••••

Über das Kegelradgetriebe wird die Drehung von der Kurbel auf den Kamerahalter übertragen. Da die Anzahl der Zähne an der Kurbel kleiner ist als die an der Halterung, wird sich die Halterung langsamer drehen als die Kurbel. Dadurch ist eine präzise Kamerapositionierung möglich.

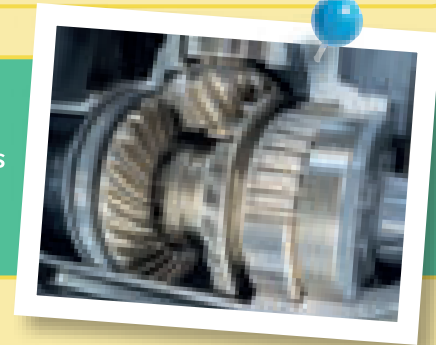
## WUSSTEST DU?

Das Stativ steht stabil, weil es auf drei Beinen steht. Bei zwei Beinen würde es um die eine Achse kippen und bei vier Beinen könnte es kipplern. Der Grund, dass es auf 3 Beinen stabil steht, ist, dass eine Ebene (z. B. die des Sensors in der Kamera) durch drei Punkte festgelegt wird. Dies sind die Fußpunkte der Stativbeine. Mit dem Stativ kannst du jetzt einen absolut wackelfreien Film aufnehmen.



## STICHWORT KEGELRADGETRIEBE

Mit einem **Kegelradgetriebe** wird die Rotation einer Welle umgelenkt. Meistens stehen an- und abtreibende Welle im rechten Winkel zu einander. Damit die Bewegung übertragen werden kann, müssen die Zahnräder abgeschragt sein.



## VERSUCH 20

## Stativ

### DU BRAUCHST

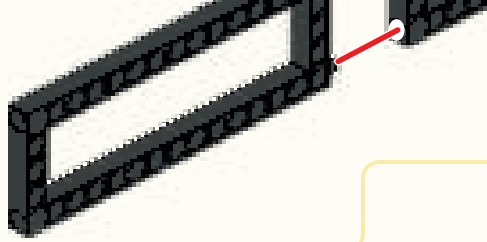
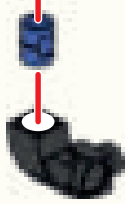
- > **das zusammengebaute Stativ**
- > *Smartphone, z.B. das deiner Eltern*

### SO GEHT'S

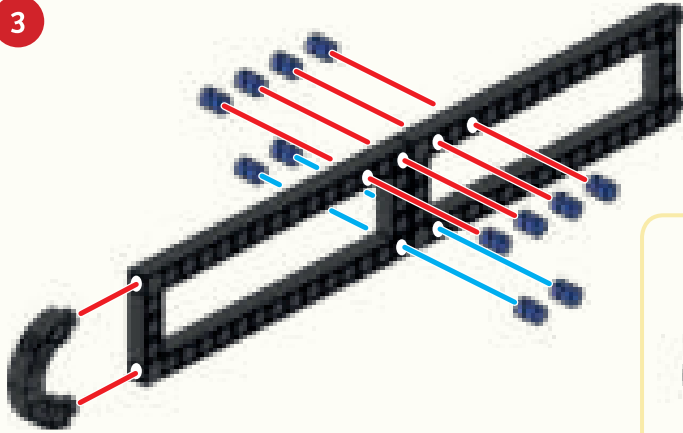
1. Starte die Kamera-App.
2. Befestige das Smartphone mit den beiden Gummiringen auf dem Stativ. Diese sollen über Kreuz geführt werden, damit sie die Linse der Kamera nicht verdecken (Rückkamera »schaut« nach vorne).
3. Nun kannst du die Kamera durch Drehen an der Kurbel oder am Griff ausrichten.
4. Jetzt nimmst du das gewünschte Foto oder Video auf. Wenn das Smartphone einen Panorama-Modus hat, dann kannst du auch ein Panorama erstellen.



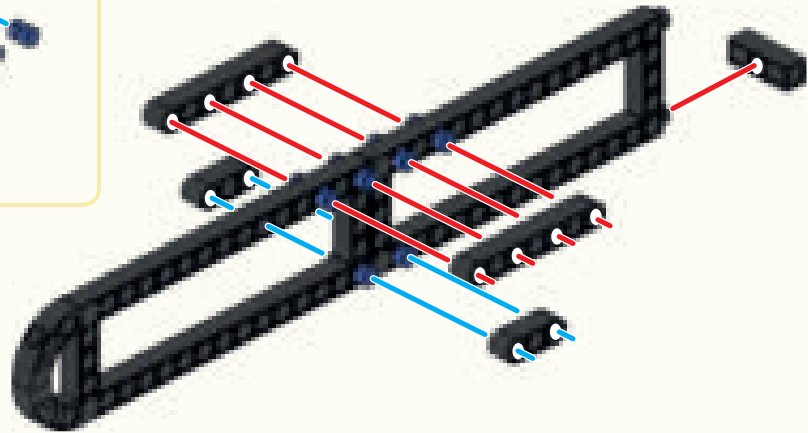
**WAS PASSIERT ?**



3

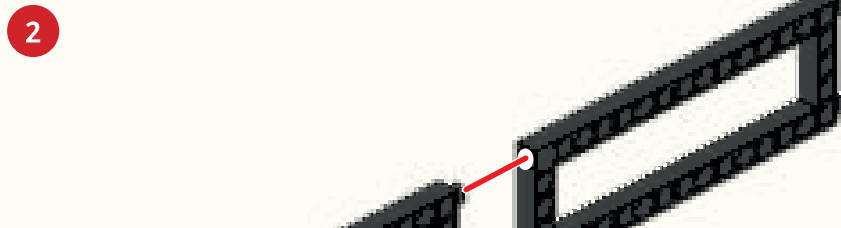
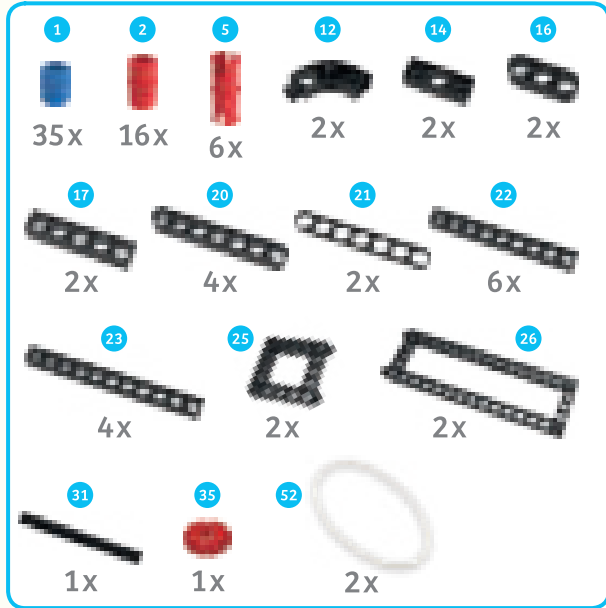


4

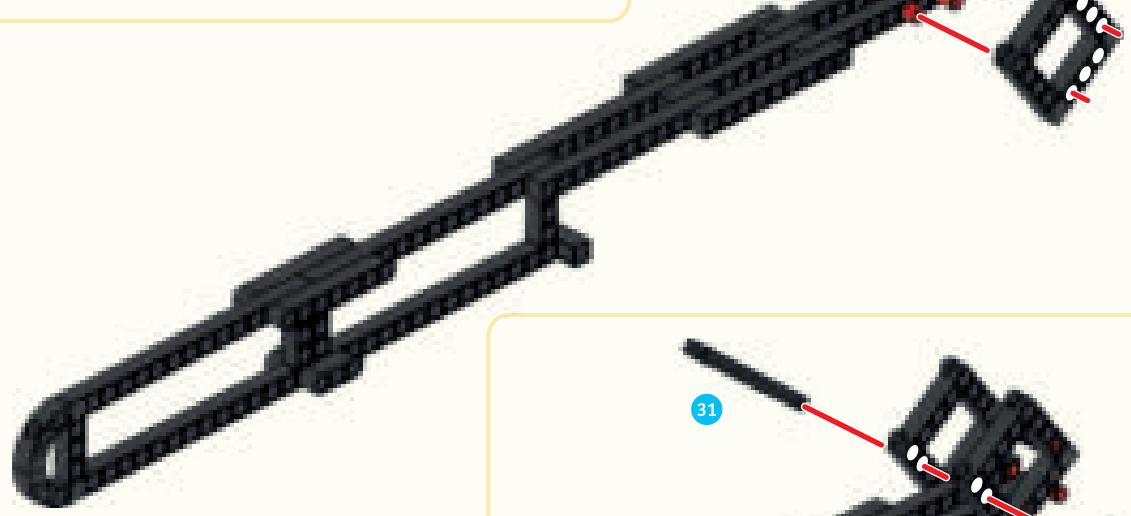




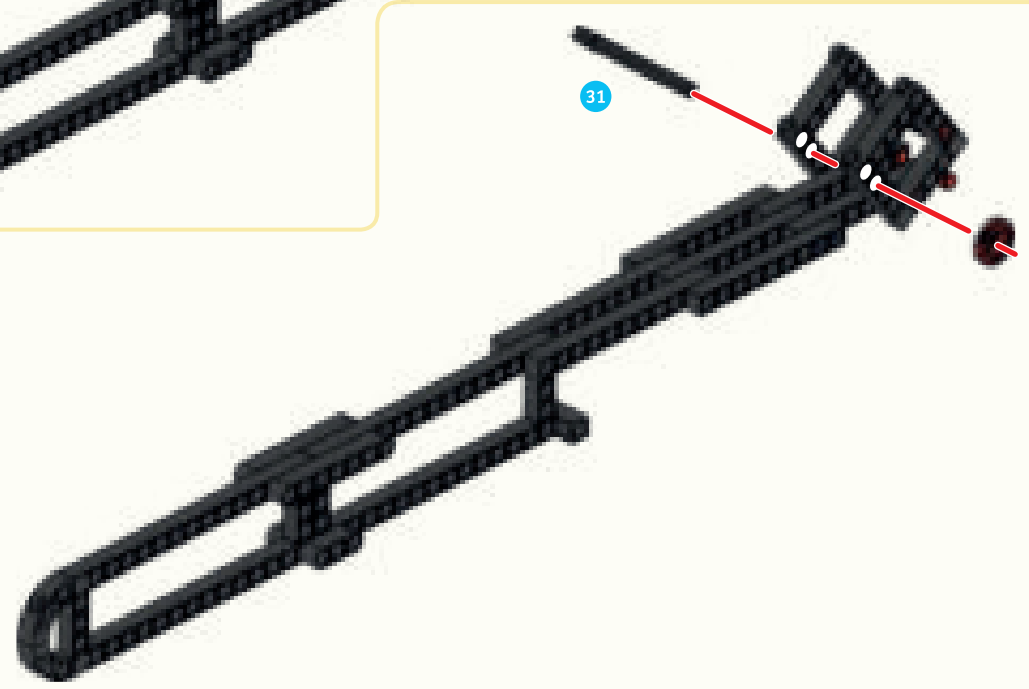
## SELFIE-STICK



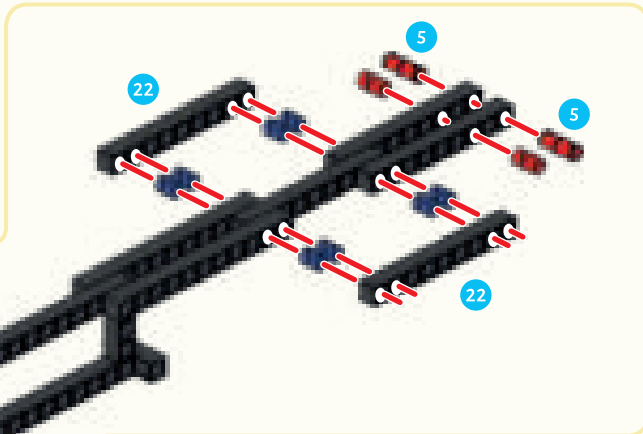
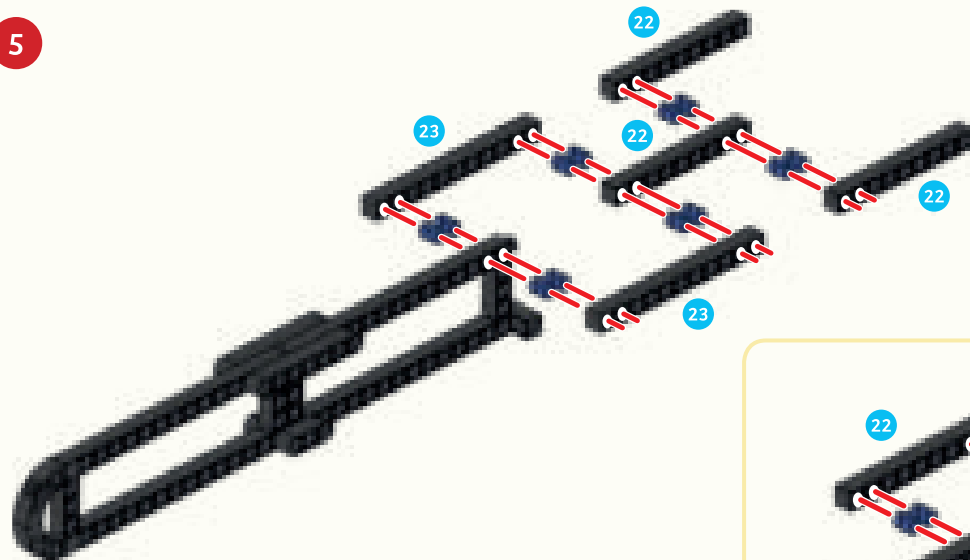
7



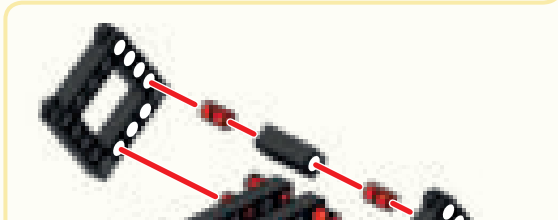
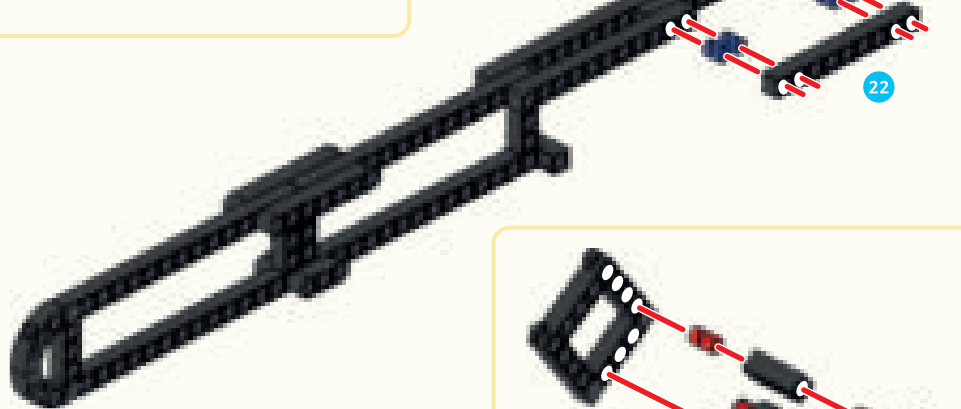
8



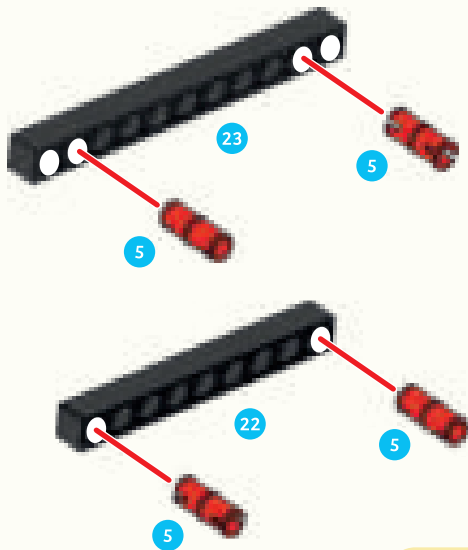
5



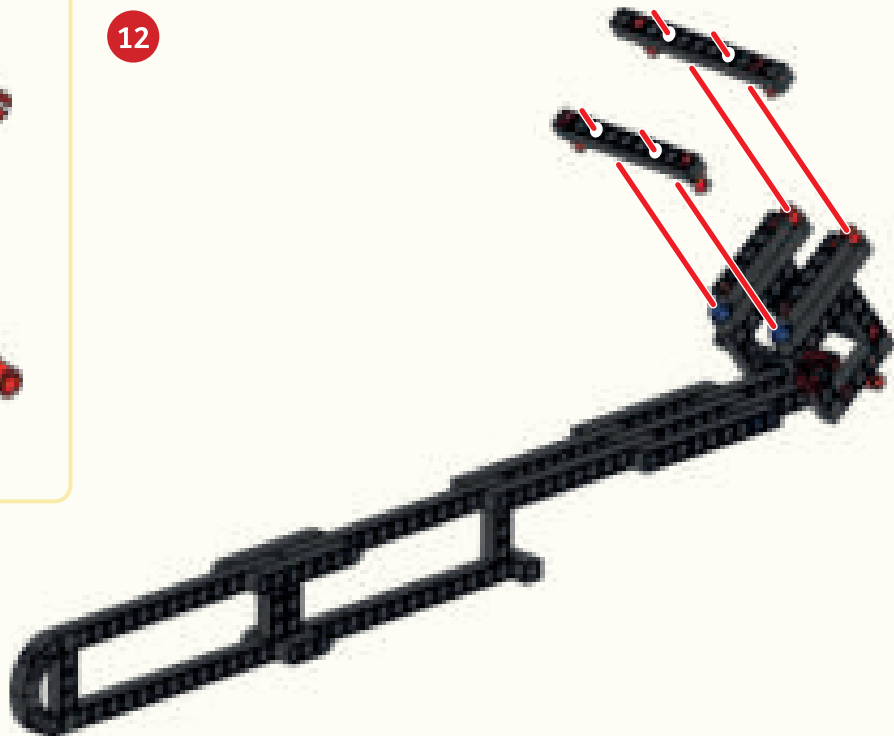
6



11



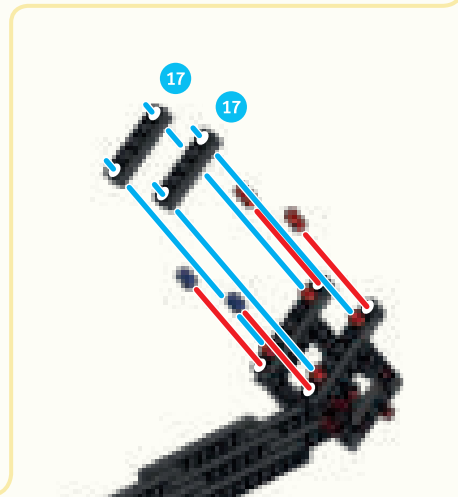
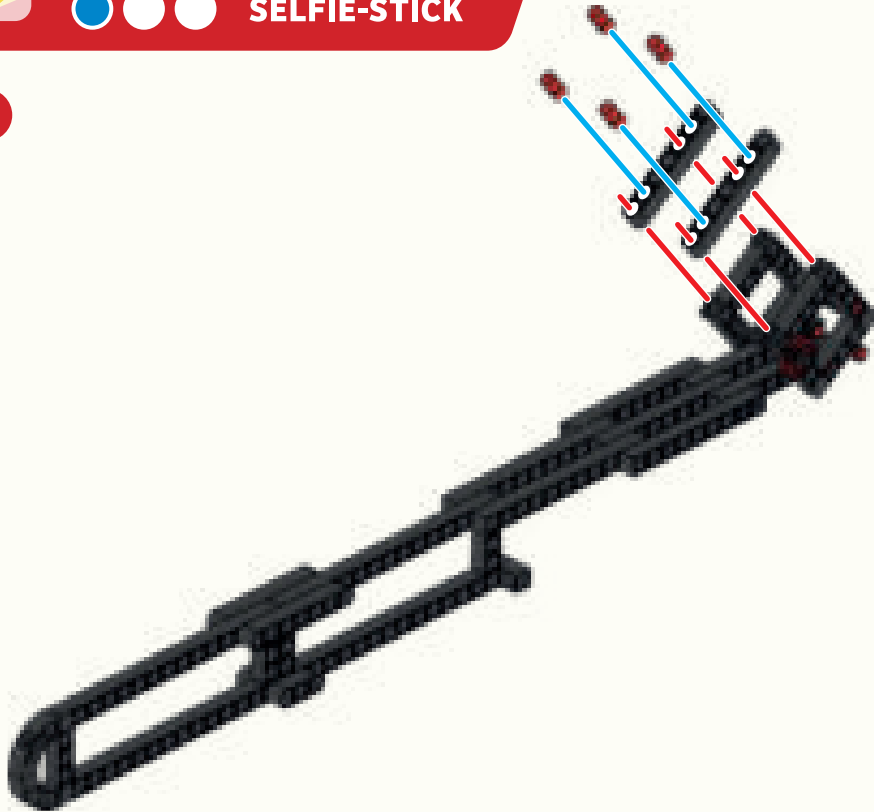
12



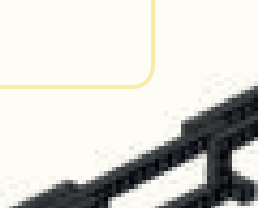


# SELFIE-STICK

9

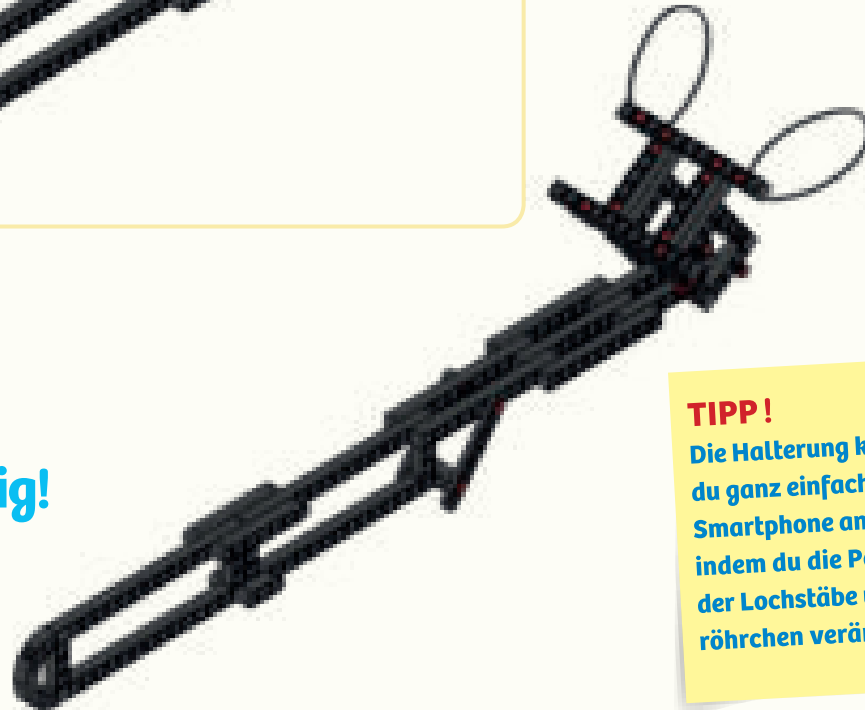


10





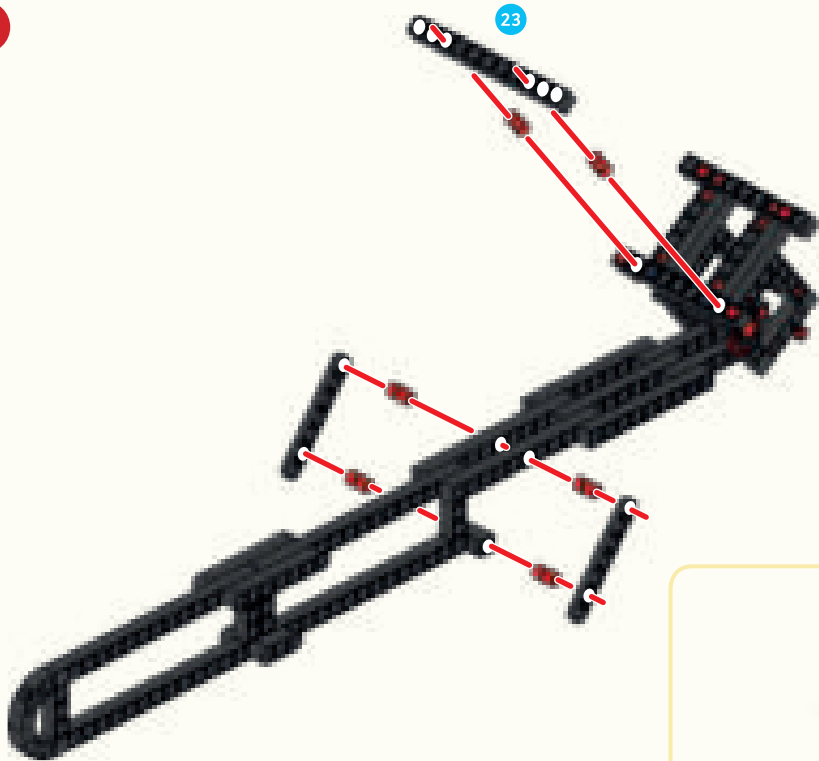
**Fertig!**



**TIPP!**

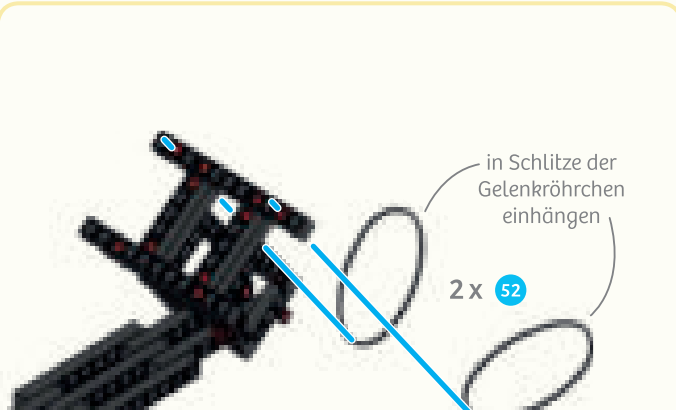
Die Halterung kannst du ganz einfach an dein Smartphone anpassen, indem du die Position der Lochstäbe und Gelenkröhren veränderst.

13



23

14



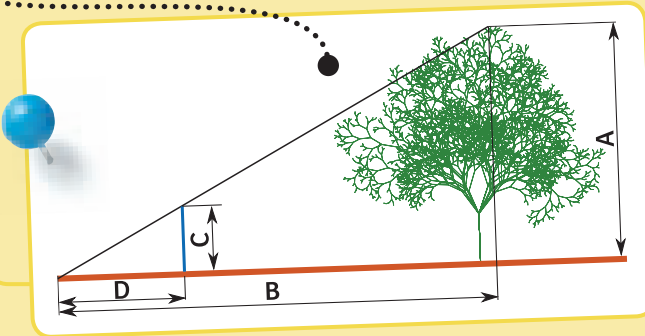
in Schlitz der Gelenkröhrchen einhängen

2 x 52

5. Bewege den Stick auf dich zu und von dir weg.
6. Beobachte auf dem Display, was passiert, wenn du den Selfie-Stick bewegst.
7. Um die Festigkeit des Selfie-Sticks auszuprobieren, hältst du ihn mit der einen Hand am Griff aufrecht und biegst am anderen Ende. Danach hältst du den Griff quer und biegst noch einmal.

### WUSSTEST DU ?

Wenn du den Selfie-Stick von dir wegbewegst, siehst du mehr von dir; nimmst du ihn näher heran, wird der Bildausschnitt kleiner. Mit diesem Prinzip – es wird **Strahlensatz** genannt – kannst du die Höhe eines Turms oder Baums bestimmen. Dabei werden die Längen ins Verhältnis gesetzt und es gilt:  $A/B = C/D$ , wobei  $A$ =Höhe Baum,  $B$ =Abstand zum Baum,  $C$ =Höhe Maßstab,  $D$ =Abstand zum Maßstab.



Damit der Selfie-Stick nicht federt und durchhängt, wird der Griff dort, wo er am stärksten belastet ist, aus zwei rechteckigen Rahmen gebildet. Weiter vorn werden dann mehrere Stäbe quer zu einander angeordnet. Auch das stabilisiert. Bei diesem Versuch siehst du, dass der aufrechte Griff viel steifer ist, als wenn der Griff quer gehalten wird. Die schrägen Stäbe stabilisieren zusätzlich die Verbindung.

### LUST AUF MEHR?

Mit dem Selfie-Stick kannst du übrigens um die Ecke schauen. Entweder stellst du den Video-Modus ein oder baust statt Smartphone einen kleinen Taschenspiegel ein. So kannst du zum Beispiel beim Verstecken-Spielen aus deinem Versteck herauschauen, ohne dich selbst zu zeigen.



## VERSUCH 21

# Selfie-Stick

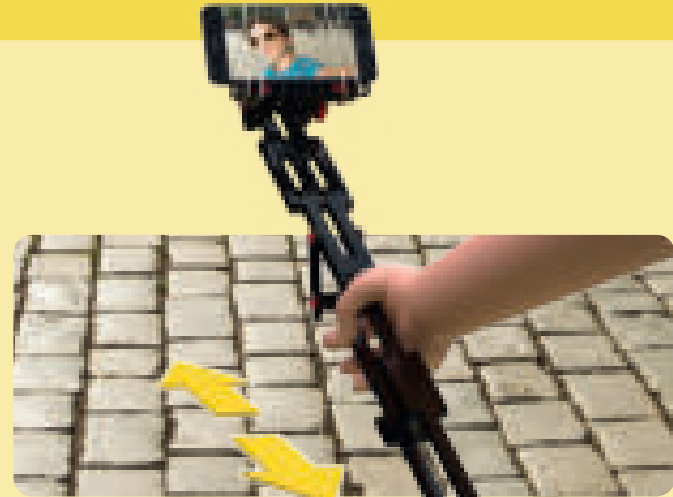
### DU BRAUCHST

› den zusammengebauten Selfie-Stick

› Smartphone, z.B. das deiner Eltern

### SO GEHT'S

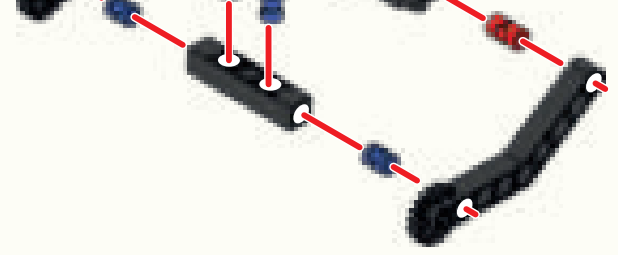
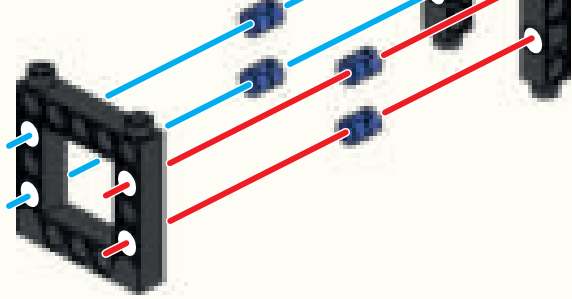
1. Befestige das Smartphone mit den Gummiringen so, dass die Linse der Frontkamera an den Bändern vorbei zu dir »schauen« kann.
2. Nun startest du die Kamera-App des Smartphones im Selfie-Modus.
3. Halte den Selfie-Stick am Griff so, dass das Smartphone oben ist.
4. Beim Ausrichten des Smartphones ist es wichtig, dass du die Halterung so bewegst, dass die Kamera den gewünschten Bildausschnitt aufnimmt.
5. Bewege den Stick auf dich zu und von dir weg



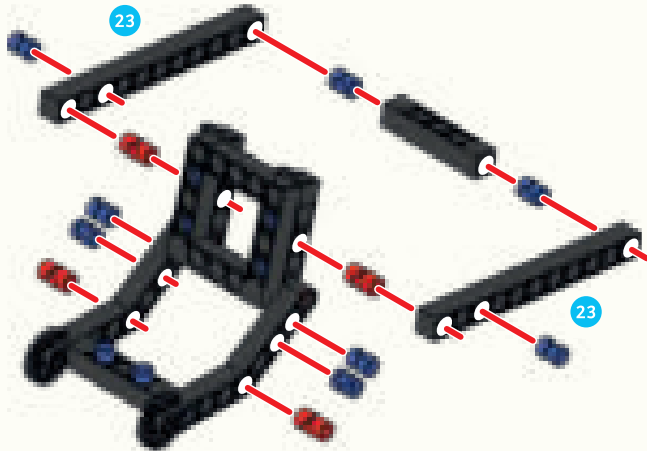
### WAS PASSIERT ?

Der Selfie-Stick hilft dir dabei, ein Foto von dir selbst zu machen. Es ist so nicht nur weniger umständlich, sondern erweitert auch das sichtbare Bild. Der Grund dafür ist, dass der Selfie-Stick deinen Arm verlängert. Wenn du den Arm beugst und damit das Smartphone näher heranbringst, wird der Bildausschnitt kleiner. Beim Strecken wird er entsprechend größer.

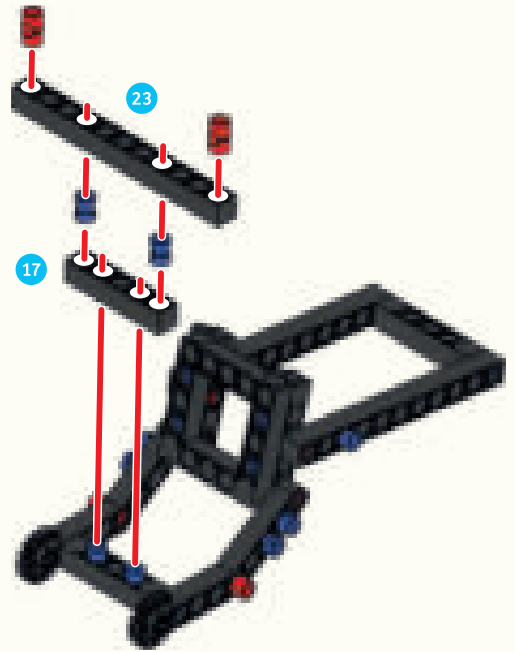




3



4



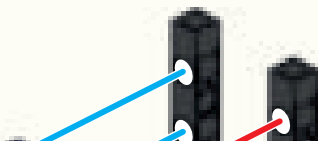


# MIKROSKOP

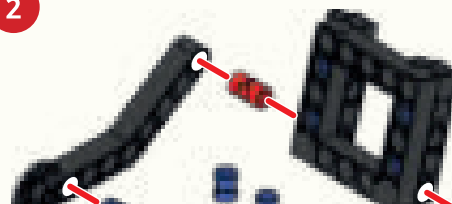
1	2	3	5	6	10	13	14	17
34x	14x	2x	10x	6x	2x	2x	3x	3x
18	19	20	21	22	23			
4x	2x	2x	4x	5x	4x			
24	25	26	27	28				
2x	1x	2x	2x	2x				
33	35	36	42	51	52	74		
2x	6x	2x	2x	2x	2x	2x		

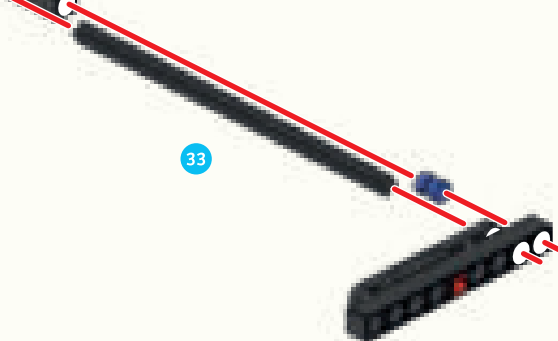
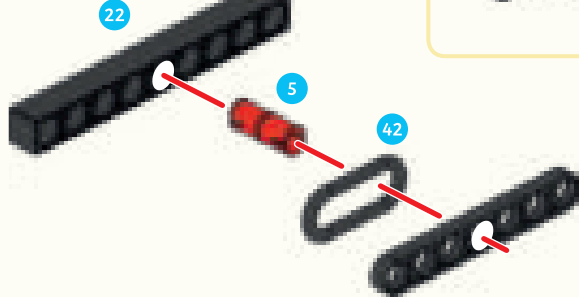


1

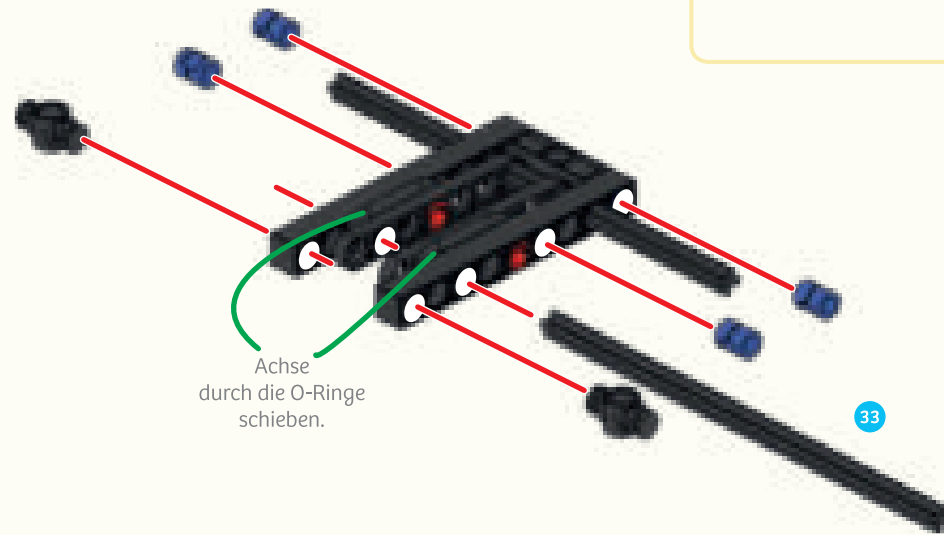


2





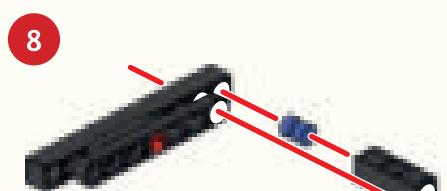
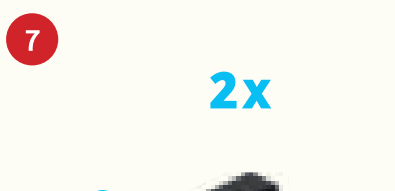
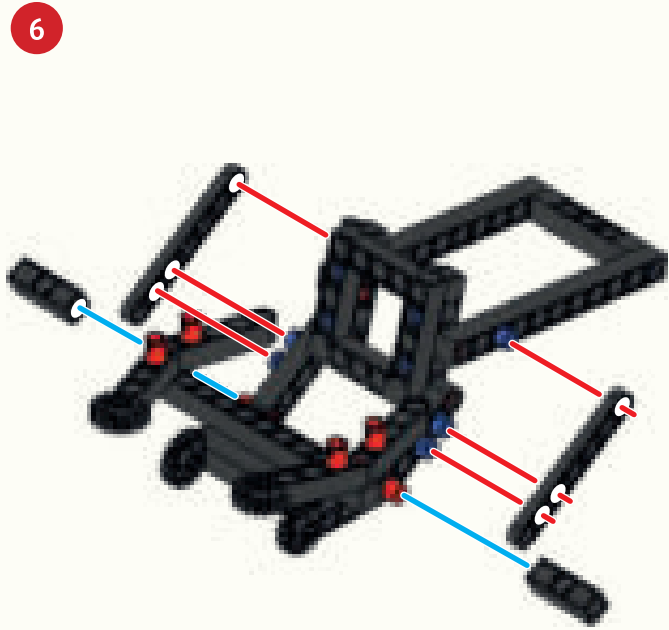
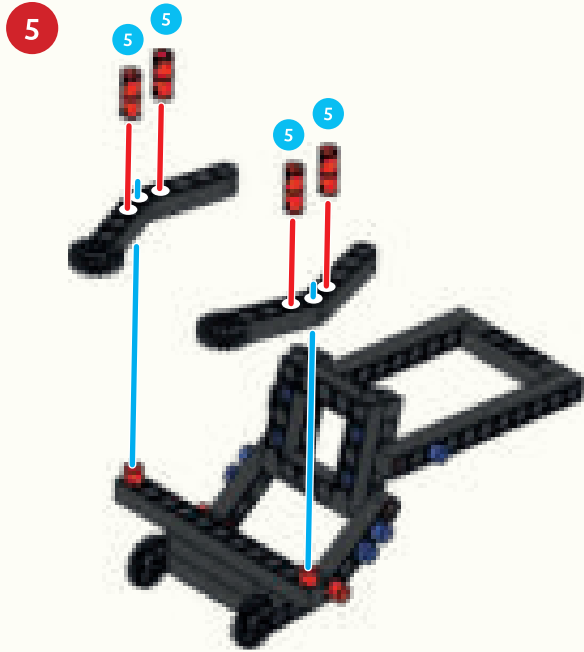
9



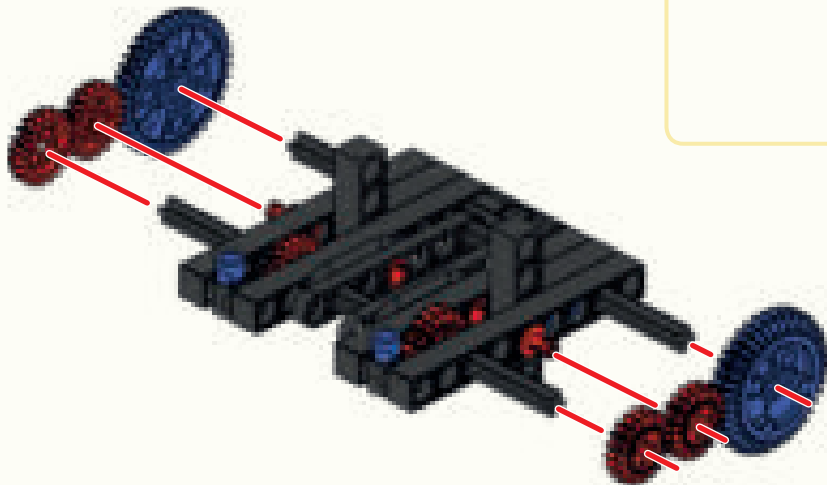
Achse durch die O-Ringe schieben.



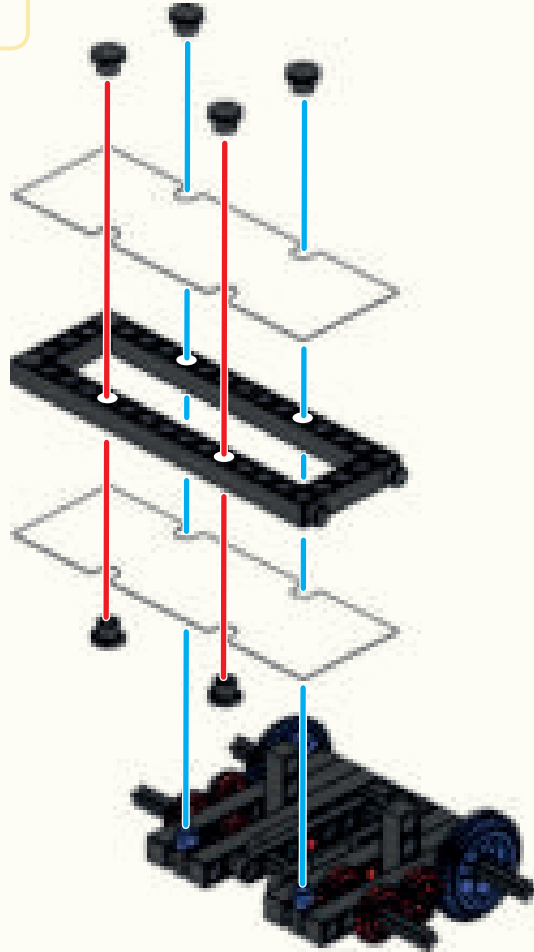
# MIKROSKOP



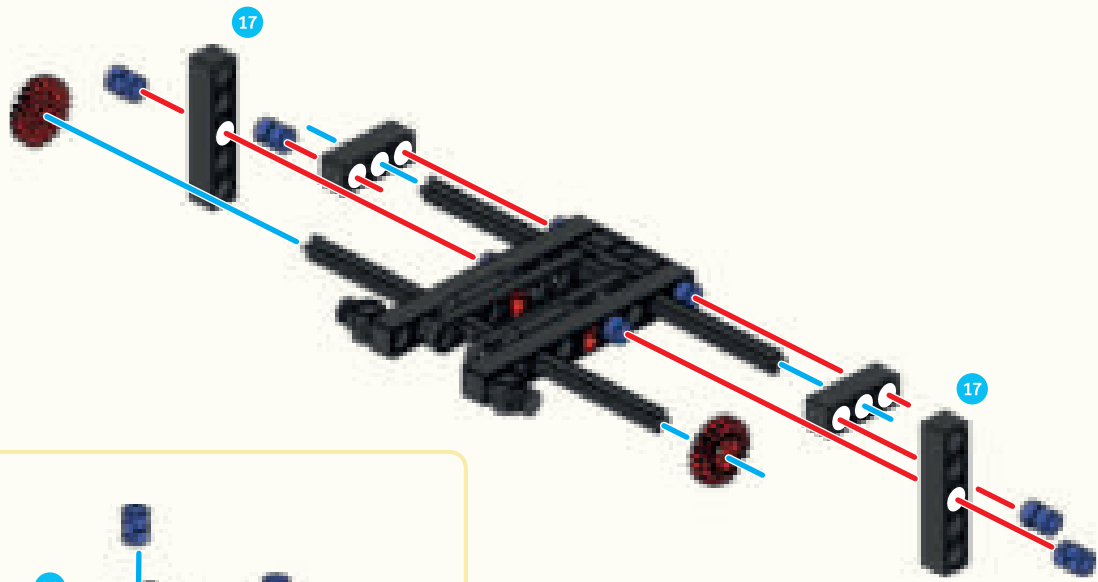
12



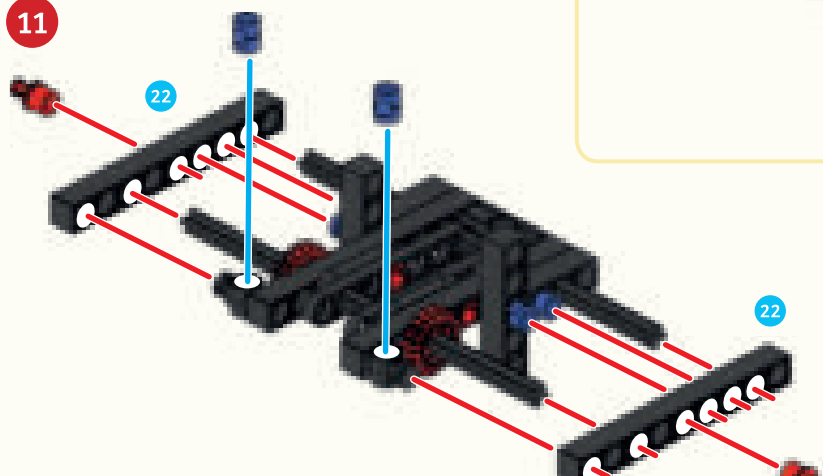
13



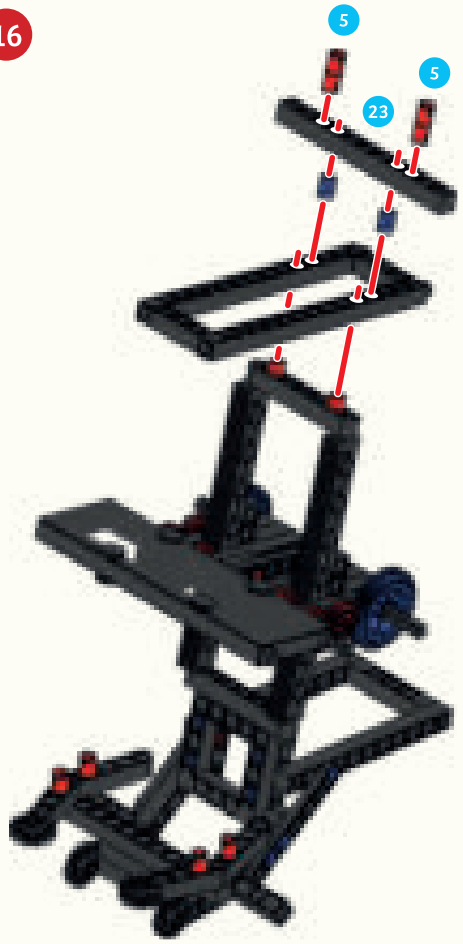
10



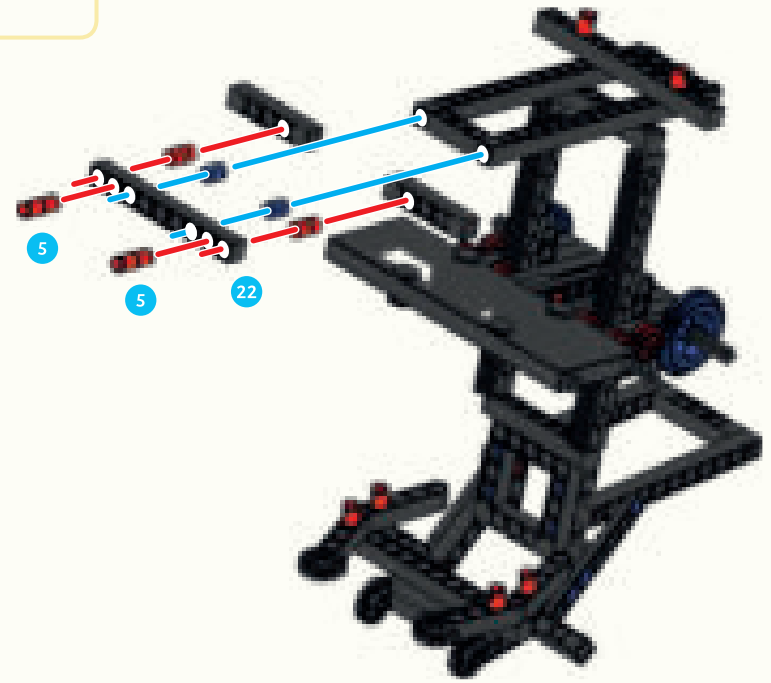
11



16



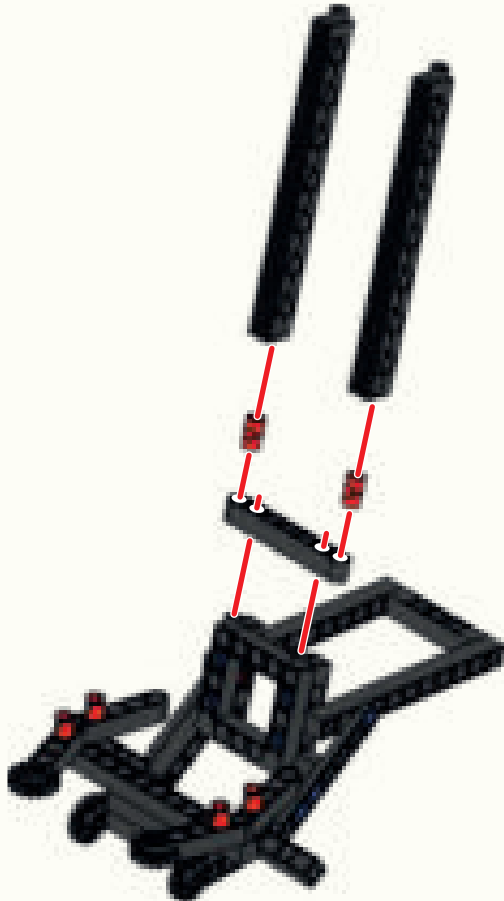
17



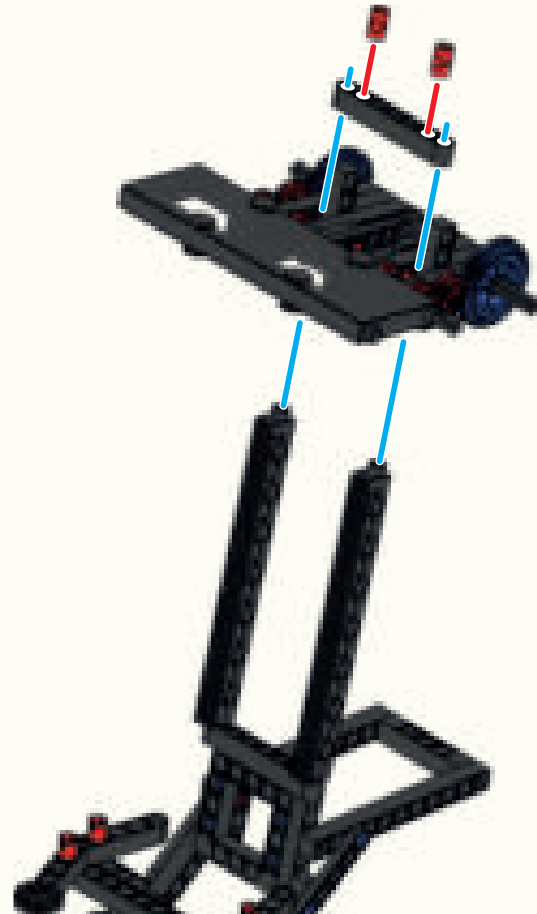


# MIKROSKOP

14



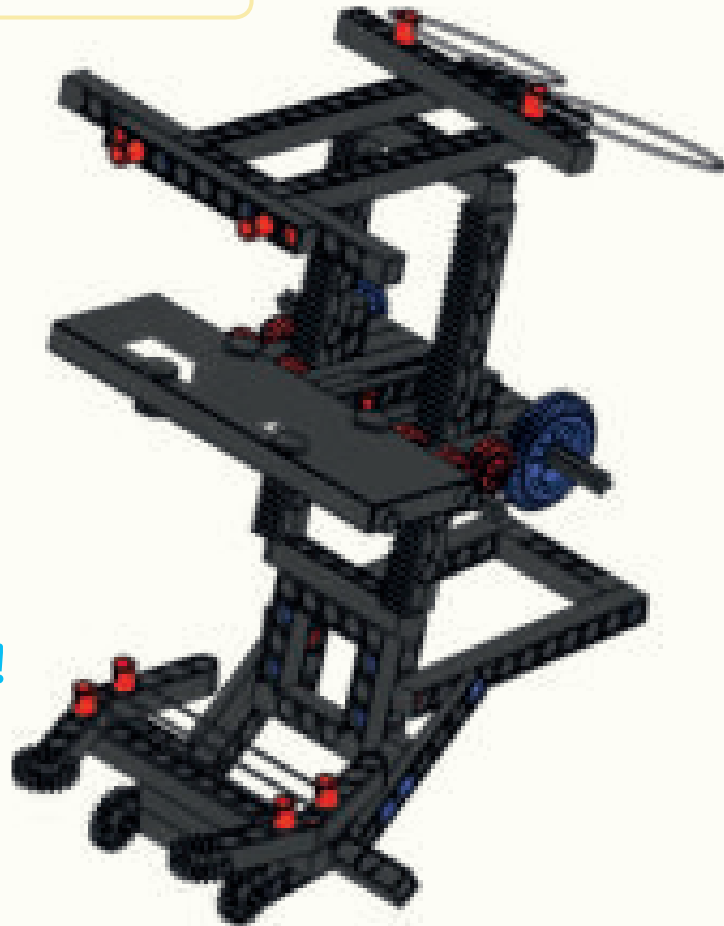
15



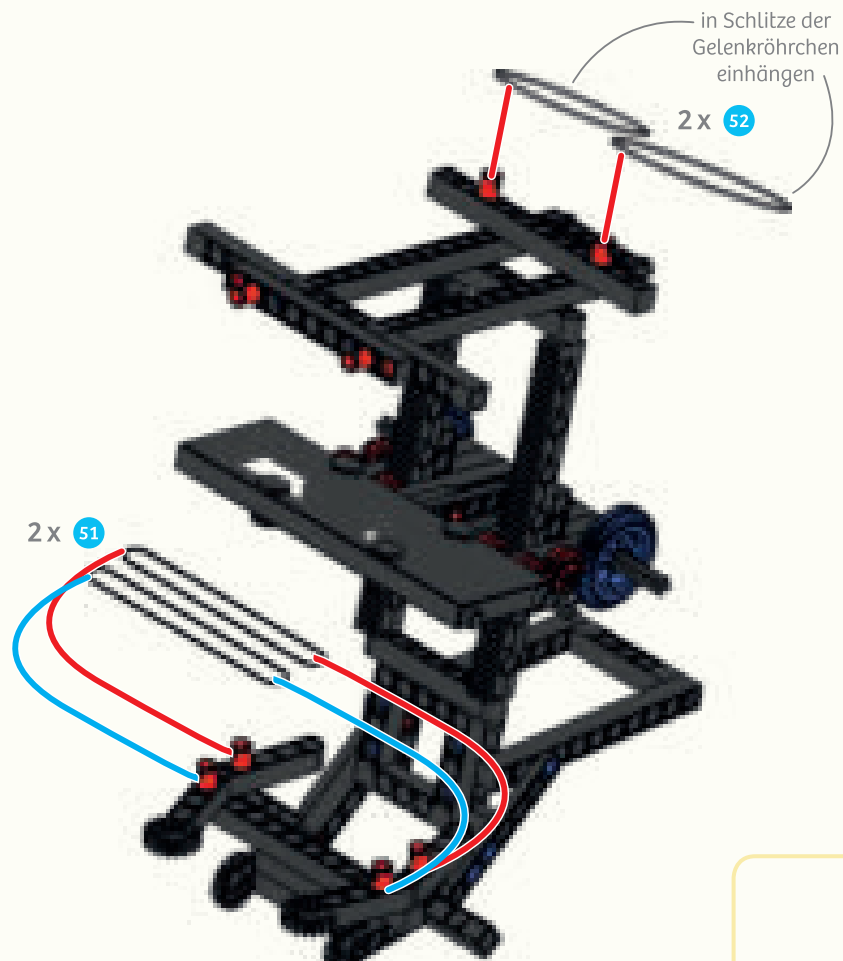
**TIPP!**

Die Halterung kannst du ganz einfach an dein Smartphone anpassen, indem du die Position der Lochstäbe und Gelenkröhrchen veränderst.

**Fertig!**



18



5. Drehe an den blauen Zahnrädern, um den Halter nach oben und unten zu bewegen.
6. Schau dir verschiedene Gegenstände an.

## STICHWORT MIKROSKOP

Ein normales **Mikroskop** ist im Prinzip genauso aufgebaut, wie jenes, das du gerade gebaut hast. Es besteht aus einer Reihe von Linsen, die in einer ansonsten lichtdichten Röhre angeordnet sind. Eine davon ist in einem austauschbaren Okular untergebracht. Damit kann die Vergrößerung eingestellt werden. Bei deinem selbst gebauten Mikroskop ist die gesamte Optik inklusive Sensor in der Handykamera untergebracht.



## WUSSTEST DU?

Die ersten Mikroskope wurden vor über 400 Jahren in den Niederlanden gebaut. Im Laufe der Zeit wurden die verwendeten Linsen und auch die verwendete Mechanik verbessert. Außerdem gibt es mittlerweile Mikroskope, die nicht mit sichtbarem Licht arbeiten, sondern indem sie Elektronen verwenden. Damit lassen sich extrem feine Details, wie Molekülstrukturen auflösen und darstellen.



## LUST AUF MEHR?

Was passiert, wenn du mit farbigem Licht durch das Mikroskop schaust? Du brauchst dazu farbige Folien (zum Beispiel aus Verpackungen) oder Transparentpapier. Befestige diese über der Lampe. Vergleiche die Bilder der Gegenstände mit verschieden farbigem Licht.

Nichttransparente Gegenstände kannst du dir im Mikroskop nur anschauen, wenn sie von oben beleuchtet werden. Das Verfahren nennt man Auflichtmikroskopie. Du kannst das hier nachbauen, indem du die Leuchte so am Mikroskop anbringst, dass deren Licht auf den Halter scheint. Schau dir Münzen oder Gegenstände mit besonders strukturierten Oberflächen, wie Holz, Textilien usw. an.





## VERSUCH 22

# Mikroskop

### DU BRAUCHST

- › **das zusammengebaute Mikroskop**
- › Smartphone, z. B. das deiner Eltern
- › Taschen-, Fahrrad- oder Stirnlampe
- › kleine transparente Dinge zum Anschauen:  
Laubblätter, Blüten, ...

### SO GEHT'S

1. Starte die Kamera-App im Makro-Modus, wenn es diesen gibt.
2. Nun befestigst du das Smartphone mit den Gummiringen, so dass die Rückkamera am Rahmen vorbei nach unten schauen kann.
3. Richte die Lampe so aus, dass sie von unten durch den transparenten Halter leuchtet und schalte sie an.
4. Lege nun einen Gegenstand in den Halter.

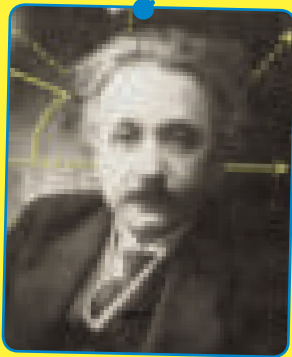


### WAS PASSIERT ?

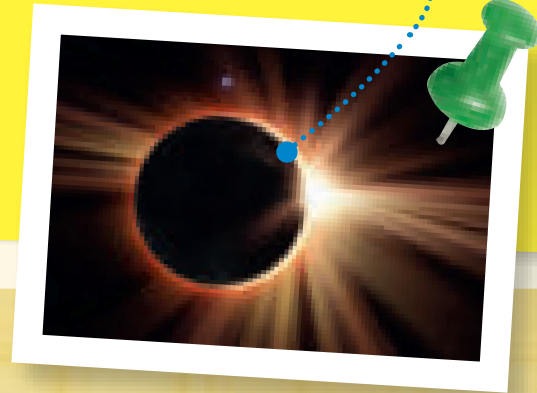
Das Licht der Lampe beleuchtet den Gegenstand. Durch die Linsen der Handykamera wird das Licht zum Sensor geleitet – das Foto oder Video entsteht. Wenn du den transparenten Halter hochfährst wird der Bildausschnitt kleiner und damit kleine Details besser aufgelöst.



Licht kann übrigens nicht nur beim Übergang von verschiedenen dichten Medien abgelenkt werden. Auch im Weltraum – wo es praktisch keine Materie gibt – kann man gekrümmtes Licht beobachten. Dafür braucht man sogenannte Gravitationslinsen, wie sie zum Beispiel Sterne oder schwarze Löcher darstellen. Aufgrund der großen Masse werden die Lichtteilchen, auch Photonen genannt, angezogen und fliegen auf einer gekrümmten Bahn.



**Albert Einstein** hatte dies vorausgesagt und bei einer totalen **Sonnenfinsternis** sieht man Sterne, die eigentlich von der Sonne selbst verdeckt werden. Durch die Krümmung des Lichts kann man praktisch um die Sonne herum schauen.



NACHGEHAKT

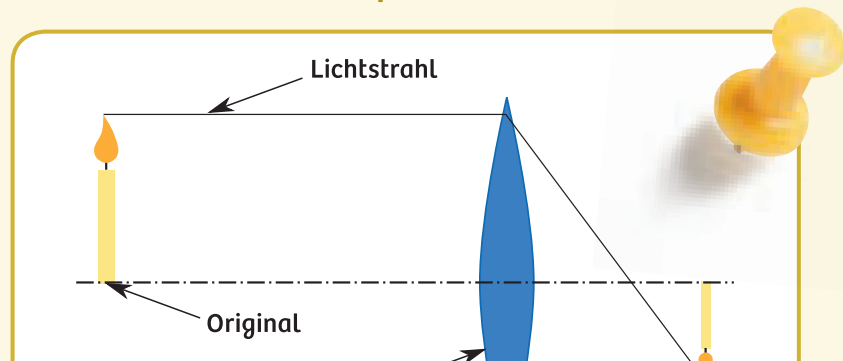


# Licht

**Lichtstrahlen** sind praktisch gerade Linien – zumindest solange sie innerhalb eines Mediums gleichbleibender Dichte auftreten. Sobald sich die Dichte jedoch ändert, ändert sich auch der sogenannte Brechungsindex und der Lichtstrahl wird abgelenkt. Dies passiert ständig. Zum Beispiel wenn die Luft über einer warmen Fläche flimmert, weil dort die Dichte der Luft sich immer mal ändert.

Ein weiteres Beispiel sind

**Linsen**. Am Übergang zwischen Luft und Glas wird der Lichtstrahl auch abgelenkt, man sagt auch gebrochen.



noch weitere außen. Wenn du Glück hast, siehst du den zweiten auch noch.



## Warum ist der **Himmel** blau, manchmal rötlich?

Sonnenlicht besteht aus allen Farben des Regenbogens. Je nachdem wie lang der Weg des Lichts durch die Atmosphäre ist, wird das Licht umso mehr an den Molekülen in der Luft gestreut. Blaues Licht wird stark gestreut, sodass der Himmel blau erscheint. Wenn die Sonne nahe des Horizonts steht, dann ist

der Weg des Lichts besonders lang, sodass praktisch nur noch langwelliges rotes Licht übrig bleibt. Wir sehen Morgen- oder **Abendrot**.



NACHGEHAKT



## Einen Regenbogen siehst du, ...

... wenn es regnet und gleichzeitig die Sonne scheint. Dabei musst du dich so stellen, dass du die Sonne hinter dir hast. Die Lichtstrahlen treffen auf die Regentropfen und werden an der Grenzfläche Luft/Wasser in die einzelnen Farben aufgespalten. Innerhalb des Tropfens werden die einzelnen farbigen Lichtstrahlen reflektiert und kommen zum Beobachter zurück.

Übrigens gibt es zu jedem **Regenbogen** noch weitere außen. Wenn du Glück

