

Class Set Statics – Aufgaben Primarstufe

Der Klassensatz Statik ermöglicht einen niederschweligen Zugang zu wichtigen statischen Grundlagen für den Sachunterricht in der Primarstufe. Primäres Lernziel ist das Statisch-konstruktive Bauen und den Blick der Kinder für die Sie umgebenden statischen und konstruktiven Sachverhalte zu schärfen. Es wird spielerisch und praxisnah konstruiert, erforscht und zum Reflektieren angeregt. Selbständig oder im Team bauen Schüler*innen einfache Modelle.

Lernziele

- Inhaltsbezogene Kompetenz: Stabilität und Festigkeit bei technischen Konstruktionen, Zusammenhänge zwischen Tragfähigkeit und Verbindung der Bauelemente entdecken, Gebäude und Tragwerke experimentell bauen, Funktionsmerkmale von Tragwerken, Fachwerke, System von Träger und Stütze kennen lernen, die Skelettbauweise in verschiedenen Bauwerken ihrer Umwelt wieder erkennen, Druck- und Zugkräfte, das System des Dreiecksverbands begreifen, Merkmale einer stabilen Konstruktion auf eine bewegliche übertragen, Standsicherheit/Gleichgewicht, zweiseitiger Hebelarm.
- Prozessbezogene Kompetenz: Problemlösen/ kreativ sein.
- Mathematische Kompetenz: Logisches und strategisches Denken.
- Personale und soziale Kompetenz: gemeinsam im Team Lösungen finden.
- Sprachlich-kommunikative Kompetenz: Erarbeitung von Fachbegriffen.

Zeitaufwand

In der Regel sollten einzelne Themen innerhalb einer Schulstunde behandelt werden können. Der Zeitbedarf für das Experimentieren, Bewerten und Diskutieren wird individuell ergänzend auf ca. 45 Minuten geschätzt.

Bezug Curriculum

Land	Stufe/Fächer	Bezüge
BW	Primarstufe	GS 1/2 SU-3.1.3.3 Bauten und Konstruktionen (4), S.24; GS 3/4 SU-3.2.3.3 Bauten und Konstruktionen (1)(2)(3), S. 46;
BY	Primarstufe	GS 1/2 HSU-6.2 Bauen und Konstruieren, S. 240; GS 3/4 HSU-1,1 Die Welt untersuchen und erklären, S. 80; GS 3/4 HSU-6.2 Bauen und Konstruieren, S. 249

BE	Primarstufe	GS 1-4 SU-3 Themen und Inhalte - Zur technischen Perspektive, S. 25 ff.; GS 1-4 SU-3.4 Wohnen, S. 40; GS 1-4 SU-3.7 Wohnen, S. 41
BB	Primarstufe	GS 1-4 SU-3 Themen und Inhalte - Zur technischen Perspektive, S. 25 ff.; GS 1-4 SU-3.4 Wohnen, S. 40; GS 1-4 SU-3.7 Wohnen, S. 41
HB	Primarstufe	Funktionsweisen von einfachen Maschinen und Geräten in GS 1/2 SU-Technik und Medien, S.31; Technische Gegenstände als bedürfnisorientierte Problemlösungen in GS 3/4 SU-Technik und Medien, S.32;
HH	Primarstufe	GS 1/2 SU-Technik begreifen, S.29; GS 3/4 SU-Technik begreifen, S.29
HE	Primarstufe	GS 1/2 SU-B 2.2.5 Technik, S. 133; GS 3/4 SU-B 2.2.5 Technik, S. 133
MV	Primarstufe	GS 3/4 WERKEN-Erkunden und Gestalten der bebauten Umwelt – Bauen S.19
NI	Primarstufe	GS 1/2 SU-3.1 Technik, S. 18; GS 3/4 SU-3.1 Technik, S. 19
NW	Primarstufe	GS 3/4 SU-3.2 Technik und Arbeitswelt, S. 45
RP	Primarstufe	GS 1-4 SU-4 Naturphänomene, S. 20; GS 1-4 SU-4 bebaute und gestaltete Umwelt, S. 25;
SL	Primarstufe	GS 3/4 SU-4 Technik, S.28, S.30
SN	Primarstufe	GS 1/2 WERKEN-LB3 Bauen stabiler Konstruktionen, S.7.; GS 3 WERKEN-WB3 Brücken, Türme und Mauern, S.12
ST	Primarstufe	GS 1/2 GESTALTEN-Konstruieren/Formen/Fertigen, S. 13, 14; GS 3/4 GESTALTEN-Konstruieren/Formen/Fertigen, S. 13, 14
SH	Primarstufe	GS 1/2 TECHNIK-Arbeit und Produktion, S. 166; GS 3/4 FA SU-3.2.5 Themenfeld: Technische Erfindungen, S. 22; GS 3/4 TECHNIK-Transport und Verkehr, S. 167
TH	Primarstufe	GS 1/2 WERKEN-2.2.1 Realisieren stabiler Grundkonstruktionen, S. 18 ff.; GS 3/4 WERKEN-2.2.3 Fahrzeugbau -Fördertechnik, S. 22

Name: _____ Klasse: _____ Datum: _____

Modell 1

Schiebetür

Konstruktionsaufgabe

Baue das Modell Schiebetür nach Bauanleitung auf. Zwischen den beiden senkrechten Trägern ist der Durchgang.

Achte darauf, dass die Tür nicht zu fest zwischen den Trägern eingeklemmt wird, damit sie leichtgängig verschiebbar bleibt.

Thematische Aufgabe

1. Was passiert mit der Tür, wenn sie geöffnet wird?

2. Wie muss die Wand beschaffen sein, damit eine Schiebetür funktioniert?

Experimentieraufgabe

Was passiert, wenn die Griffe der Tür abgenommen werden und die Tür dann ganz geöffnet wird?

Anlagen Schiebetür

Weiterführende Informationen

[1] Wikipedia: [Schiebetür](#).

Name: _____ Klasse: _____ Datum: _____

Modell 2

Gartentür

Konstruktionsaufgabe

Baue das Modell Gartentür nach Bauanleitung auf. Beachte:

- Die Bausteine 7,5 am Türrahmen und an der Tür müssen um je 2 mm zueinander versetzt sein, damit die Achse von oben durchgesteckt werden kann.
- Die Tür soll noch leichtgängig in den Türrahmen gleiten können. Klemme sie nicht zu stramm in den Türrahmen ein.
- Lass den Sperrriegel (die I-Strebe 45 in der Mitte der Tür) zunächst weg. In den ersten Aufgaben wird er noch nicht benötigt.

Thematische Aufgaben

Bitte ohne den Sperrriegel:

1. Hänge die Tür ein: Halte sie also geeignet an den Türrahmen und lass die Achsen 30 mit den Klemmbuchsen von oben in die Achslager der Bausteine 7,5 gleiten.

Stell Dir diesen Vorgang bei einer „richtigen“, großen Tür vor. Was könnte schwierig daran sein?

2. Die beiden Achsen 30 mit den Klemmbuchsen und die passenden Achslager werden an einer echten Tür auch _____ genannt.

3. Verschließe die Tür und stelle Dir vor, ein Einbrecher kommt und möchte die Tür aushebeln oder aushängen. Warum geht das nicht und wie heißt das Bauteil, was dies verhindert?

Baue nun den Sperrriegel an die Tür:

4. Schließe die Tür „leise“, indem Du den Sperrriegel beim Schließen anhebst und dann die Tür schließt. Der Riegel hält die Tür im Rahmen, solange sie geschlossen ist. Diese einfache Art der Verriegelung wird häufig bei Gartentüren verwendet.

Was muss man zum Öffnen der Tür tun?

5. Schließe die Tür „laut“, in dem Du sie „zuknallst“, ohne den Sperrhebel extra anzuheben. Warum funktioniert das?

Name: _____ Klasse: _____ Datum: _____

Modell 3

Zimmertür

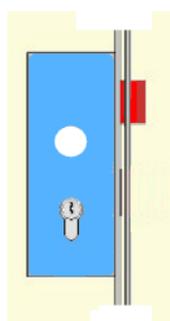
Hinweis: Der Aufbau der Seite des Türrahmens mit den Türangeln/Scharnieren ist derselbe wie beim Modell „Gartentür“ und kann ggf. wiederverwendet werden. Auch die Scharniere am Türblatt sind unverändert. Der restliche Rahmen und die Mechanik der Tür sind aber anders gebaut als bei der Gartentür.

Konstruktionsaufgabe

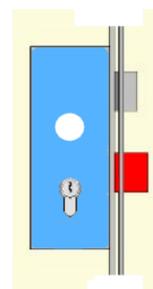
Baue das Modell Zimmertür nach Bauanleitung auf. Beachte:

- Die Bausteine 7,5 der Türscharniere müssen um je 2 mm zueinander versetzt sein, damit die Achsen von oben eingeschoben werden können.
- Der Verbindungsstück 15 auf der Rückseite der Mechanik, die mit der Türklinke vorne verbunden ist, muss oben etwas aus dem Baustein 7,5 herausragen.

Präge Dir diese Begriffe ein: Die **Türklinke** ist das Element, welches man drückt, um die Tür zu öffnen. Das bewegt die sogenannte **Falle (Schnapper)**, die beim Schließen der Tür in das Schließblech des Türrahmens einrastet.



Schlossfalle oder auch
Schnapper



Riegel

Der **Riegel** ist ein allgemeiner Begriff für jenes Bauteil, welches die Tür im verriegelten Zustand blockiert, er kann auf unterschiedlichste Art und Weise realisiert sein.

Dabei spielt es keine Rolle, ob der Riegel über ein Schloss betätigt, ob er vorgeschoben, vorgelegt, geschwenkt, oder eingehakt (Gartentür) wird.

Der Riegel kann ein loser Balken, ein angeschraubter Haken oder schiebbarer Bolzen, oder aber auch ein bewegliches Teil in unterschiedlicher Form eines Schlosses sein.

Thematische Aufgaben

1. Halte die Tür geöffnet und betätige die Türklinke (das rote Verbindungsstück 15 auf der Vorderseite der Tür). Versuche in Einzelschritten den mechanischen Ablauf zu beschreiben, wenn die Türklinke gedrückt wird.

Verfolge dabei den Weg der auf die Türklinke ausgeübten Kraft durch die drehbare Achse hin zur Rückseite der Tür. Dort sitzt der verschiebbare „Riegel“ der Tür.

- a) Beim Öffnen der Tür wird die Türklinke nach _____ gedrückt
- b) Das bewirkt, dass sich die Achse der Türklinke nach _____ dreht. (Von der Vorderseite aus betrachtet)
- c) Auf der Rückseite der Tür dreht sich dabei der Baustein 7,5 mit nicht ganz eingestecktem Verbindungsstück 15 nach _____.
- d) Der Verbinder-15 _____ den Türriegel (die beiden Winkelträger 15 und den daran befestigten Winkelstein 30°)
 - [] weg vom Türrahmen.
 - [] in den Türrahmen hinein
- e) Dabei wird die Feder (die I-Strebe 45) _____.
- f) Beim Loslassen der Türklinke bewirkt die _____, dass der Türriegel wieder zurück in den _____ gedrückt wird.

2. Manchmal kann es vorkommen, dass sich unsere selbstgebaute Tür auch ohne gedrückte Türklinke aufziehen lässt. Welche Bauteile muss man justieren, damit das nicht passiert?

Wenn die Tür einfach so auf geht, muss der _____ weiter nach _____ in Richtung des Türrahmens geschoben werden. Die Feder muss den Winkelstein 30° zuverlässig in das Schließblech (den Winkelträger 30 im Türrahmen) hineindrücken.

3. Schließe die Tür „laut“ durch „zuknallen“, d.h. ohne den Türgriff herunterzudrücken.

a) Warum funktioniert das? Schau dir dazu den Türschnapper an der Tür des Klassenzimmers an.

Das funktioniert, weil der Winkelstein 30° _____ an den Türrahmen stößt.

b) Stell Dir vor unsere Tür lässt sich nicht einfach so zudrücken, weil der Türriegel nicht richtig im Schließblech (Winkelträger 30 im Türrahmen) einrastet:

Dann muss der _____ weiter nach _____ geschoben werden.

Experimentieraufgaben

1. Verschiebe den Baustein 15 mit der federnden I-Strebe 45 auf der Rückseite der Tür, um die Probleme der thematischen Aufgaben 2 und 3 hervorzurufen. Welche Schlüsse ziehst Du daraus?

2. Finde die Stellung heraus, in der die Tür mit Hilfe der Türklinke sauber schließt, sich zugleich aber auch einfach nur leichtgängig zudrücken lässt.
3. Entferne den roten flachen „Baustein 15x30x5 mit Nut und Zapfen“ von der letzten Baustufe der Anleitung auf der Rückseite der Tür. Warum funktioniert die Tür jetzt nicht mehr einwandfrei?

Anlagen
Zimmertür

Weiterführende Informationen

[1] Wikipedia: [Türklinke](#).

Experimentieraufgabe

1. Wie weit kann man diese Gartentür öffnen?

90°

180°

360°

2. Drücke die Klemmbuchsen des Sperrriegels fest zusammen, sodass sich der Sperrriegels nicht mehr leichtgängig bewegen lässt. Was kannst du beobachten, wenn Du die Tür nur „zuknallst“?

3. Welches Wetter könnte bei einer echten Gartentür dazu führen, dass ein Sperrriegel sich nicht mehr leichtgängig bewegen lässt?

4. Was könnte man bei einer echten Gartentür tun, wenn sich der Sperrriegel nicht mehr richtig bewegen lässt?

Anlagen
Gartentür

Weiterführende Informationen

[1] Wikipedia: [Türklinke](#).

Name: _____ Klasse: _____ Datum: _____

Modell 4

Balkenwaage

Hinweis: Neben fischertechnik-Teilen können auch die Gewichte anderer kleiner Gegenstände mit der Waage verglichen werden.

Konstruktionsaufgabe

Baue das Modell Balkenwaage nach Bauanleitung auf. Beachte:

- Die Waage muss oben leichtgängig drehbar sein.
- Die beiden Waagschalen sind drehbar aufgehängt. Auch das soll leichtgängig gehen. Drücke deshalb die Klemmbuchsen nicht zu eng zusammen. Man kann die Klemmbuchsen auch durch Drehen und leichtes Ziehen ein klein wenig nach außen schieben.

Thematische Aufgaben

1. Lege in die beiden Waagschalen verschiedene übrige fischertechnik-Bauteile, Münzen oder andere kleine Gegenstände. Was beobachtest Du, wenn eine Seite schwerere Bauteile trägt als die andere?

Der Balken der Waage neigt sich zur Seite. Das _____ Teil befindet sich weiter _____. Die Schale mit dem _____ Gewicht wird angehoben.

2. Was passiert, wenn beide Waagschalen gleich schwere Bauteile tragen?

Bei gleich schweren Teilen in beiden Waagschalen richtet sich der Balken der Waage _____ aus.

3. Was könnte der Zweck der beiden Streben mit dem Statik-Riegel oben auf der Waage sein?

4. Mit einer Balkenwaage können wir schnell das **Gleichgewicht** von Gegenständen herausfinden. Kann mit einer Balkenwaage auch das *Gewicht* von Gegenständen gemessen werden, obwohl sie keine Skala hat?

Experimentieraufgaben

1. Lege zwei gleich schwere *Gegenstände* in die Waagschalen, z.B. je einen fischertechnik-Baustein 30. Rücke einen aber möglichst nach innen in der Waagschale und den anderen möglichst weit nach außen.

- a) Was beobachtest Du?

- b) Was muss man also beachten

2. Drücke die Klemmbuchsen einer der beiden Aufhängungen der Waagschalen ganz fest nach innen, sodass sich diese eine Waagschale nicht mehr frei bewegen kann. Lege je einen Baustein 30 in jede Waagschale. Was passiert?

Anlagen

Balkenwaage

Weiterführende Informationen

[1] Wikipedia: [Balkenwaage](#).

Name: _____ Klasse: _____ Datum: _____

Modell 5

Schiebewaage

Hinweis: Neben fischertechnik-Teilen können auch die Gewichte anderer kleiner Gegenstände mit der Waage verglichen werden.

Konstruktionsaufgabe

Baue das Modell Schiebewaage nach Bauanleitung auf. Beachte:

- Die Klemmbuchsen dürfen nicht zu stramm an den Bauteilen sitzen, damit alles leichtgängig geht. Das betrifft die obere Waagebalken-Aufhängung, die Aufhängung der Waagschale und die Aufhängung des kleinen Gewichts unterhalb des verschiebbaren roten Bausteins 15 mit Bohrung.
- Zur Leichtgängigkeit trägt auch der kleine Abstandsring 3 mm in der Mitte der oberen Waagebalken-Aufhängung bei (zwischen dem Fuß und dem Waagebalken) - dieser darf nicht vergessen werden.

Thematische Aufgaben

1. Lass die Waagschale frei und verschiebe das sogenannte Laufgewicht oder Ausgleichsgewicht so, dass die Waage im Gleichgewicht ist. Du kannst das daran ablesen, dass der S-Riegel am Zeiger unten genau zum S-Riegel im Fuß der Waage zeigt.

Es gibt einen Punkt, zu dem man das Ausgleichsgewicht verschieben muss, um die Waage ins Gleichgewicht zu bringen.

Verschiebt man das Ausgleichsgewicht _____ zum Drehpunkt, sinkt die Waagschale. Verschiebt man das Ausgleichsgewicht weiter weg vom Drehpunkt, _____ sich die Waagschale.

2. Lege einen fischertechnik-Baustein 15 in die Waage. Wie musst Du das Ausgleichsgewicht nun verschieben, um die Waage ins Gleichgewicht zu bringen??

das Gewicht muss vom Drehpunkt weggeschoben werden

das Gewicht muss näher an den Drehpunkt geschoben werden

3. Wiederhole dasselbe mit einem Baustein 30. Was stellst Du fest?

das Gewicht muss noch weiter nach außen verschoben werden

das Gewicht muss näher an den Drehpunkt geschoben werden

Je _____ das aufgelegte Gewicht in der Waagschale, desto weiter muss das Ausgleichsgewicht nach _____ geschoben werden.

Experimentieraufgaben

1. Lege einen Baustein 30 in die Waagschale und bringe die Waage ins Gleichgewicht. Miss mit einem Lineal die Entfernung des Ausgleichsgewichts vom Drehpunkt der Waage und notiere diese Entfernung. Wenn kein Lineal da ist, zähle ab, wie viele Löcher man im waagerechten Balken der Waage zwischen Drehpunkt und Ausgleichsgewicht sieht. Notiere das Ergebnis für Aufgabe 2.

Entfernung _____ cm oder Anzahl _____ Löcher

2. Halte das Ausgleichsgewicht exakt in der bei Aufgabe 1 notierten Stellung. Nun fülle mit anderen Gewichten (fischertechnik-Teilen oder sonstigen kleinen Teilen) die Waagschale, bis die Waage wieder im Gleichgewicht ist.

Wenn also die Stellung des Ausgleichsgewichts nicht verändert wird, können wir messen, ob Gewichte unterschiedlicher Gegenstände...

gleich schwer sind

schwerer sind

leichter sind

In Aufgabe 1 haben wir mit dem Baustein 30 das zu messende Gewicht der Schiebewaage _____.

Name: _____ Klasse: _____ Datum: _____

Modell 6

Kran

Hinweis: Um etwas an den Kranhaken hängen zu können, ist ein handelsübliches Haushaltsgummi praktisch.

Konstruktionsaufgaben

Die thematischen Aufgaben beziehen sich auf den Kran in verschiedenen Ausbaustufen:

Baue das Modell Kran zunächst ohne den „Turm“ (den Fuß, auf dem sich der Kran drehen kann) und ohne die Sperrklinke auf (die Bausteine 7,5, die in das Zahnrad Z10 eingreifen) nach Bauanleitung auf.

Die Aufgaben 2. verwenden zusätzlich die Sperrklinke.

Die Aufgabe 3. ergänzen den Flaschenzug.

Die Aufgaben 4. ergänzen den Turm (Fuß) unterhalb des Krans

Thematische Aufgaben

1. Wickle das Kranseil durch Drehen am roten Zahnrad Z20 auf. Du kannst es in zwei Richtungen drehen, um das Seil aufzurollen. Für die folgenden Aufgaben wird aber wichtig, dass Du es so herum aufdrehst, dass das Seil unten an der Seiltrommel zum Kranarm läuft und nicht oben.
 - a) Wenn das Seil so weit aufgerollt ist, dass der Kranhaken fast ganz oben (unterhalb der Seilrolle) hängt, halte die schwarze Grundplatte 120x60 fest und ziehe am Kranhaken nach unten. Was passiert? Warum wäre das für einen Kran schlecht?

- b) Drehe abwechselnd am roten Zahnrad Z20 und am schwarzen Zahnrad Z10 oder an der Kurbel. Was beobachtest Du?

- c) Verstelle die Neigung des Kranarms, indem Du die beiden S-Riegel der Statikstreben vorne in verschiedenen Löchern des Kranarms befestigt. Was kann man damit alles erreichen?

Je flacher der Kranarm steht, desto

Je steiler der Kranarm steht, desto

2. Ergänze nun die Sperrklinke. Sie muss von oben auf dem Zahnrad Z10 aufliegen. Wiederhole die Aufgabe von oben und ziehe am Kranseil. Was passiert? In welche Richtung kann sich das Kranseil noch frei bewegen? Was muss getan werden, um es herabzulassen?

3. In Aufgabe 1. b) konntest Du sehen, dass sich das Seil langsamer auf- oder abwickelt, wenn Du an der Kurbel anstatt direkt an der Seiltrommel drehst. **Ergänze nun den „Flaschenzug“.** Was beobachtest Du nun, wenn Du nun an der Kurbel drehst? Was hat der Flaschenzug wohl für einen Vorteil?

4. Ergänze nun den „Turm“ unter der Kranplattform. Damit kann der Kran Dinge von weiter oben heben, und Du kannst den Kran selbst drehen.

- a) Was passiert, wenn das an den Kranhaken angehängte Gewicht zu groß wird?

- b) Welchen Unterschied macht es dafür, ob der Kranarm flach und weit nach außen oder steil und weniger weit nach außen ragt?

Experimentieraufgaben

1. Wenn noch Bauteile übrig sind, kannst Du die „Füße“ des Kranturms verlängern. Was bringt es, wenn Du die Füße „vorne“ (in Richtung Kranhaken) verlängerst, um die Standsicherheit zu vergrößern?

2. Was bringt es, wenn Du die Füße „hinten“ (auf der Rückseite des Krans) verlängerst?

Anlagen

Kran

Ergänzendes Material

- Ein Haushaltsgummi oder eine weitere Schnur kann nützlich sein, um Gegenstände am Kranhaken zu befestigen.
- Beliebige Gegenstände - fischertechnik-Teile, Stifte, was auch immer - können mit dem Kran angehoben werden.

Weiterführende Informationen

[1] Wikipedia: [Kran](#). (Dort werden auch andere Kranarten dargestellt).

[2] Wikipedia: [Sperrklinke](#).

Name: _____ Klasse: _____ Datum: _____

Modell 7

Ballweitergabe 1 - Drehhebel

Hinweis: Mindestens ein Tischtennisball ist erforderlich. Es können aber auch mehrere gleichzeitig verwendet werden, insbesondere wenn mehrere Ballweitergabe-Module hintereinander gekoppelt aufgebaut werden.

Konstruktionsaufgabe

Baue das Modell Ballweitergabe 1 nach Bauanleitung auf. Tipp: Die Bahn selbst sieht immer gleich aus, nur die Mechanik zum Bewegen des Tischtennisballs ist von Modell zu Modell verschieden.

Thematische Aufgaben

1. Lege einen Tischtennisball auf den Eingang (den kürzeren Teil der Bahn) auf und drehe im Uhrzeigersinn (rechtsherum) an der Kurbel. Beobachte, wie die sich drehenden Hebel den Ball aufnehmen und über den Hügel heben. Was passiert, wenn Du andersherum kurbelst?

2. Wenn gleichzeitig mehrere Module aufgebaut sind, kopple sie zu einer längeren Bahn! Du kannst dazu einfach die Zapfen der Bausteine 15 am Ende eines Moduls in die Nuten der Bausteine 15 am Eingang des nächsten Moduls einschieben.

Experimentieraufgaben

1. Wie oft musst Du die Kurbel drehen, damit sich die Hebel (beide) einmal drehen? Versuche zu beschreiben, was genau passiert und begründe es.

Tipp: das kleine schwarze Zahnrad hat 10 Zähne und das rote Zahnrad 20.

2. Wie viele Bälle können mit einer Kurbelumdrehung angehoben werden? Warum brauchst Du nicht zwei Kurbelumdrehungen für einen Ball?

Anlagen

Ballweitergabe 1 - Drehhebel

Ergänzendes Material

- Tischtennisbälle

Weiterführende Informationen

[1] Wikipedia: [Zahnrad](#)

Name: _____ Klasse: _____ Datum: _____

Modell 8

Ballweitergabe 2 - Viergelenk-Getriebe

Hinweis: Mindestens ein Tischtennisball ist erforderlich. Es können aber auch mehrere gleichzeitig verwendet werden, insbesondere wenn mehrere Ballweitergabe-Module hintereinander gekoppelt aufgebaut werden.

Konstruktionsaufgabe

Baue das Modell Ballweitergabe 2 nach Bauanleitung auf.

Thematische Aufgaben

1. Lege einen Tischtennisball auf den Eingang (den kürzeren Teil der Bahn) auf und drehe im Uhrzeigersinn (rechtsherum) an der Kurbel. Beobachte, wie das Zahnrad den Hebel über die I-Strebe 45 hebt und wieder absenkt und so den Ball über den Hügel hebt.

Wir haben hier zwei Getriebearten in Kombination vor uns:

- a) Ein „Exzenter-Getriebe“

Die im Zahnrad eingesteckte Achse mit der I-Strebe 45 dreht sich

außerhalb des Zahnrad-Mittelpunkts

innerhalb des Zahnrad-Mittelpunkts

Das führt zu einer Hin- und Her-, oder Auf- und Abbewegung der I-Strebe 45 weg von der Mittelachse (Rotationsachse) des Zahnrades. Diese Art der Bewegung wird exzentrisch genannt.

b) Ein „Viergelenk-Getriebe“

Finde die vier drehbaren Gelenke an dem Modell, die jeweils über Hebel miteinander verbunden sind:

1. Den Drehmittelpunkt des Zahnrads mit der Kurbel,
 2. die Achse im Zahnrad mit der drehbar gelagerten Strebe (der „Hebel“ ist hier das Zahnrad selbst),
 3. die drehbare Lagerung der Strebe oben im langen Hebel
 4. sowie die drehbare Aufhängung des großen Hebels am Ausgang des Modells.
2. Wenn gleichzeitig mehrere Module aufgebaut sind, kopple sie zu einer längeren Bahn! Du kannst dazu einfach die Zapfen der Bausteine 15 am Ende eines Moduls in die Nuten der Bausteine 15 am Eingang des nächsten Moduls einschieben.

Experimentieraufgaben

1. Wie viele Bälle kann eine Umdrehung der Kurbel anheben?

2. Wozu dient der nach unten hängende Winkelträger 30 am Ende des Hebels? Was kann passieren, wenn Du den weglässt?

Anlagen

Ballweitergabe - Viergelenk-Getriebe

Ergänzendes Material

- Tischtennisbälle

Weiterführende Informationen

- [1] Wikipedia: [Exzenter](#).
- [2] Wikipedia: [Gelenkviereck](#).
- [3] Wikipedia: [Koppelgetriebe](#).
- [4] Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Dankert: [Viergelenkketten](#).

Name: _____ Klasse: _____ Datum: _____

Modell 9

Ballweitergabe 3 - Springer

Hinweis: Mindestens ein Tischtennisball ist erforderlich. Es können aber auch mehrere gleichzeitig verwendet werden, insbesondere wenn mehrere Ballweitergabe-Module hintereinander gekoppelt aufgebaut werden.

Konstruktionsaufgabe

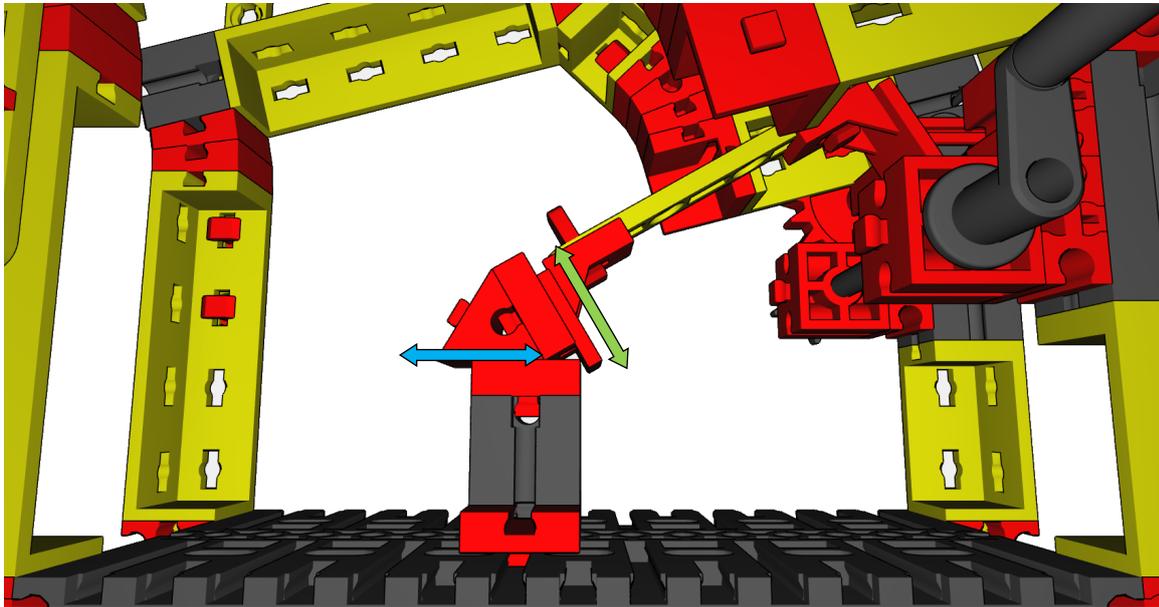
Baue das Modell Ballweitergabe 3 nach Bauanleitung auf. Beachte die folgenden Punkte:

- Die insgesamt vier Bausteine 7,5, an denen die Achse mit der Kurbel befestigt sind, müssen in den Bausteinen 30 so weit wie möglich nach oben geschoben werden, damit das schwarze Zahnrad Z10 sauber ins rote Zahnrad Z20 eingreift.
- Der rote Verbinder 15 muss sauber mittig im Rastadapter 20 sitzen.

Das „Geländer“ wird bei diesem Modell benötigt, damit der Ball nicht nach links oder rechts aus der Bahn springen kann. Es kann auch bei den anderen drei Ballweitergabe-Modellen angebracht werden, ist dort aber nicht notwendig.

Thematische Aufgaben

1. Lege einen Tischtennisball auf den Eingang (den kürzeren Teil der Bahn) auf und drehe im Uhrzeigersinn (rechtsherum) an der Kurbel. Du musst die Mechanik an zwei Stellen so einstellen („justieren“), dass sie einwandfrei funktioniert.



Den Winkelstein 60°  (blauer Pfeil) kannst Du im Modell nach vorne oder hinten (im Bild nach rechts oder links) auf dem darunter liegenden Baustein 5 verschieben.

Die Statik-Adapterlasche  (grüner Pfeil), an dem die I-Strebe 45 befestigt ist, kannst Du nach oben oder unten verschieben. Beginne mit einer Stellung wie in der Abbildung.

Das drehende rote Verbindungsstück 15  muss den Zapfen der Statik-Adapterlasche am Ende der Strebe von oben herab nach unten drücken.

Justiere die Mechanik so, dass der Tischtennisball zuverlässig über den Hügel springt, aber nicht höher als das Gelände.

Kannst Du mit eigenen Worten beschreiben, wie das Modell funktioniert?

2. Wenn gleichzeitig mehrere Module aufgebaut sind, kopple sie zu einer längeren Bahn! Du kannst dazu einfach die Zapfen der Bausteine 15 am Ende

eines Moduls in die Nuten der Bausteine 15 am Eingang des nächsten Moduls einschieben.

Experimentieraufgaben

1. Wie oft musst Du die Kurbel drehen, damit sich das Verbindungsstück 15 einmal dreht? Warum ist das so, was passiert da?

2. Wie viele Bälle können mit einer Kurbelumdrehung angehoben werden? Warum brauchst Du nicht zwei Kurbelumdrehungen für einen Ball?

Anlagen

Ballweitergabe - Springer

Ergänzendes Material

- Tischtennisbälle

Weiterführende Informationen

[1] Wikipedia: [Blattfeder](#) (in: [Feder](#)).

Name: _____ Klasse: _____ Datum: _____

Modell 10

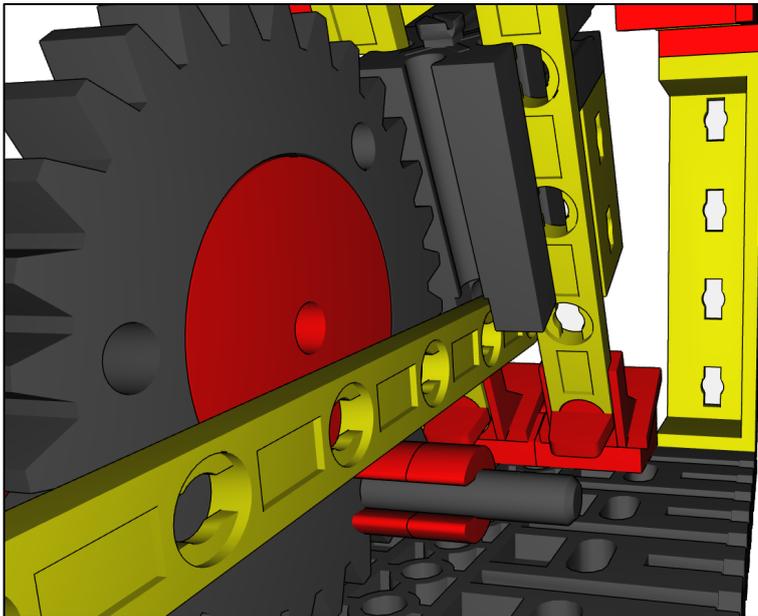
Ballweitergabe 4 - Linearvorschub

Hinweis: Mindestens ein Tischtennisball ist erforderlich. Es können aber auch mehrere gleichzeitig verwendet werden, insbesondere wenn mehrere Ballweitergabe-Module hintereinander gekoppelt aufgebaut werden.

Konstruktionsaufgabe

Baue das Modell Ballweitergabe 4 nach Bauanleitung auf. Beachte die folgenden Punkte:

- Der Baustein 30 muss zwischen den beiden Statikstreben leichtgängig gleiten, aber sicher geführt werden. Dazu müssen die Strebenhalterungen am Fuß ca. 1 mm Abstand voneinander haben.
- Der Baustein 30 soll so zwischen den Streben liegen, dass die Nut auf seiner Unterseite längs zum Modell verläuft.
- Die waagrecht liegende Strebe soll in die untere Nut des Bausteins 30 eingreifen. Die Strebe muss über der im Zahnrad Z30 steckenden Achse mit der Klemmbuchse liegen:



Thematische Aufgaben

1. Lege einen Tischtennisball auf den Eingang (den kürzeren Teil der Bahn) auf und drehe im Uhrzeigersinn (rechtsherum) an der Kurbel. Beschreibe kurz, wie die Drehung der Kurbel zum Anheben des Balls führt.

2. Wenn gleichzeitig mehrere Module aufgebaut sind, kopple sie zu einer längeren Bahn! Du kannst dazu einfach die Zapfen der Bausteine 15 am Ende eines Moduls in die Nuten der Bausteine 15 am Eingang des nächsten Moduls einschieben.

Experimentieraufgaben

1. Wie oft musst Du die Kurbel drehen, damit ein Ball angehoben werden kann?

2. Vergleiche die *Geschwindigkeit* der Bewegung des „Aufzugs“

- a) beim Hochfahren und Senken und
- b) wenn Du die Drehrichtung der Kurbel änderst.

Erkennst Du, was da passiert und woran das liegt?

Anlagen

Ballweitergabe - Linearvorschub

Ergänzendes Material

- Tischtennisbälle

Weiterführende Informationen

[1] Wikipedia: [Gleitführung](#).

Name: _____ Klasse: _____ Datum: _____

Modell 10

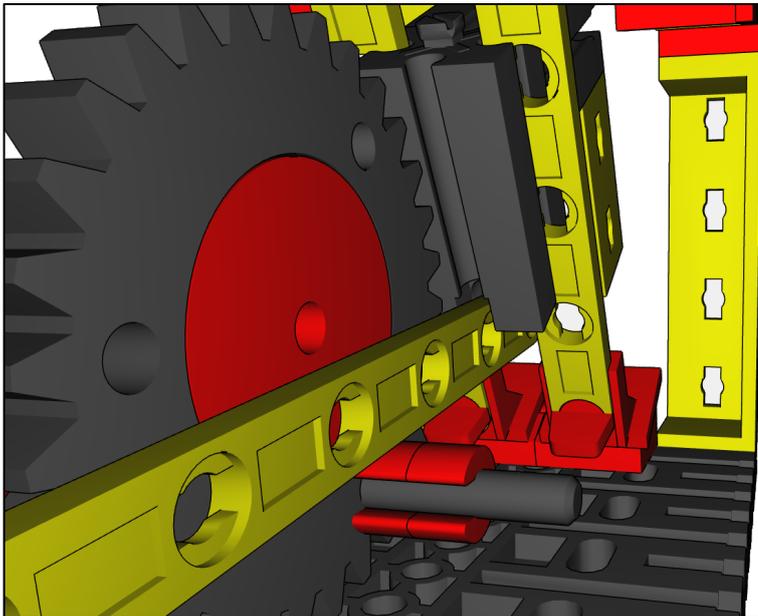
Ballweitergabe 4 - Linearvorschub

Hinweis: Mindestens ein Tischtennisball ist erforderlich. Es können aber auch mehrere gleichzeitig verwendet werden, insbesondere wenn mehrere Ballweitergabe-Module hintereinander gekoppelt aufgebaut werden.

Konstruktionsaufgabe

Baue das Modell Ballweitergabe 4 nach Bauanleitung auf. Beachte die folgenden Punkte:

- Der Baustein 30 muss zwischen den beiden Statikstreben leichtgängig gleiten, aber sicher geführt werden. Dazu müssen die Strebenhalterungen am Fuß ca. 1 mm Abstand voneinander haben.
- Der Baustein 30 soll so zwischen den Streben liegen, dass die Nut auf seiner Unterseite längs zum Modell verläuft.
- Die waagrecht liegende Strebe soll in die untere Nut des Bausteins 30 eingreifen. Die Strebe muss über der im Zahnrad Z30 steckenden Achse mit der Klemmbuchse liegen:



Thematische Aufgaben

1. Lege einen Tischtennisball auf den Eingang (den kürzeren Teil der Bahn) auf und drehe im Uhrzeigersinn (rechtsherum) an der Kurbel. Beschreibe kurz, wie die Drehung der Kurbel zum Anheben des Balls führt.

2. Wenn gleichzeitig mehrere Module aufgebaut sind, kopple sie zu einer längeren Bahn! Du kannst dazu einfach die Zapfen der Bausteine 15 am Ende eines Moduls in die Nuten der Bausteine 15 am Eingang des nächsten Moduls einschieben.

Experimentieraufgaben

1. Wie oft musst Du die Kurbel drehen, damit ein Ball angehoben werden kann?

2. Vergleiche die *Geschwindigkeit* der Bewegung des „Aufzugs“

- a) beim Hochfahren und Senken und
- b) wenn Du die Drehrichtung der Kurbel änderst.

Erkennst Du, was da passiert und woran das liegt?

Anlagen

Ballweitergabe - Linearvorschub

Ergänzendes Material

- Tischtennisbälle

Weiterführende Informationen

[1] Wikipedia: [Gleitführung](#).

Name: _____ Klasse: _____ Datum: _____

Modell 11

Ballweitergabe - Gruppenmodell

Die vier vorgeschlagenen Ballweitergabe-Modelle sind ideal für ein klassenweites Gemeinschafts-Abschlussprojekt geeignet:

Die Module können direkt gekoppelt und miteinander verbunden werden, indem die Zapfen der Bausteine 15 am Ausgang eines Moduls in die entsprechenden Nuten der Bausteine 15 am Eingang des nächsten Moduls eingeschoben werden.

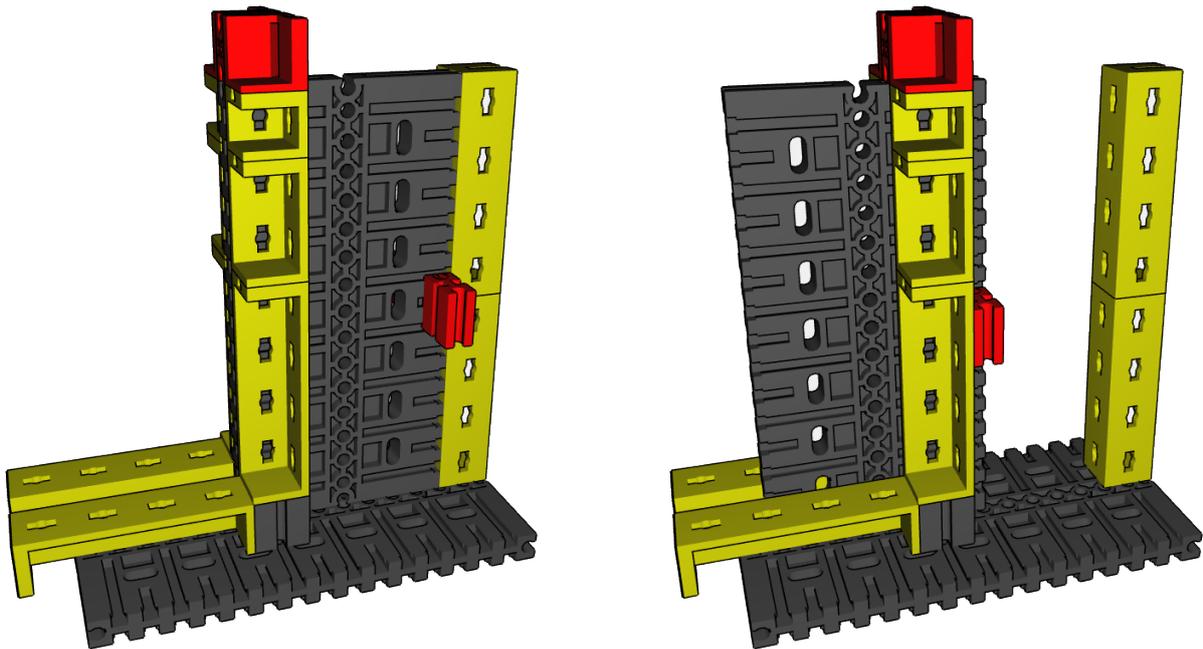
- Es empfiehlt sich, die Module in einer solchen Reihenfolge zu koppeln, dass die Kurbeln abwechselnd auf beiden Seiten liegen. Dadurch können sich die Kinder auf beiden Seiten eines oder mehrerer Schultische setzen, und es steht am meisten Platz für jedes einzelne Kind an „seiner“ Kurbel zur Verfügung.
- Die Reihenfolge der Nummerierung der Module (1. Drehhebel, 2. Viergelenk-Getriebe, 3. Springer, 4. Linearschub) ist z. B. in diesem Sinne geeignet.

Mindestens ein Tischtennisball ist erforderlich. Es können aber auch mehrere gleichzeitig verwendet werden, insbesondere wenn mehrere Module hintereinander gekoppelt aufgebaut werden.

Name: _____ Klasse: _____ Datum: _____

Lösungsblatt Modell 1

Schiebetür



Thematische Aufgabe

1. Durch Aufschieben der Tür am Griff **verschwindet** die Tür zwischen den waagerechten Trägern - da, wo in einem Gebäude die Wand wäre.
2. Die Wand muss also hohl sein! Der **Hohlraum** der Wand muss mindestens so groß wie die Tür sein, damit sie darin ganz aufgenommen werden kann.

Experimentieraufgabe

Ohne die Griffe ist die Tür nur schwer wieder aus der Wand zu holen. Deshalb haben manche Türen an der schmalen Seite des Türblatts (auf die man blickt, wenn die Tür ganz geöffnet ist) noch eine Möglichkeit, zu ziehen.

Anlagen

Schiebetür

Weiterführende Informationen

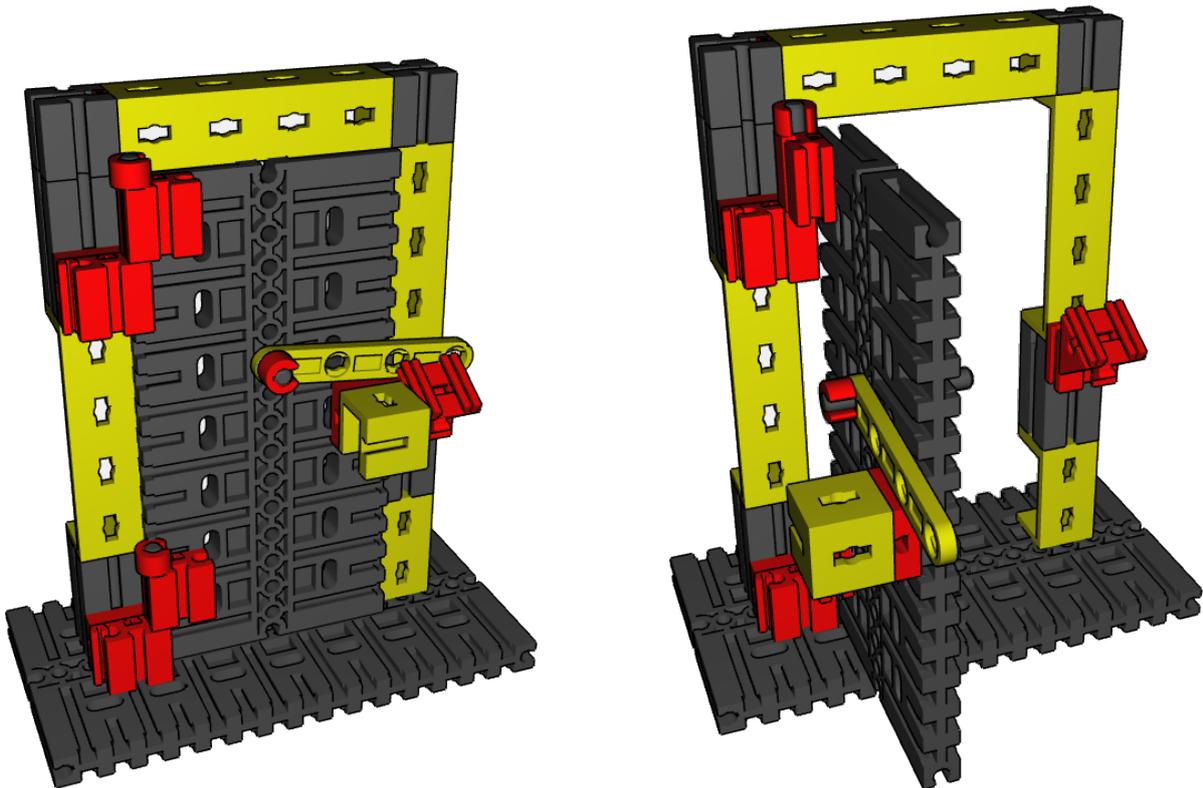
[1] Wikipedia: [Schiebetür](#).

Name: _____ Klasse: _____

Datum: _____

Lösungsblatt Modell 2

Gartentür



Thematische Aufgabe

1. Eine „richtige“ Tür ist schwer. Man muss sie trotzdem so gerade halten, dass man beide Achslager trifft und diese gleichzeitig eingeschoben werden können. Das geht wohl am besten - zu zweit!
2. Türangel
3. Wenn die Tür ganz geschlossen ist, sitzt das Türblatt zum Teil im Türrahmen. Der Türrahmen verhindert, dass die Tür nach oben gehoben werden kann. Deshalb kann sie auch ein Einbrecher nicht einfach durch Herausheben öffnen, wenn sie verschlossen ist.

4. Zum Öffnen der Tür muss man zuerst den Sperrriegel anheben, sodass er über der Oberkante des Schlosses bewegt werden kann.
5. Das Schloss ist extra schräg gebaut, sodass der Sperrriegel auch durch direktes Zuschieben der Tür über die schräge Fläche nach oben in das Schloss fallen kann.

Experimentieraufgaben

1. 180°
2. Ein Sperrriegel, der sich nicht leichtgängig bewegen lässt, fällt nicht mehr von allein in das Schloss herunter. Zum Verschließen muss man den Sperrhebel extra mit der Hand herunterdrücken.
3. Bei **Regenwetter** könnte ein Sperrriegel aus Metall rosten und die Mechanik schwergängig werden.
4. Die Mechanik kann durch Reinigen und ggf. Schmieren oder Ölen wieder leichtgängig gemacht werden.

Anlagen

Gartentür

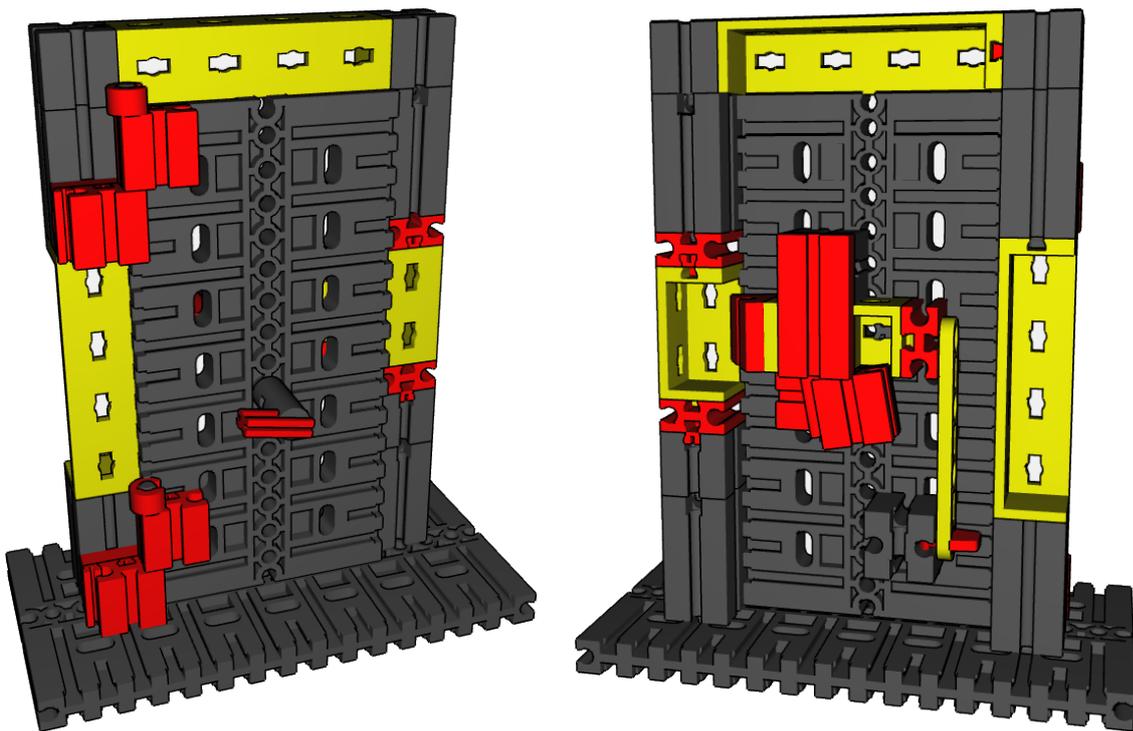
Weiterführende Informationen

[1] Wikipedia: [Türklinke](#).

Name: _____ Klasse: _____ Datum: _____

Lösungsblatt Modell 3

Zimmertür



Thematische Aufgabe

1. Der mechanische Ablauf:
 - a) Beim Öffnen der Tür wird die Türklinke nach **unten** gedrückt
 - b) Das bewirkt, dass sich die Achse der Türklinke nach **links** dreht. (Von der Vorderseite aus betrachtet)
 - c) Auf der Rückseite der Tür dreht sich dabei der Baustein 7,5 mit nicht ganz eingestecktem Verbindungsstück 15 nach **rechts**
 - d) Das Verbindungsstück 15 **schiebt oder drückt** den Türriegel (die beiden Winkelträger 15 und den daran befestigten Winkelstein 30°)

[x] weg vom Türrahmen.

[] in den Türrahmen hinein

- e) Dabei wird die Feder (die I-Strebe 45) **gedrückt oder gespannt**
- f) Beim Loslassen der Türklinke bewirkt die **Feder**, dass der Türriegel wieder zurück in den **Türrahmen** gedrückt wird.
2. Wenn die Tür einfach so auf geht, muss der **Baustein 15** mit der Feder weiter nach **links** in Richtung des Türrahmens geschoben werden. Die Feder muss den Winkelstein 30° zuverlässig in das Schließblech (den Winkelträger 30 im Türrahmen) hineindrücken.
3. Zum „Zuknallen“ der Tür:
- a) Das funktioniert, weil der Winkelstein 30° **schräg** an das Schließblech (den Winkelträger 30) stößt. Er kann daher beim Zudrücken nach innen gleiten.
- b) Dann muss der **Baustein 15** mit der Feder weiter nach **rechts** geschoben werden.
4. Zum Öffnen der Tür muss man zuerst den Sperrriegel anheben, sodass er über der Oberkante des Schlosses bewegt werden kann.
5. Das Schloss ist extra schräg gebaut, sodass der Sperrriegel auch durch direktes Zuschieben der Tür über die schräge Fläche nach oben in das Schloss fallen kann.

Experimentieraufgaben

1. Ist die Feder zu weit rechts justiert, dann kann der Türriegel am Schließblech (den Winkelträger 30) des Türrahmens nicht einrasten. Ist sie zu weit nach links justiert, dann drückt sie zu stark und die Tür kann entweder gar nicht oder nur mit der Türklinke geschlossen werden.
2. Wie so oft, gibt es auch hier eine optimale Stellung, in der die Tür am besten funktioniert...
3. Ohne dem „Riegelgehäuse“ würde der Türriegel nicht festgehalten werden und könnte herausfallen. Schlimmer noch: Die Tür könnte einfach so aufgedrückt werden!

Anlagen

Zimmertür

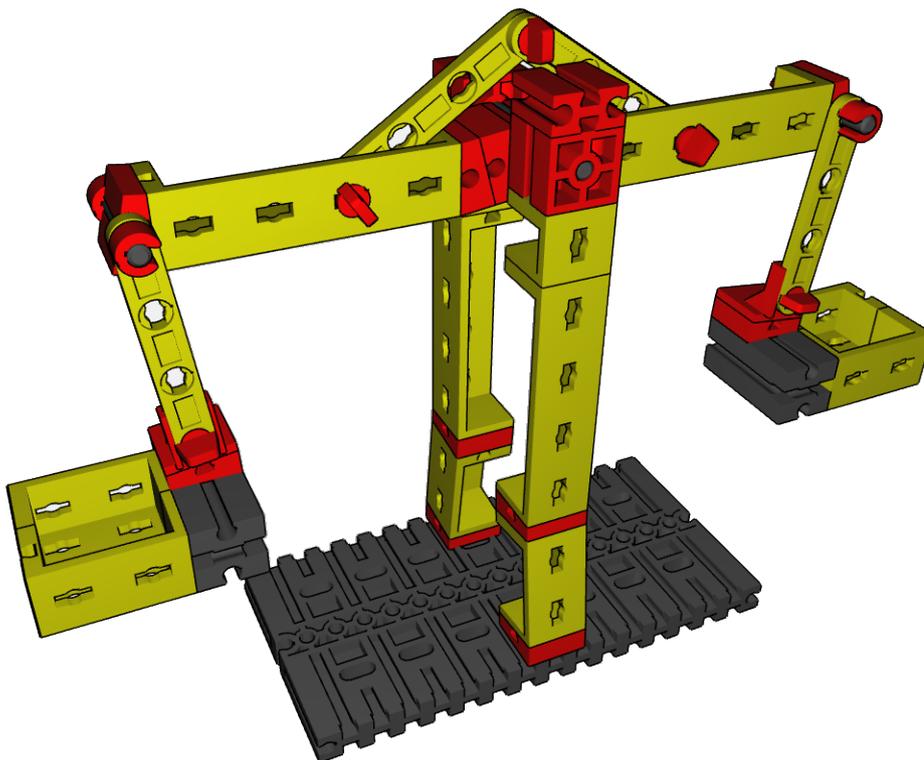
Weiterführende Informationen

[1] Wikipedia: [Türklinke](#).

Name: _____ Klasse: _____ Datum: _____

Lösungsblatt Modell 4

Balkenwaage



Thematische Aufgaben

1. Der Balken der Waage neigt sich zur Seite. Das **schwerere** Teil befindet sich weiter **unten**. Die Schale mit dem **leichteren** Gewicht wird angehoben.
2. Bei gleich schweren Teilen in beiden Waagschalen richtet sich der Balken der Waage **waagrecht** aus
3. Der Statik-Riegel und der fest angebrachte Baustein 7,5 dienen dazu, genau ablesen zu können, wann sich die Waage im „Gleichgewicht“ befindet, beide Seiten also gleich schwer belastet sind.

4. Mit der Balkenwaage können wir prüfen, ob zwei *Gewichte* gleich schwer sind. In die eine Waagschale wird der zu wiegenden *Gegenstand* gelegt und die andere Waagschale füllen wir mit **uns bekannten Gewichten** so lange auf, bis die Waage im Gleichgewicht ist.

Das ermittelte *Gewicht* ist die Summe aller auf der zweiten Waagschale aufgelegten bekannten *Gewichte*. Die Balkenwaage hat aber keine Skala, an der man das *Gewicht* eines *Gegenstandes* direkt ablesen könnte

Experimentieraufgaben

1. Enthalten beide Waagschalen zwar gleiche *Gegenstände*, die aber von der Mitte der Balkenwaage unterschiedlich weit entfernt sind:
 - a) dann kommt die Balkenwaage nicht zuverlässig ins Gleichgewicht, obwohl beide *Gegenstände* gleich schwer sind.
 - b) Die *Gegenstände* müssen von der Mitte der Balkenwaage aus gesehen gleich weit entfernt aufgelegt sein. Je weiter außen ein *Gegenstand* liegt, desto größer wirkt sich die auf die Waage aufgebrachte Hebelkraft aus.
2. Wenn sich bei der Waage eine der Waagschalen nicht frei bewegen kann, hat das einen ähnlichen Effekt wie in Experimentieraufgabe 1: Die Waagschalen befinden sich beim Ausschlagen der Waage nicht mehr im gleichen Abstand zur Mitte der Waage. Deshalb kann das Ergebnis verfälscht sein.

Anlagen

Balkenwaage

Weiterführende Informationen

[1] Wikipedia: [Balkenwaage](#).

Die Grenzen der wägbaren Gewichte sind durch die Größe des Gegengewichts und den möglichen Verschieberegion gesetzt.

Experimentieraufgaben

1. Messung/Justierung für Aufgabe 2
2. Damit haben wir gemessen, welche anderen Teile genauso viel wiegen wie ein Baustein 30.

Wenn also die Stellung des Ausgleichsgewichts nicht verändert wird, können wir messen, ob Gewichte unterschiedlicher Gegenstände...

gleich schwer sind

schwerer sind

leichter sind

In Aufgabe 1 haben wir mit dem Baustein 30 das zu messende Gewicht der Schiebewaage **eingestellt** oder **justiert**.

Name: _____ Klasse: _____

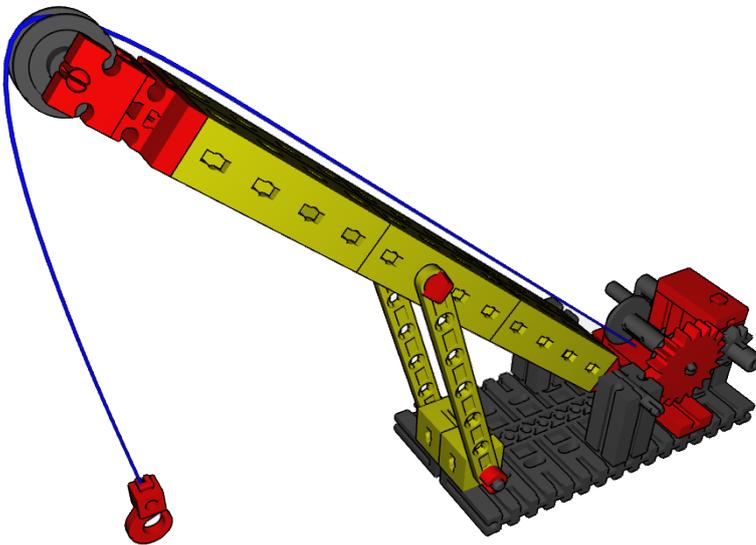
Datum: _____

Lösungsblatt Modell 6

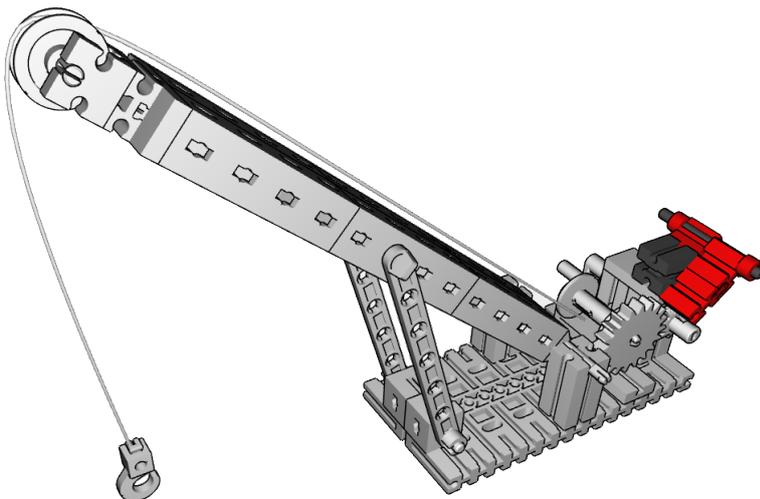
Kran

Konstruktionsaufgaben

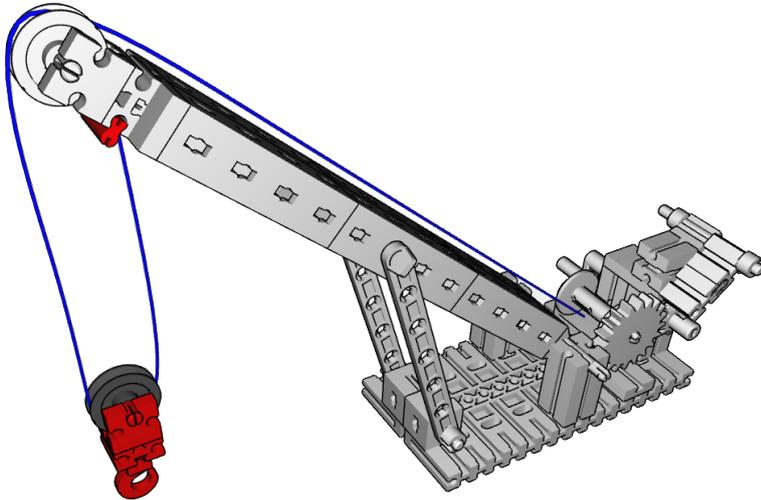
1. Ohne Turm und Sperrklinke:



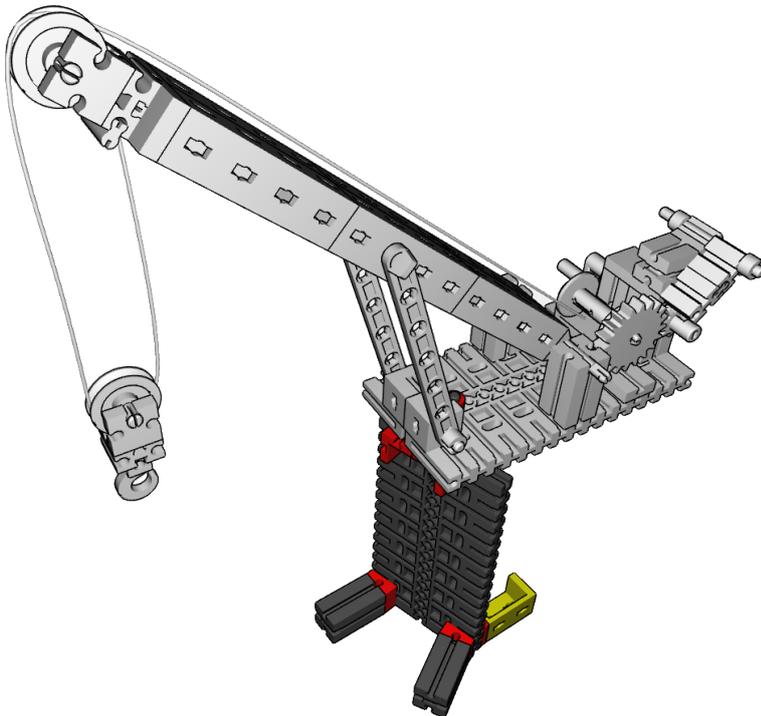
2. Mit Sperrklinke:



3. Mit Flaschenzug:



4. Mit Turm:



Thematische Aufgaben

1. Ohne Sperrklinke, Flaschenzug und Turm:

- a) Der Kranhaken kann leicht nach unten gezogen werden. Er könnte deshalb kaum ein Gewicht tragen, weil nichts das Seil festhält.
- b) Wenn man genau hinsieht, erkennt man, dass das Z10 sich schneller dreht als das Z20. Für jede Umdrehung des Z20 macht das Z10 (und die Kurbel) zwei Umdrehungen. Dadurch wickelt sich das Kranseil langsamer auf als ohne das Zahnradgetriebe - dafür kann man mit weniger Kraft kurbeln, und trotzdem das Seil mit größerer Kraft ziehen.
- c) Je flacher der Kranarm steht, desto weiter weg kann das zu hebende Material vom Kran entfernt sein.

Je steiler der Kranarm steht, desto näher muss das zu hebende Material vor dem Kran stehen. Dafür kann es aber höher gehoben werden, weil der Kranarm nun weiter in die Höhe reicht.

2. Die Sperrklinke löst das Problem von Aufgabe 1. a). Wenn sie auf dem Z10 aufliegt, kann sich das Seil nicht mehr von allein abwickeln (sofern Du das Seil „von unten“ aus der Seiltrommel herauskommen lässt). Erst jetzt kann der Kran ein Gewicht halten, ohne dass die Kurbel festgehalten werden muss.

Um das Kranseil abzusenken, muss man nur die Sperrklinke etwas anheben, sodass die Zähne des Zahnrads Z10 sich frei darunter drehen können.

3. Der Flaschenzug bewirkt, ähnlich wie das Zahnradgetriebe, dass sich der Kranhaken noch langsamer hebt, wenn man an der Kurbel dreht. Aber dafür verteilt sich das Gewicht, welches am Haken hängt, auf zwei Seilstränge. Jeder davon muss nur noch die Hälfte des Gewichts tragen.

Da wir nur an einem der Seilstränge mit der Kurbel und Seiltrommel ziehen, brauchen wir dafür auch nur die halbe Kraft. Wir können damit also wiederum mit weniger Kraftaufwand größere Gewichte anheben! Nur geht es eben etwas langsamer.

4. Mit Turm:

- a) Wenn das Gewicht am Kranhaken zu schwer wird, kippt der Kran um. Bei einem echten Kran wäre das ein gefährlicher Unfall! (Das gilt auch ohne den Turm - probiere es ruhig aus!)
- b) Wenn der Kran flacher, damit aber weiter nach außen ragt, kippt der Kran schon bei kleineren Gewichten, als wenn er steil steht und nahe dem Fuß endet.

Experimentieraufgaben

1. Längere Füße sichern den Kran weiter gegen Umkippen bei zu schweren Gewichten. Man kann also größere Gewichte anhängen. Allerdings muss man beim Drehen des Krans aufpassen, wenn die Füße nicht in alle Richtungen gleich weit reichen.
2. Wenn man die Füße „hinten“ verlängert, bringt das fürs Heben schwerer Gewichte vorne zwar nichts, aber es hilft gegen Kippen, wenn der Kran nach hinten gedreht wird.

Anlagen

Kran

Ergänzendes Material

- Ein Haushaltsgummi oder eine weitere Schnur kann nützlich sein, um Gegenstände am Kranhaken zu befestigen.
- Beliebige Gegenstände - fischertechnik-Teile, Stifte, was auch immer - können mit dem Kran angehoben werden.

Weiterführende Informationen

- [1] Wikipedia: [Kran](#). (Dort werden auch andere Kranarten dargestellt).
- [2] Wikipedia: [Sperrklinke](#).

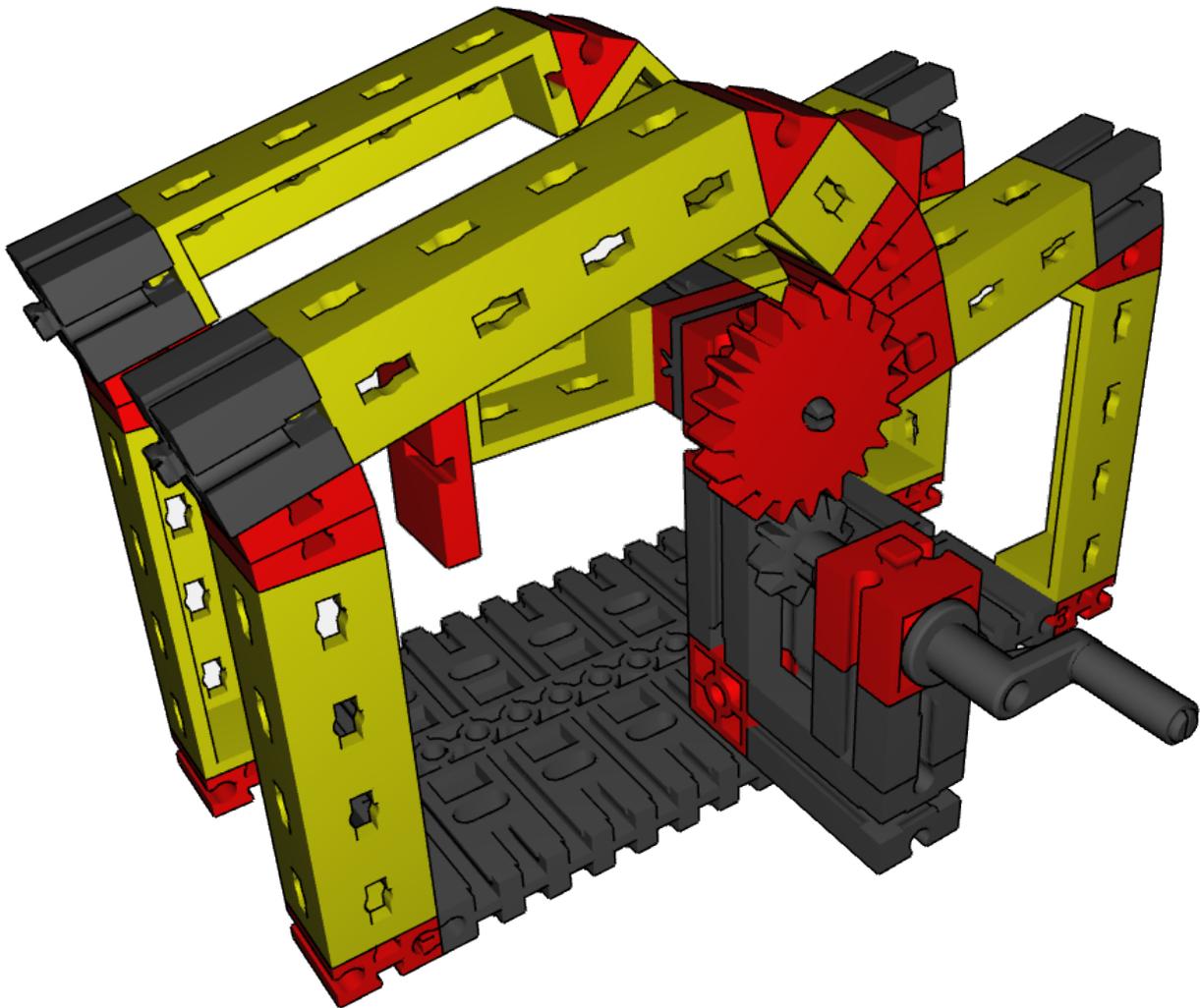
Name: _____ Klasse: _____

Datum: _____

Lösungsblatt Modell 7

Ballweitergabe 1 - Drehhebel

Konstruktionsaufgabe



Thematische Aufgaben

1. Die Hebel greifen den Ball von unten auf und heben ihn an. Die roten flachen Bausteine an ihrem Ende verhindern, dass der Ball den Hebel verlässt. Die ganze Zeit über wird der Ball auch von der Bahn geführt und kann deshalb auch nicht nach links oder rechts heraus.
Oben angekommen, rollt der Ball von allein den Ausgang der Bahn hinab. Wenn Du „falsch“ herum kurbelst, werden die Bälle nicht angehoben - das Modell funktioniert nur in eine Richtung.
2. Gerne können und sollen die vorgeschlagenen Modelle auch abgewandelt oder durch ganz neue Konstruktionen ergänzt werden. Einzige Voraussetzung dafür ist, dass auf die sogenannten Schnittstellen neuer Module geachtet wird, damit sie auch miteinander gekoppelt werden können.

Experimentieraufgaben

1. Du musst die Kurbel zweimal herumdrehen, damit sich die Hebel einmal drehen. Das liegt an der „Untersetzung“ des schwarzen Zahnrads Z10 auf das rote Zahnrad Z20 (das haben wir auch schon beim Aufgabenblatt „Kran“ kennengelernt). Wenn sich das Z10 mit der Kurbel einmal dreht, wird das Z20 nur um 10 Zähne weitergedreht. Daher bedarf es zwei Umdrehungen des Z10, damit sich das Z20 einmal voll drehen kann.
2. Unser Modell hat zwei Hebelarme. Es können daher pro Umdrehung zwei Bälle angehoben werden. Obwohl sich die Hebel nur halb so schnell drehen, wie man kurbelt, ergibt das einen angehobenen Ball je Kurbelumdrehung.

Anlagen

Ballweitergabe - Drehhebel

Ergänzendes Material

- Tischtennisbälle

Weiterführende Informationen

[1] Wikipedia: [Zahnrad](#)

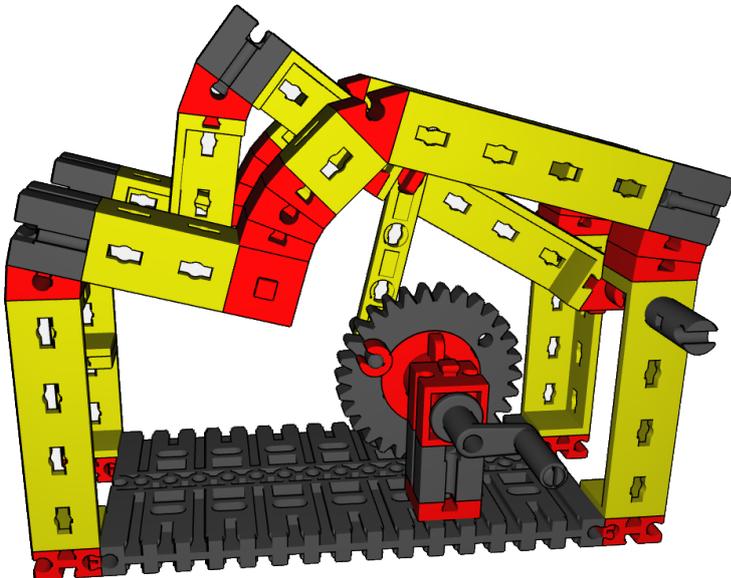
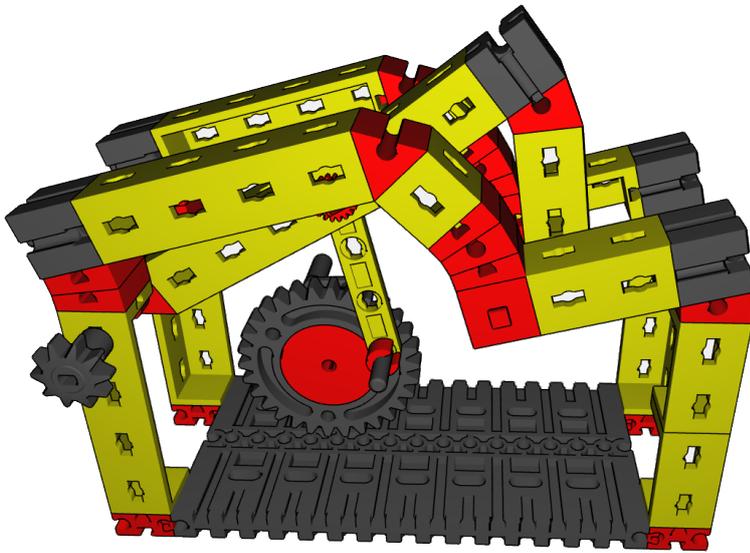
Name: _____ Klasse: _____

Datum: _____

Lösungsblatt Modell 8

Ballweitergabe 2 - Viergelenk-Getriebe

Konstruktionsaufgabe



Thematische Aufgaben

1. a) Exzenter-Getriebe

Die im Zahnrad eingesteckte Achse mit der I-Strebe 45 dreht sich

außerhalb des Zahnrad-Mittelpunkts

innerhalb des Zahnrad-Mittelpunkts

b) Viergelenk-Getriebe

Es gibt vier drehbare Gelenke, die jeweils über Hebel miteinander verbunden sind: Den Drehmittelpunkt des Zahnrads mit der Kurbel, die Achse im Zahnrad mit der drehbar gelagerten Strebe (der „Hebel“ ist hier das Zahnrad selbst), die drehbare Lagerung der Strebe oben im langen Hebel sowie die drehbare Aufhängung des großen Hebels am Ausgang des Modells. Studiere die Mechanik und ihre Wirkungsweise ausführlich.

2. Gerne können und sollen die vorgeschlagenen Modelle auch abgewandelt oder durch ganz neue Konstruktionen ergänzt werden. Einzige Voraussetzung dafür ist, dass auf die sogenannten Schnittstellen neuer Module geachtet wird, damit sie auch miteinander gekoppelt werden können.

Experimentieraufgaben

1. Eine Umdrehung der Kurbel hebt und senkt den großen Hebel ein Mal. Mit einer Umdrehung kann deshalb ein Ball angehoben und transportiert werden.
2. Der nach unten hängende Statikträger ist wichtig, wenn mehrere Bälle direkt nacheinander aufgelegt werden. Er verhindert, dass ein Ball unter den Hebel rutscht, wenn der Hebel sich gerade oben befindet. Ohne ihn käme der Ball von unten unter den Hebel und würde ihn blockieren.

Anlagen

Ballweitergabe - Viergelenk-Getriebe

Ergänzendes Material

- Tischtennisbälle

Weiterführende Informationen

- [1] Wikipedia: [Exzenter](#).
- [2] Wikipedia: [Gelenkviereck](#).
- [3] Wikipedia: [Koppelgetriebe](#).
- [4] Prof. Dr.-Ing. habil. Jürgen Dankert: [Viergelenkketten](#).

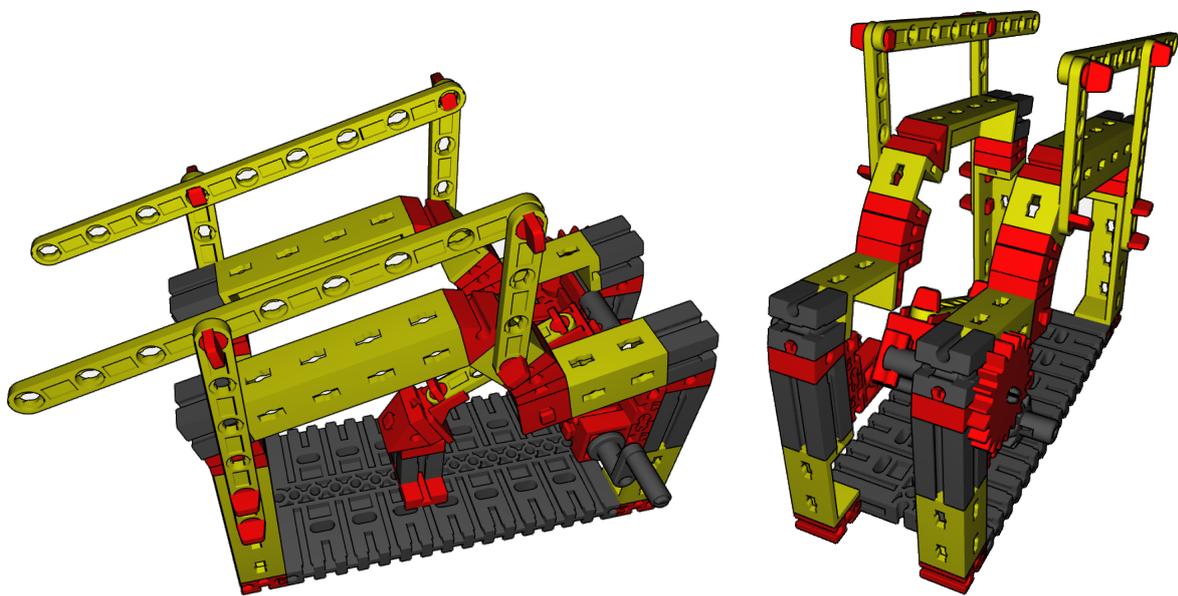
Name: _____ Klasse: _____

Datum: _____

Lösungsblatt Modell 9

Ballweitergabe 3 - Springer

Konstruktionsaufgabe



Thematische Aufgaben

1. Die Statikstrebe 45 wirkt hier als Feder. Sie wird vom sich drehenden Verbindungsstück 15 „aufgezogen“ und plötzlich losgelassen. Dadurch stößt der S-Riegel am Ende der Strebe von unten an den Tischtennisball und schleudert ihn hoch. Sofern alles gut justiert wurde, wird der Ball zuverlässig über den Hügel geworfen, ohne die Bahn zu verlassen.
2. Gerne können und sollen die vorgeschlagenen Modelle auch abgewandelt oder durch ganz neue Konstruktionen ergänzt werden. Einzige Voraussetzung dafür ist, dass auf die sogenannten Schnittstellen neuer Module geachtet wird, damit sie auch miteinander gekoppelt werden können.

Experimentieraufgaben

1. Du musst die Kurbel zweimal herumdrehen, damit sich die Hebel einmal drehen. Das liegt an der „Untersetzung“ des schwarzen Zahnrads Z10 auf das rote Zahnrad Z20 (das haben wir auch schon beim Aufgabenblatt „Kran“ und in der Ballweitergabe 1 „Drehhebel“ kennengelernt). Wenn sich das Z10 mit der Kurbel einmal dreht, wird das Z20 eben nur um 10 Zähne weitergedreht. Da es aber 20 Zähne hat, braucht es zwei Umdrehungen des Z10 für eine ganze Umdrehung des Z20.
2. Wir haben - wie in Ballweitergabe 1 „Drehhebel“ - zwei Hebelarme, nämlich die beiden Enden des Verbindungsstückes 15. Eine Umdrehung der Hebel kann also mit jedem Hebelarm einen Ball anheben - also insgesamt zwei pro gesamte Umdrehung. Obwohl sich die Hebel also nur halb so schnell drehen, wie man kurbelt, ergibt das einen angehobenen Ball je Kurbelumdrehung.

Anlagen

Ballweitergabe - Springer

Ergänzendes Material

- Tischtennisbälle

Weiterführende Informationen

[1] Wikipedia: [Blattfeder](#) (in: [Feder](#)).

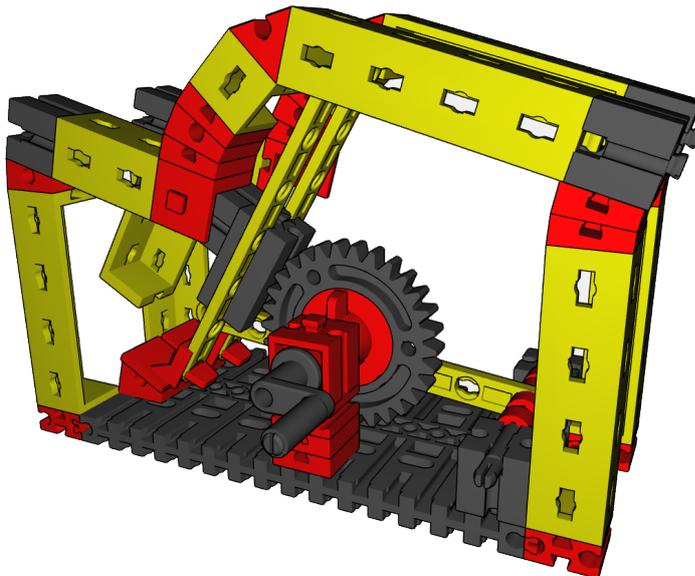
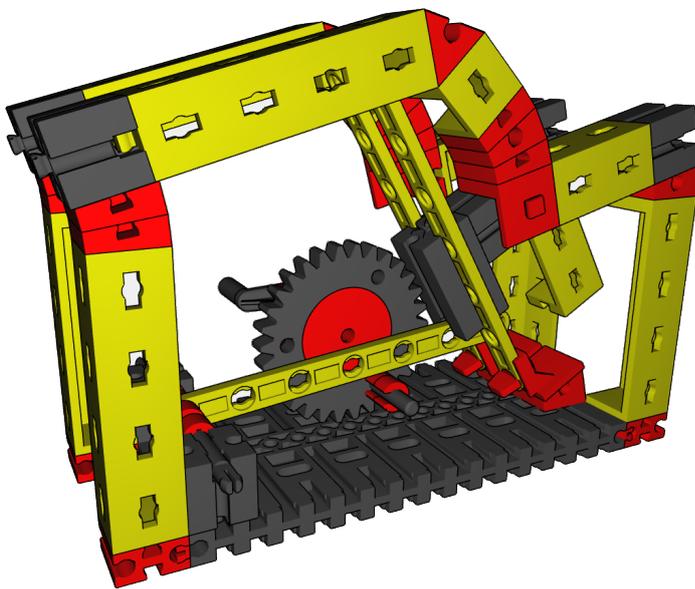
Name: _____ Klasse: _____

Datum: _____

Lösungsblatt Modell 10

Ballweitergabe 4 - Linearvorschub

Konstruktionsaufgabe



Thematische Aufgaben

1. Die Statikstrebe 45 wirkt hier als Feder. Sie wird vom sich drehenden Verbindungsstück 15 „aufgezogen“ und plötzlich losgelassen. Dadurch stößt der S-Riegel am Ende der Strebe von unten an den Tischtennisball und schleudert ihn hoch. Sofern alles gut justiert wurde, wird der Ball zuverlässig über den Hügel geworfen, ohne die Bahn zu verlassen.
2. Gerne können und sollen die vorgeschlagenen Modelle auch abgewandelt oder durch ganz neue Konstruktionen ergänzt werden. Einzige Voraussetzung dafür ist, dass auf die sogenannten Schnittstellen neuer Module geachtet wird, damit sie auch miteinander gekoppelt werden können.

Experimentieraufgaben

1. Eine Umdrehung der Kurbel führt zu einer Auf- und Abbewegung des Aufzugs. Deshalb kann mit einer Kurbelumdrehung ein Tischtennisball angehoben werden.
2. Wenn die Kurbel gleichmäßig schnell gedreht wird, ist die Aufwärts- und Abwärtsbewegung **nicht gleich schnell**.

Die Bewegung ist immer dann langsamer, wenn sich die im Zahnrad Z30 steckende zweite Achse vorne (in Richtung Eingang des Modells) befindet. Sie erfolgt schneller, wenn die Z30-Achse gerade hinten (Richtung Ausgang des Modells) liegt. Die Achse im Z30 befindet sich dann näher an der Drehachse der als Hebel wirkenden Strebe. Der Hebel übersetzt die Bewegung der Achse im Z30 deshalb in eine schnellere Bewegung am Ende des Hebels (beim anzuhebenden Aufzug).

Je nachdem, in welche Richtung die Kurbel gedreht wird, kann das die Auf- oder die Abwärtsbewegung sein.

Deshalb gilt für dieses Modell:

- a) Wenn die Kurbel im Uhrzeigersinn (rechtsherum) gedreht wird, ist die Aufwärtsbewegung die langsamere und die Abwärtsbewegung die schnellere.
- b) Wird die Kurbel linksherum gedreht, geht es aufwärts schneller (und etwas schwerer) und abwärts langsamer.

Anlagen

Ballweitergabe - Linearvorschub

Ergänzendes Material

- Tischtennisbälle

Weiterführende Informationen

[1] Wikipedia: [Gleitführung](#).