



Anleitung zur

**KNIFFELIX online Experimentierplattform
mit Flugzeug-Rätsel**

www.kniffelix.de

&

**Experimentierkiste
„Warum fliegen Flugzeuge:
Schwerpunkt & Flugverhalten“**

© KINDERFORSCHER AN DER TUHH
www.kinderforscher.de

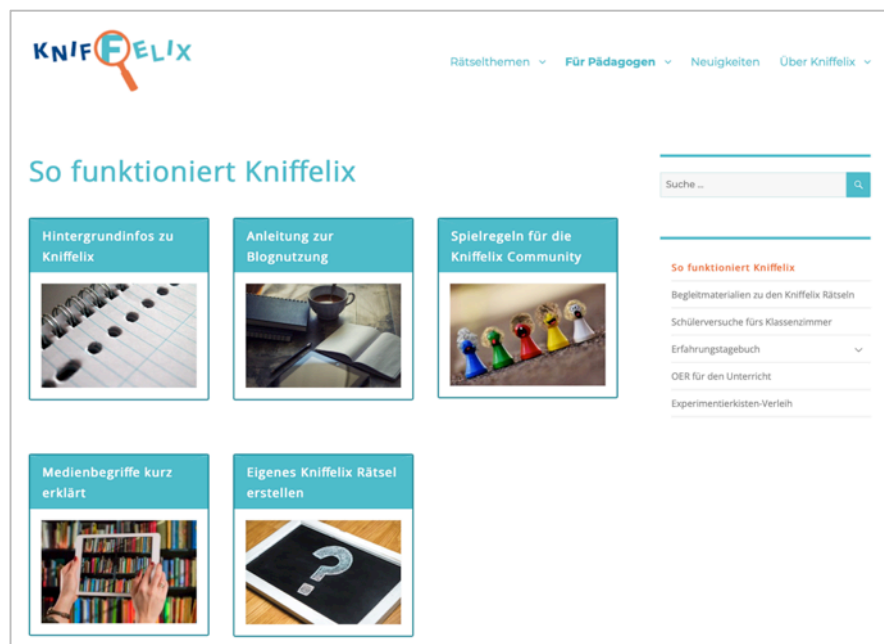


Anregungen zur Kniffelix Kursstunde

Mit unserer Mitmach-Experimentier-Webseite Kniffelix können die Schüler nun online von ihren Experimentiererlebnissen im KINDERFORSCHER-Kurs berichten, Gelerntes wiederholen und spielerisch ihr Wissen vertiefen. Dabei erwerben sie zugleich mediale Kompetenzen, wie den verantwortungsvollen Umgang mit anderen Nutzern und den eigenen Daten im Internet. Die Kniffelix Seite orientiert sich streng am Jugendschutzgesetz.

Die Kniffelix Webseite ist zu finden unter: www.kniffelix.de

Informationen zum Kniffelix Angebot finden Sie auf der Seite „So funktioniert Kniffelix“ unter dem Menüpunkt „Für Pädagogen“. Dort finden Sie auch die „Anleitung zur Blognutzung“, welche Ihnen die Funktionsweise von Kniffelix näherbringt.



Vorbereitung zur Kursstunde:

Wenn Sie eine KINDERFORSCHER-Experimentierkiste ohne Projektteilnahme verwenden, können Sie zuerst eine reine Experimentierstunde mit der Kiste machen und in einer separaten Stunde das Kniffelix-Rätsel. Oder, Sie beginnen mit dem Kniffelix-Rätsel und lassen die Kinder die Versuche so machen, wie sie im Rätsel vorkommen. Sie können Kniffelix über einen Beamer oder Smartboard im Klassenraum abbilden oder einen PC-Raum nutzen.

Der Zeitplan in KINDERFORSCHER-**Projekten** ist so angelegt, dass der Kniffelix-Kursstunde eine Experimentierstunde vorausgeht mit dem Versuch, der zum Kniffelix-Rätselthema passt. In der danach folgenden Kniffelix-Stunde können sich die Schüler dann online über ihre Erlebnisse beim Experimentieren austauschen. Es empfiehlt sich, die Schülerversuche zu fotografieren (ohne Menschen drauf - siehe Spielregeln!). Denn auf der Kniffelix Webseite können (müssen aber nicht) auch Bilder hochgeladen werden. Diese sollten den Schülern zur Kniffelix-Stunde zur Verfügung stehen (z.B. auf USB-Sticks, Tablets oder Rechnern gespeichert). Für die Schüler ist es toll, wenn sie mit eigenen Geräten Kniffelix erkunden können (z.B. im PC-Pool, dem eigenen Smartphone, einem Tablet Klassensatz oder zu Hause).

Am allerwichtigsten ist: Stellen Sie sicher, dass eine stabile Verbindung zum Internet besteht und die Webseite auch ohne Probleme genutzt werden kann!

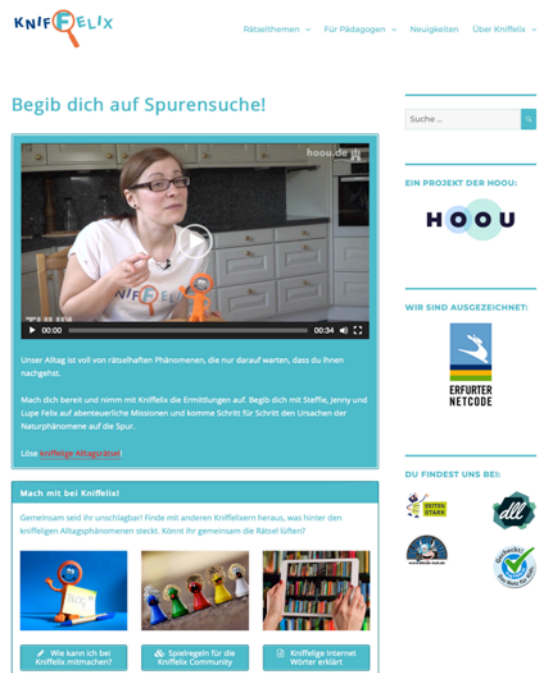


Stundengestaltung:

Baustein A Medieumgang: Worum geht's bei Kniffelix

Zu Beginn der Kursstunde können Sie mit den Kindern das Begrüßungsvideo auf der Startseite schauen. Dieses verrät, worum es bei Kniffelix geht, es soll Aufmerksamkeit und Interesse wecken.

Auf der Startseite befindet sich unter dem Begrüßungsvideo die Box „Mach mit bei Kniffelix“. Wenn man auf „Wie kann ich bei Kniffelix mitmachen?“ klickt, öffnet sich eine Seite mit einer Videoanleitung für Kniffelix. Dort wird den Kindern erklärt, wie die Kniffelix Community funktioniert. Bevor die Kinder in der Community loslegen, sollten Sie mit ihnen noch einmal die „Spielregeln für die Kniffelix Community“ durchgehen. Dies können Sie direkt auf der Kniffelix Seite machen oder Sie drucken sich die PDF im Pädagogen-Bereich (unter „So funktioniert Kniffelix“) aus.



Baustein B Experimentiererfahrungen austauschen: die Kniffelix Community

Über den Menüpunkt „Rätselthemen“ gelangen Sie zu den Missionsübersichten der einzelnen Rätsel. Zur Gestaltung der Kniffelix-Stunde haben wir folgende Vorschläge:

BEISPIEL-Rätsel: (Es gibt mehr Rätsel-Themen)	Pizza Rätsel	Ketchup Rätsel	Hubschrauber Rätsel	Flugzeug Rätsel
Experimentierkiste	Wie arbeitet ein Forscher am Beispiel „Hefe“?	Ketchup & Nicht-Newtonsche Flüssigkeiten	Hubschrauber: Vom Modell zur Zeichnung	Warum fliegen Flugzeuge? Schwerpunkt & Flugverhalten
Üben einen Kommentar zu schreiben	Community Auftrag zum Intro			
Fotos vom Versuch auf Kniffelix hochladen	Community Auftrag zu Mission 2 (Auftrag 2)	Community Auftrag zu Mission 2	Community Auftrag zu Mission 3	Community Auftrag zu Mission 2 (Auftrag 2)
Gelerntes wiederholen	Erklär-Video & Quizze zum Experiment bei Mission 3	Erklär-Video & Quizze zum Experiment bei Mission 3	Erklär-Video & Quizze zum Experiment bei Mission 1 (& 2)	Erklär-Video & Quizze zum Experiment bei Mission 2 (Teil 1)
Ausklang der Stunde:	Community Aufträge zu Mission 1, 3 & 5 (Schätzfragen, Lückentext, Memory)	Community Aufträge zu Mission 1 & 3 (Lückentext, vertiefende Recherche)	Community Auftrag zu Mission 1 & 4 (Auftrag 2) (Bezug Freizeit, Memory)	Quizze und Community Auftrag in Mission 2 & 3 (Lückentext, 2 Quizze)

Nach und nach entstehen weitere Rätselthemen auf www.kniffelix.de, wie es z.B. bereits ein „Erde Rätsel“ aus dem Bereich Biologie gibt. Sie können ein Vorgehen ähnlich zu dem hier beschriebenen wählen oder die Rätsel einfach komplett und chronologisch bearbeiten. Die Rätsel können natürlich auch ohne Kommentare zu verfassen oder Fotos zu posten bearbeitet werden. Alle Kommentare und Fotos werden auf Einhalten der Spielregeln vor der Veröffentlichung durch uns überprüft.




Bei Fragen, für Unterstützung oder wenn Sie Anregungen zu Kniffelix geben wollen können Sie uns auch gerne kontaktieren: 040-428784082 oder gesine.liese@kinderfoscher.de

Lehreranleitung: Fliegt das Flugzeug? Schwerpunkt und Flugverhalten

Ziele der Stunde:

- Selbständig Arbeitsanleitungen umsetzen.
- Zum Ausprobieren und Weiterdenken mithilfe des Versuchsarbeitsblattes heranzuführen.
- Durch einen selbstgebaute Flieger die Bedeutung des Schwerpunktes bei Flugzeugen kennen lernen, sowie die Auswirkungen auf das Flugverhalten.

1. Einleitung: (Bilder zur Stundeneinführung bereitlegen)

-  Heute soll sich alles rund um das Thema „Fliegen“ drehen. Wo kann man denn zum Beispiel in Hamburg Flugzeuge sehen, oder in der Luftfahrt arbeiten?
 - am Flughafen, bei Airbus, an mehreren Instituten der TUHH und im DLR School Lab, am Himmel
-  In Hamburg arbeiten rund 30.000 Menschen im Luftfahrtbereich, und gut ausgebildete Leute sind sehr gesucht. Um Jugendliche für dieses Berufsfeld zu interessieren, wurde das DLR School Lab an der Technischen Universität Hamburg (TUHH) gegründet. Das ist kein Institut, an dem geforscht wird, sondern es wurde extra für Jugendliche entwickelt, die dort Experimente zum Fliegen, zu Strömungen in Luft und Wasser und zum Flugzeugbau durchführen können, um einen Eindruck davon zu bekommen, was Flugzeugbauingenieure tun.
-  Warum arbeiten heutzutage noch Forscher am Flugzeugbau? Was könnten die Forscher heutzutage beispielsweise noch erfinden oder verbessern?

An der TUHH untersuchen Forscher zum Beispiel:

- Wie können Flugzeuge noch zuverlässiger und sicherer konstruiert werden?
- Wie können neu geformte Flugzeuge mit Hilfe von Computerprogrammen entwickelt werden, damit diese z.B. weniger Treibstoff verbrauchen? Dazu gehören sehr viele Berechnungen, sowie unterschiedliche Teile, die zueinander passen müssen, und vieles andere mehr.
- Wie kann der Lärm im Flugzeug oder der von diesen ausgeht verringert werden?

- F** Flugzeuge sind sehr schwer. Viele Menschen finden in ihm Platz und können gleichzeitig mit ihm transportiert werden. Was hält das Flugzeug also in der Luft? (Vorschläge sammeln) Auf jeden Fall sind die Tragflächen sehr wichtig, außerdem braucht das Flugzeug einen Antrieb, zum Beispiel einen Propeller oder Düsentriebwerke.
- WER ES GENAU ERKLÄREN WILL:** Wenn sich das Flugzeug durch den Propeller oder die Triebwerke schnell vorwärtsbewegt, werden die Tragflächen von einem starken Fahrtwind umströmt. Dadurch entsteht eine Auftriebskraft, die das Flugzeug nach oben zieht.
- F** Welche Art von Flugobjekten habt ihr schon einmal am Himmel gesehen? Flugzeug, Segelflugzeug, Hubschrauber, Heißluftballon, Zeppelin, Fallschirm
- F** Wie unterscheiden sie sich? schnelle/langsame Vorwärtsbewegung, Luft wird/wird nicht erwärmt, mit/ohne Motor
- F** Bilder zur Stundeneinführung hochhalten (von gekipptem Flugzeug am Boden): Was ist auf diesem Bild zu sehen? Was stimmt nicht? Dieses Flugzeug ist falsch beladen. Es hat hinten zu viel Gewicht zugeladen bekommen und ist dadurch nach hinten gekippt. Das Vorderrad steht in der Luft.
- F** Es ist ganz wichtig Gepäck und Luftfracht sehr gut im Laderaum eines Flugzeuges zu befestigen, damit sich die Ladung während des Fluges nicht verschiebt.
- F** Wir wollen heute herausfinden, warum der Schwerpunkt eines Flugzeuges eine ganz bedeutende Rolle spielt und dazu einen Flieger aus Schaumstoff und einer Holzleiste bauen - ungefähr so wie diesen hier. (Einen Flieger ohne Knete zeigen.) Leider fliegt er nicht richtig. Seht ihr, was passiert, wenn ich ihn werfe? (Der Flieger steigt vorne nach oben, dreht einen Looping und trudelt dann zu Boden.) Wisst ihr, woran das liegt? (Ideen sammeln) Nun, der Flieger steigt erst vorn nach oben, als ob er vorn hochgedrückt und hinten hinuntergezogen würde (am Flugzeug veranschaulichen). Das liegt daran, dass zwei Kräfte auf diesen Flieger wirken, die ausbalanciert werden müssen: die Auftriebskraft, die den Flieger nach oben drückt und die Gewichtskraft, die ihn nach unten zieht (Bild zur Stundeneinführung von Flugzeug in der Luft hochhalten). Die Auftriebskraft kommt durch die Luft, die um die Tragflächen strömt, und den Flieger an den Tragflächen nach oben drückt (mit dem Zeigefinger unter den Tragflächen drücken). Die Gewichtskraft kommt durch das Gewicht des Fliegers und durch alles, womit er beladen ist. Sie zieht den

Flieger nach unten (mit der Hand den Flieger nach unten ziehen). Das ist auch bei anderen Flugzeugen so. Das Problem ist aber, dass bei diesem hier nicht beide Kräfte an derselben Stelle wirken. Drücke ich die Leiste an einer Stelle von unten und an einer anderen von oben, so dreht sie sich. Drücke ich aber an derselben Stelle von unten und oben, so dreht sie sich nicht (zeigen).

F Wichtig bei einer Kraft ist also der Punkt, an dem sie wirkt. Bei der Gewichtskraft nennt man diesen Punkt **Schwerpunkt**.


F Was ist der Schwerpunkt eines Gegenstandes?
Wenn man einen Gegenstand aufhängt, liegt sein Schwerpunkt immer senkrecht unter seiner Aufhängung. Im Schwerpunkt kann man den Gegenstand balancieren, denn von diesem Punkt aus wirkt die Gewichtskraft, die den Gegenstand zur Erde zieht.

F WER ES GENAU ERKLÄREN WILL: Zwar hat jeder Passagier im Flugzeug, jeder Koffer und so weiter seine eigene Gewichtskraft und wird an der Stelle, an der er ist, nach unten von der Erde angezogen, aber man kann auch alle diese Gewichte zu einem Gesamtgewicht zusammenfassen mit einem Schwerpunkt. Wenn sich Gegenstände im Flugzeug bewegen, verschiebt sich dieser Schwerpunkt.

F Die Berechnung des Gesamtgewichts und der Lage des Schwerpunktes vor dem Start ist übrigens ein wichtiger Bestandteil der Flugplanung. Es ist eine Aufgabe des Piloten oder die Pilotin, sicherzustellen, dass das Gewicht des Fliegers vor Abflug nicht die Höchstgrenze überschreitet und, dass der Schwerpunkt im richtigen Bereich liegt.

F Zurück zu unserem Flieger: Die Auftriebskraft entsteht an den Tragflächen, drückt den Flieger also ziemlich weit vorn nach oben. Wo zieht wohl die Gewichtskraft, wenn der Flieger vorn nach oben steigt? (weiter hinten.) Man muss also **den Schwerpunkt**, den Angriffspunkt der Gewichtskraft, nach vorn verlagern, so dass er auch **bei der Tragfläche** liegt. Wie kann man denn wohl mehr Gewicht zur Spitze des Fliegers kriegen? Ihr kennt da vielleicht einen Trick vom Papierflieger-Bauen. (Büroklammern an die Spitze machen oder die Spitze besonders dick falten.) Wir machen das bei unserem Flieger mit Knete.







F Jedes Flugzeug, egal ob aus Papier oder Metall, groß oder klein, fliegt nur, wenn der Schwerpunkt des Flugzeuges ungefähr bei den Tragflächen liegt. (Flugzeug auf einem Stift unter den Flügeln balancieren. Ohne die Knete ist es hinten zu schwer. Daher müssen wir vorne mit Knete das Gewicht vergrößern. Dann fliegt das Flugzeug gut!)

-  Nun baut ihr euren Schaumstoff-Holz-Flieger. Achtet darauf, dass der Schwerpunkt in der Mitte unter den Tragflächen liegt. Beobachtet das Flugverhalten eures Flugzeuges je nachdem wo der Schwerpunkt liegt und überlegt, warum es so wichtig ist, dass sich Flugzeugladungen während des Fluges nicht verschieben.


2. Versuch:

Jedes Kind baut einen Schaumstoff-Holz-Flieger. Dabei lernen die Kinder den Begriff Schwerpunkt kennen und erfahren, dass es beim Flugzeugbau wichtig ist, dass der Schwerpunkt bei der Tragfläche liegt, da dort der Auftrieb das Flugzeug nach oben drückt. Anschließend können sie durch eigene Flugversuche Spaß am Thema Fliegen bekommen und angeregt werden, sich weiter mit dem Thema zu befassen.

3. Nachbesprechung:

-  Wie seid ihr mit der Arbeitsanleitung klargekommen?
-  Habt ihr das Flugzeug so bauen können das der Schwerpunkt in der Mitte unter den Flügeln lag?
-  Wie ist das Flugzeug dann geflogen? Das Flugzeug ist sehr gut geradeaus und ruhig geflogen.
-  Was ist passiert, als der Schwerpunkt nicht in der Mitte unter den Flügeln lag? Das Flugzeug ist abgestürzt, ist schnell bergab geflogen, ist sehr unruhig und kurz geflogen.
-  Wo liegt bei einem echten Flugzeug der Schwerpunkt?
Bei echten Flugzeugen liegt der Schwerpunkt etwas vor der Tragfläche, denn es gibt noch eine Kraft hinten am Höhenruder, die das Flugzeug hinten nach unten zieht (Ihr könnt euch das so vorstellen, dass das Höhenruder wie eine umgedrehte Tragfläche ist und deswegen eine Kraft nach unten erzeugt; es werden also drei Kräfte ausbalanciert). (Bild von Flugzeug in der Luft mit den drei Kräften zeigen)
-  Wodurch kann es passieren, dass der Schwerpunkt eines Flugzeuges nicht an der richtigen Stelle liegt?
Wenn das Flugzeug falsch beladen wird oder Ladung verrutscht, liegt der Schwerpunkt nicht an der richtigen Stelle. Außerdem verändert sich der Schwerpunkt, wenn das Flugzeug Gewicht verliert, zum Beispiel dadurch, dass

Treibstoff verbraucht wird oder wenn ein Fallschirmspringer abspringt. Wenn es nur kleine Änderungen sind, macht das nichts, da es zum Beispiel durch das Höhenruder ausgeglichen werden kann. Bei Langstreckenflügen, wo viel Treibstoff verbraucht wird, kann der restliche Treibstoff von einem Tank in einen anderen gepumpt werden, um damit eine bessere Gewichtsverteilung zu erreichen.

-  Was meint ihr könnte passieren, wenn bei einem echten Flugzeug der Schwerpunkt nicht an der richtigen Stelle liegt?
Wenn der Schwerpunkt an der falschen Stelle liegt, kann das Flugzeug nicht starten, oder wenn sich der Schwerpunkt in der Luft verschiebt, kann das Flugzeug abstürzen.

4. Weiterführende Informationen für Lehrer







Im DLR School Lab werden die SchülerInnen in mehrere Kleingruppen geteilt und arbeiten mit Betreuern an verschiedenen Stationen zu den Themen Luft- und Wasserströmungen, Schallisolierung beim Flugzeugbau und Fliegen. (Übrigens: Das School Lab kann auch zum Thema Schiffe besucht werden!)
Mehr Information über das DLR School Lab unter
http://www.dlr.de/schoollab/desktopdefault.aspx/tabid-1732/10608_read-23753/



Weitere Unterrichtsmaterialien finden Sie auch auf www.skyfuture.de in dem Programm für Schulen „Zukunftsflieger“. (Nachwuchsinitiative mit Wettbewerb des Bundesverbands der Deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie (BDLI))

Weitere Experimentierkisten zu den Themen Luft- und Raumfahrt:



-  Warum fliegen Flugzeuge? Tragflächenform & Auftrieb (Ab Herbst 2020 auf Kniffelix)
-  Hubschrauber: Vom Modell zur Zeichnung (Auch auf Kniffelix → Hubschrauber-Rätsel)
-  Das Juri-Magazin Experiment: Bionik & Hubschrauber
-  Das Juri-Magazin Experiment: Raketenantrieb & Weltraum

Materialliste für Lehrer

Warum fliegen Flugzeuge? Schwerpunkt & Flugverhalten
(bei Nutzung der Experimentierkiste von KINDERFORSCHER AN DER TUHH)

- 1 FOTO-APPARAT (in „Allgemeiner Kiste“, wenn für Projekt geliefert)
- 1 Kiste „Warum fliegen Flugzeuge? Schwerpunkt & Flugverhalten“

- 1x Lehreranleitung mit allen Unterlagen im blauen Schnellhefter
- 25x Schülerarbeitsblatt: Fliegt das Flugzeug? ^{Schwerpunkt}
- 25x Wissensbox „Flugzeuge und ihr Schwerpunkt“

Material zur Stundeneinführung:

- 1x3 laminierte doppelseitige Schaubilder
- 1x Beispielflugzeug

Für den Versuch:

Für jede der 6 Gruppen:

- 1x laminiertes Stationsblatt „Fliegt das Flugzeug?“
- 1x Tesafilm
- 1x Schere (in der Flugzeuge-Tragflächen Kiste, wenn Sie diese auch haben)

Für jedes Kind

- 1x Holzleiste
- 1x Tragfläche aus Schaumstoff
- 1x Höhenleitwerk aus Schaumstoff
- 1x Seitenleitwerk aus Schaumstoff

Zentral bereitstellen:

- Knete
- Faden

Roter Text=Muss selbst gestellt werden, nicht in Kiste enthalten

Materialliste für Lehrer

Warum fliegen Flugzeuge? Schwerpunkt & Flugverhalten
(Ohne Experimentierkiste)

Material zur Stundeneinführung:

- 5 Flugzeug-Schaubilder
- Ggfs. 1 Beispielflugzeug

Für den Versuch:

Für jede der 6 Gruppen:

- Anleitungen Schaumstoff-Holz-Flieger Teil 1 und Teil 2
- Tesafilm
- Schere
- Ggfs. Lineal

Für jedes Kind

- 1 Holzleiste ca. 18-20 cm lang
- Ein leichtes stabiles Material (z.B. Pappe, dünner stabiler Schaumstoff), aus dem die Bauteile des Fliegers geschnitten werden
- Schülerarbeitsblatt: *Fliegt das Flugzeug?*^{Schwerpunkt}
- Wissensbox „Flugzeuge und ihr Schwerpunkt“

Zentral bereitstellen:

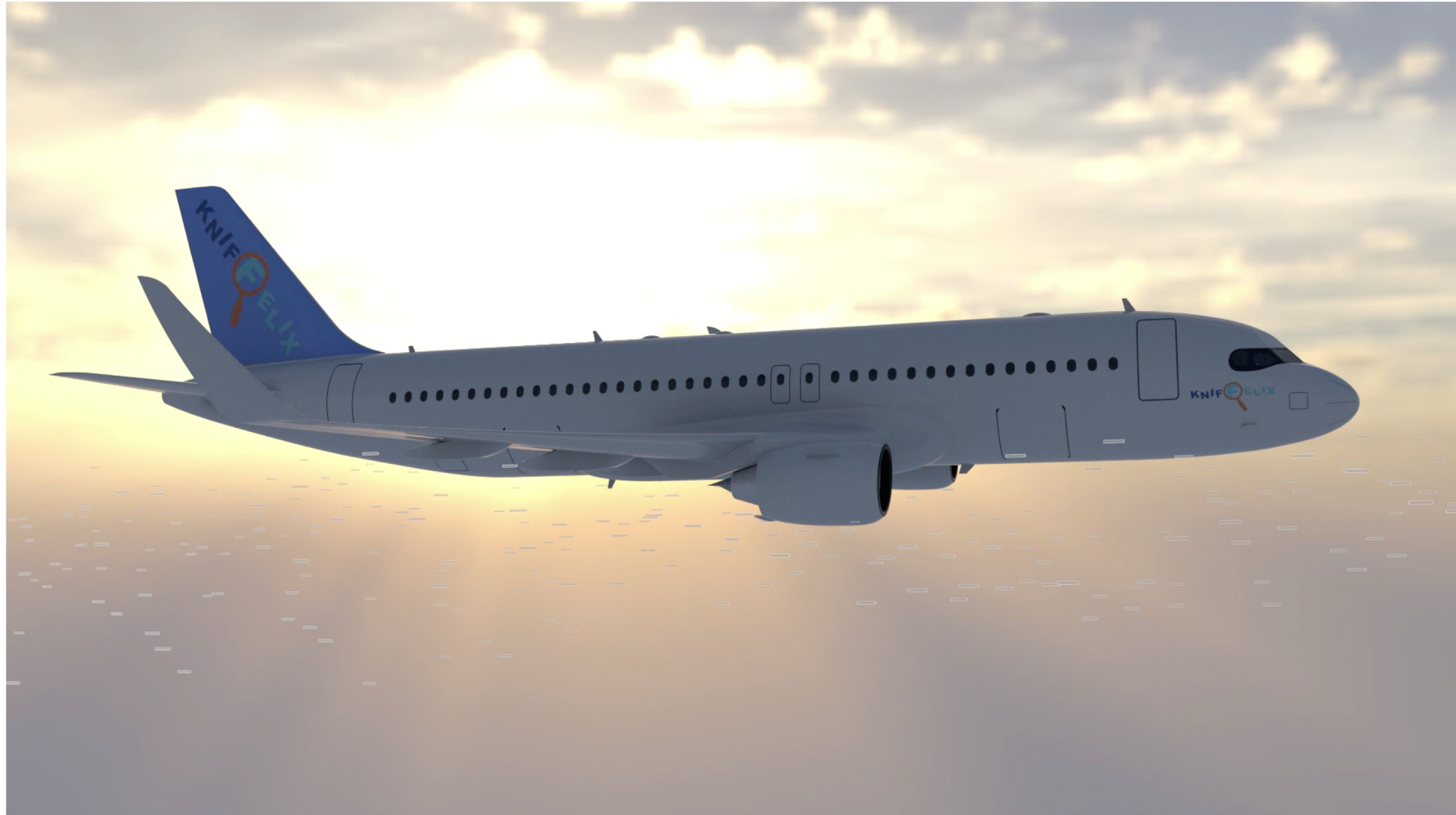
- Knete
- Faden
- Fotoapparat (ebenfalls mögliche Nutzung: Tablets, Handys)

Was stimmt bei diesem Flugzeug nicht?



Quelle: Sebastian Krebs (Lizenz: CC BY)

Wo liegt der Schwerpunkt eines Flugzeuges?



Quelle: Sebastian Krebs (Lizenz: CC BY)

Der Schwerpunkt eines Flugzeuges ●

(leicht vereinfacht für die Stundeneinführung)



Quelle: Sebastian Krebs (Lizenz: CC BY)

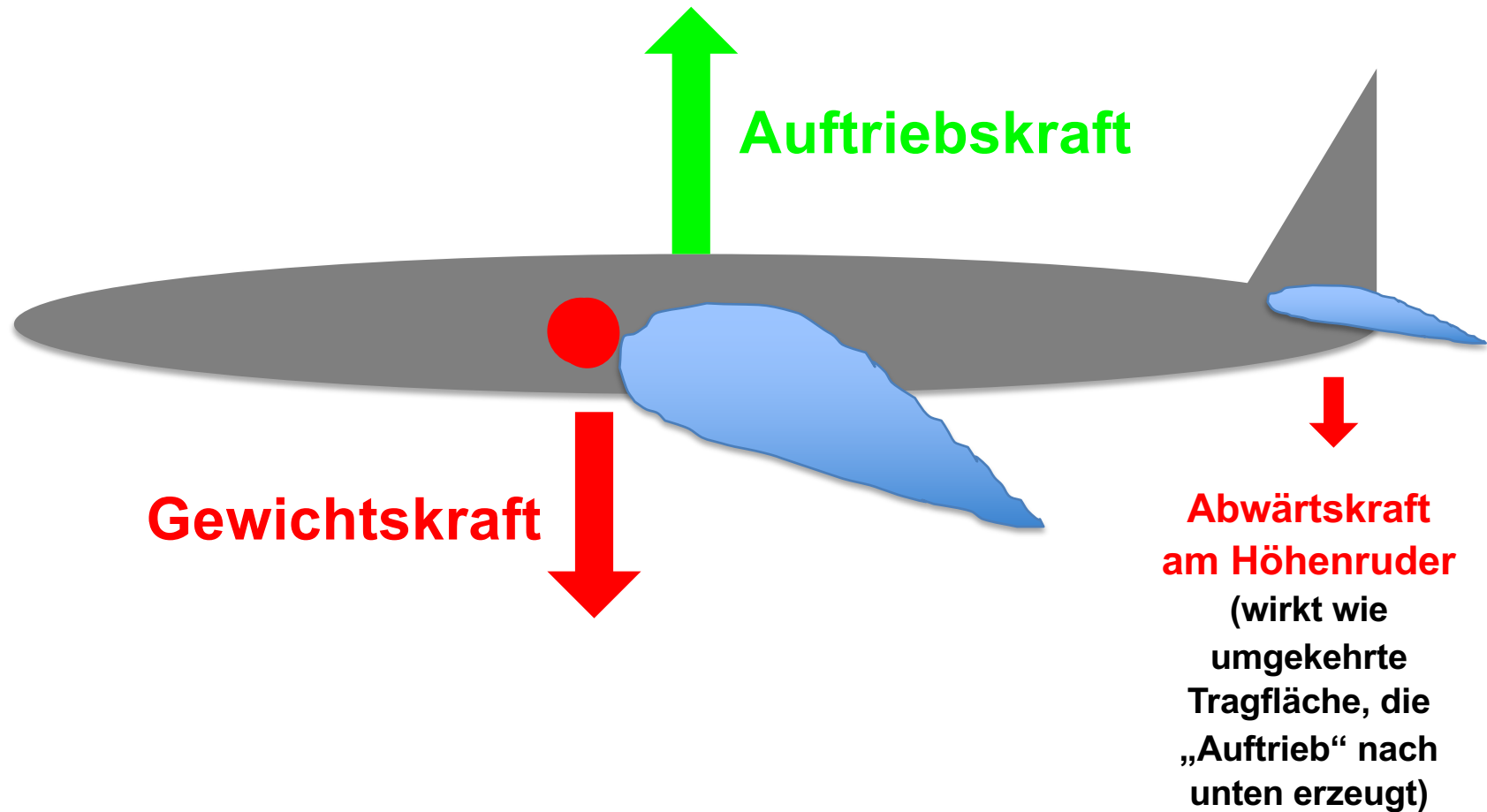
Der Schwerpunkt eines Flugzeuges ●

(genauer, für das Stundenende)



Quelle: Sebastian Krebs (Lizenz: CC BY)

Der Schwerpunkt eines Flugzeuges ●





Anleitung Schaumstoff-Holz-Flieger Teil 1

Du brauchst folgende Materialien:

- Eine Holzleiste ca. 18-20 cm lang
- Ein leichtes stabiles Material (z.B. Pappe, dünner stabiler Schaumstoff), aus dem du die Bauteile deines Fliegers schneiden kannst
- Tesafilm
- Eine Schere
- (Für einen späteren Versuch brauchst du noch Knete und einen Faden)

Zuschnitt:

Schneide aus Pappe oder dünnem, stabilem Schaumstoff die folgenden Bauteile:

- 1 Seitenleitwerk
- 1 Höhenleitwerk
- 1 Tragfläche

Auf der nächsten Seite zeigen wir dir unsere Formen mit Beispiel-Maßen. Du kannst auf deinem Material diese Formen mit den hier vorgeschlagenen Maßen aufzeichnen.

Wenn du es einfacher haben möchtest, kannst du unsere Formen als Schablone benutzen. Beim Drucken kann es passieren, dass sich die Maße etwas ändern und nicht mit den angegebenen übereinstimmen. Das ist aber nicht schlimm.

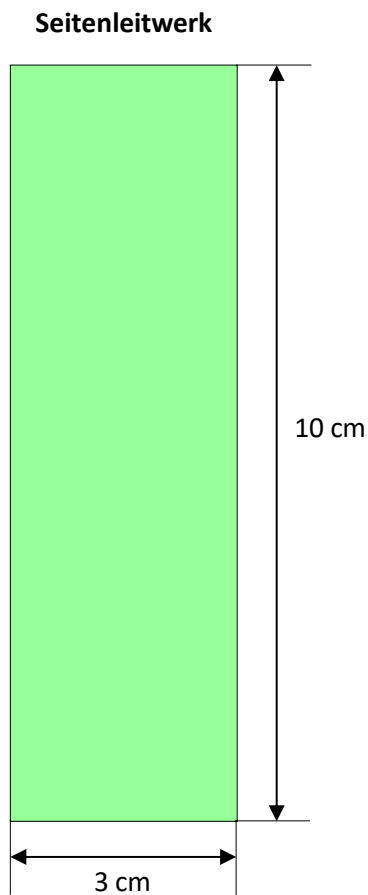
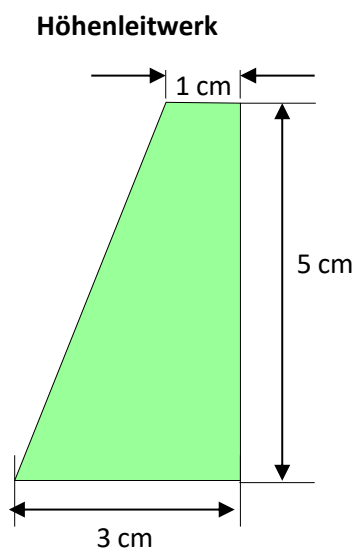
Du kannst dir natürlich auch eigene Maße überlegen.

- Weiter auf Seite 2 -

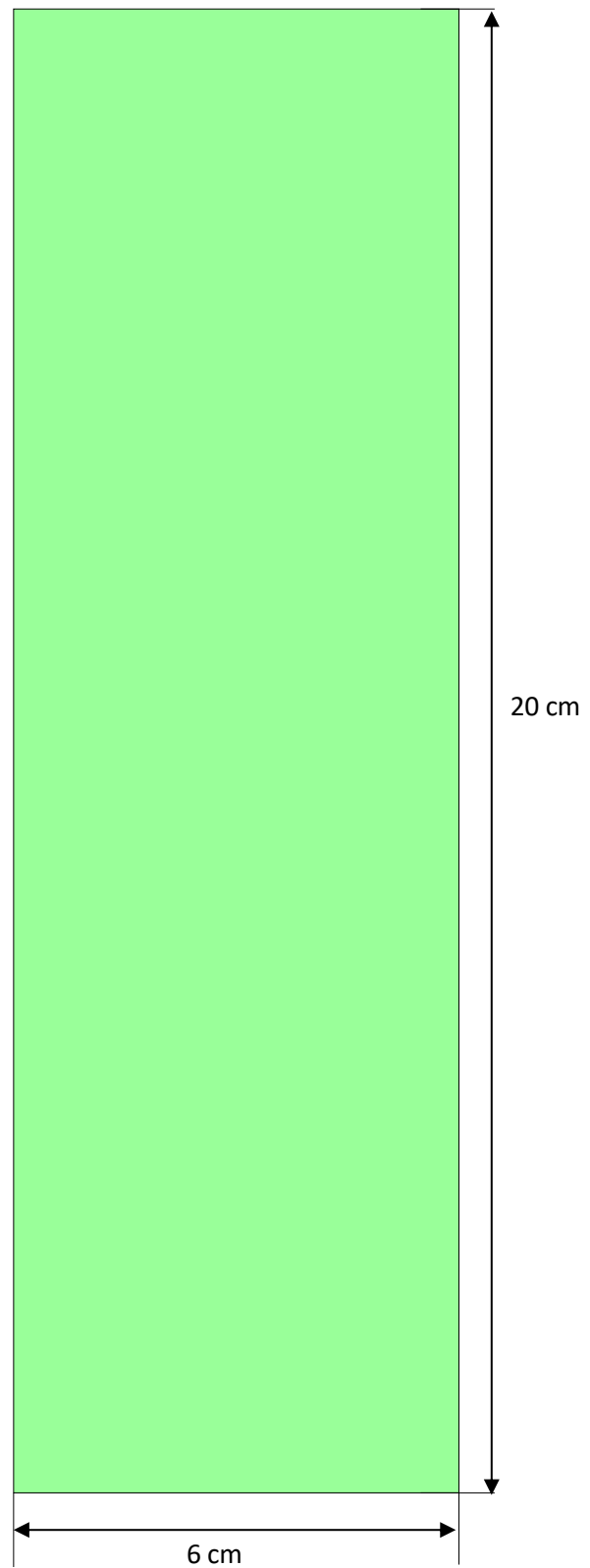


„Anleitung Schaumstoff-Holz-Flieger 1“ im Flugzeug Rätsel von KINDERFORSCHER AN DER TUHH (www.kniffelix.de) steht unter der Creative Commons Namensnennung - Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International Lizenz.
Für eine Kopie dieser Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

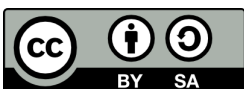
Formen und Beispiel-Maße:



Tragfläche



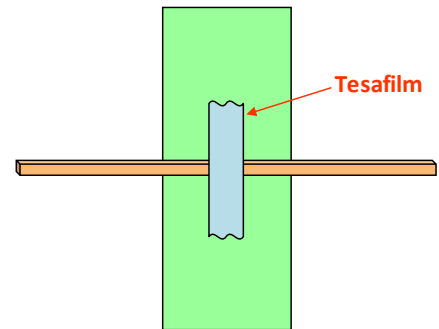
- Weiter auf Seite 3 -



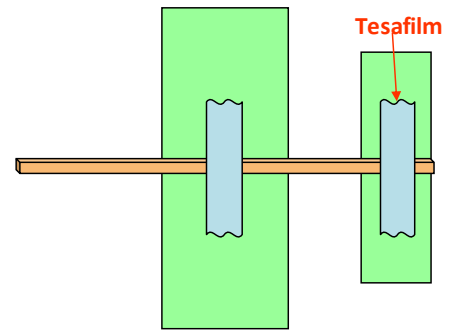
Anleitung:

1. Lege die Tragfläche auf den Tisch.
Bestimme die Mitte der Tragfläche.

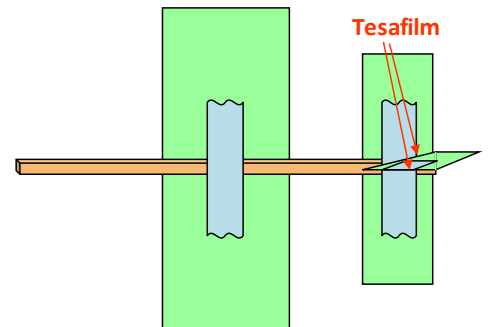
Lege eine Holzleiste auf diese Mittellinie, so dass sie vorn fast so viel wie hinten über die Tragfläche herausragt und klebe sie mit einem langen Tesafilmstück an der Tragfläche fest.



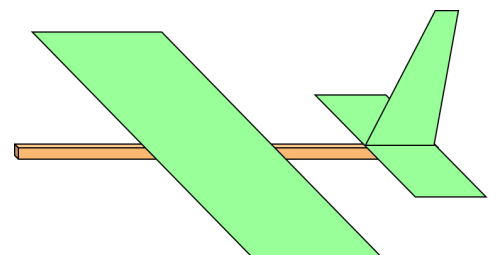
2. Klebe nun das Höhenleitwerk mit Tesafilm hinter der Tragfläche an die Holzleiste.



3. Klebe nun das Seitenleitwerk von beiden Seiten mit Tesafilm an.



4. Probiere dein Flugzeug aus!
Fliegt es?

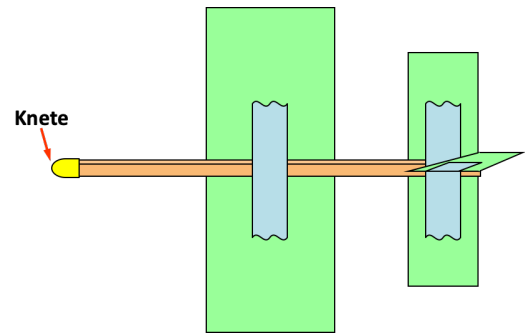


Anleitung Schaumstoff-Holz-Flieger Teil 2

Du benötigst den Flieger aus dem 1. Teil und dazu:

- Knete
- Einen Faden
- Tesafilm

1. Da das Modell noch nicht gut flog, musst du den Schwerpunkt nach vorne verschieben, indem du es vorne mit Knete schwerer machst. Du kannst aber natürlich auch ein anderes Material als Knete verwenden.



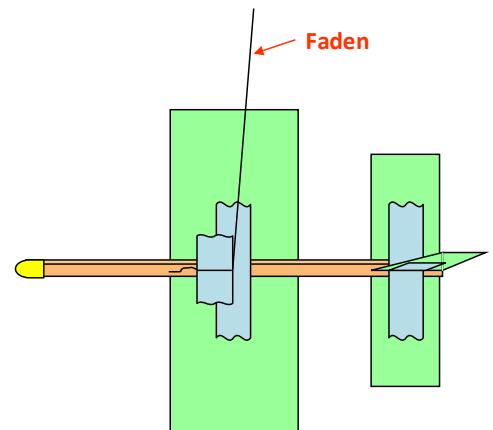
2. **Wie viel Knete ist gut?**

Damit das Flugzeug gut fliegt, muss es waagrecht in der Luft sein, wenn man es an einem Faden über der Tragfläche aufhängt.

Klebe deshalb einen Faden mit Tesafilm in der Mitte der Tragfläche auf die Holzleiste und lasse das Flugzeug am Faden herunterhängen.

Wenn es mit der Spitze nach unten hängt, nimm etwas Knete weg.

Wenn die Spitze nach oben zeigt, brauchst du noch mehr Knete.



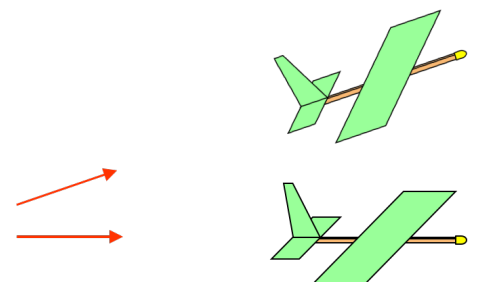
3. **Flugversuche:**

Jetzt ist dein Flieger startklar. Lasse ihn fliegen.

Wie fliegt er weiter:

wenn du ihn leicht nach oben oder

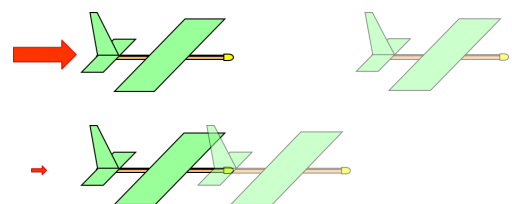
wenn du ihn gerade nach vorn wirfst?



Wie fliegt er besser:

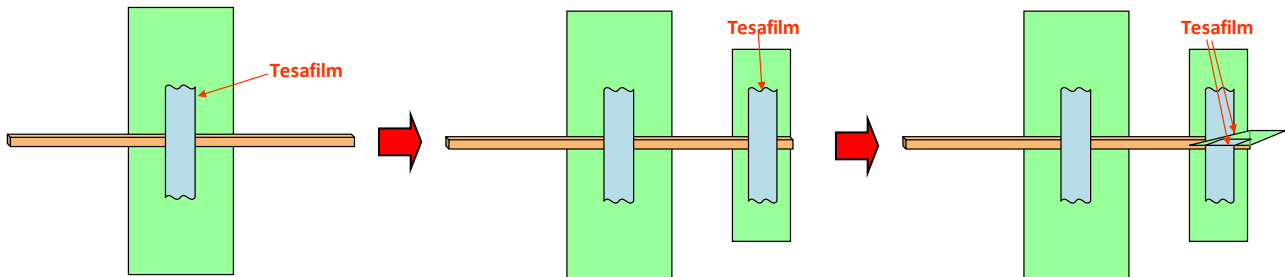
mit viel Schwung oder

wenn du ihn nur ganz leicht wirfst?

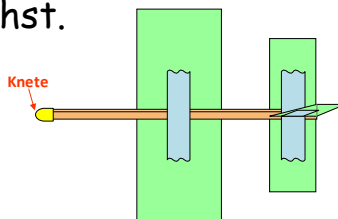


Arbeitsblatt: Fliegt das Flugzeug? Schwerpunkt

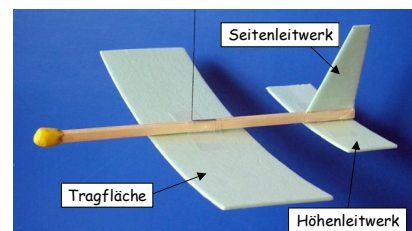
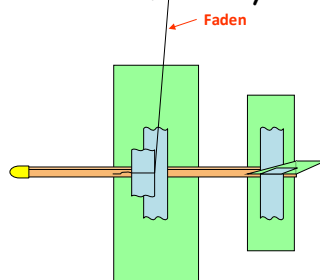
Einen Schaumstoff-Holz-Flieger bauen und ausprobieren



Probiere dein Flugzeug aus! Fliegt es? Wahrscheinlich nicht so gut, weil der Auftrieb es unter den Tragflächen nach oben drückt, aber die Gewichtskraft das Flugzeug vor allem hinten nach unten zieht. Deshalb musst du den Schwerpunkt nach vorne verschieben, indem du es vorne mit Knete schwerer machst.





Wie viel Knete ist gut? Damit das Flugzeug gut fliegt, muss es waagrecht in der Luft sein, wenn man es an einem Faden über den Tragflächen aufhängt. Klebe deshalb mit Tesafilm in der Mitte der Tragfläche einen Faden auf die Holzleiste und halte es daran fest. Hängt es mit der Nase nach unten, musst du wieder etwas Knete abmachen, zeigt die Nase nach oben, brauchst du noch mehr Knete.



Flugversuche:

Jetzt ist dein Flieger startklar. Lasse ihn fliegen.

-  Wie fliegt er weiter: wenn du ihn gerade nach vorn oder wenn du ihn leicht nach oben wirfst?
-  Wie fliegt er besser: mit viel Schwung oder wenn du ihn nur ganz leicht wirfst?

WISSENSBOX: Flugzeuge und ihr Schwerpunkt



Quelle: Sebastian Krebs (Lizenz: CC BY)

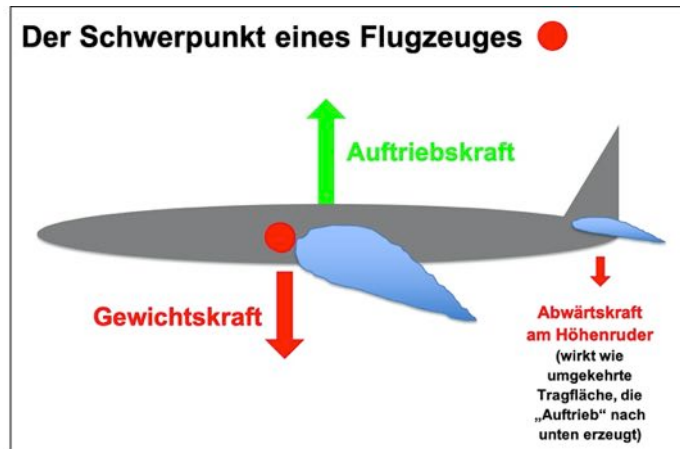
Was ist auf diesem Bild zu sehen? Was stimmt nicht? Dieses Flugzeug ist falsch beladen. Es hat hinten zu viel Gewicht zugeladen bekommen und ist dadurch nach hinten gekippt. Sein Schwerpunkt ist zu weit hinten. Das Vorderrad steht in der Luft.

Auch damit ein Flugzeug fliegen kann ist die Lage des Schwerpunktes eines Flugzeuges sehr wichtig! Warum? Und, wo muss der Schwerpunkt eines Flugzeuges liegen? Beim Fliegen wirken insbesondere zwei Kräfte auf ein Flugzeug, die in einem Punkt ausbalanciert werden müssen: die Auftriebskraft, die den Flieger nach oben zieht und die Gewichtskraft, die ihn nach unten zieht (siehe Bild rechts).



Quelle: Sebastian Krebs (Lizenz: CC BY)

Die Auftriebskraft kommt durch die Luft, die um die Tragflächen strömt, und den Flieger an den Tragflächen nach oben zieht. (Die Auf- bzw. Abwärtskraft des Höhenruders muss auch mitberücksichtigt werden.) Die Gewichtskraft kommt durch das Gewicht des



Fliegers und durch alles, womit er beladen ist. Sie zieht den Flieger nach unten. Wichtig bei einer Kraft ist der Punkt, an dem sie wirkt. Bei der Gewichtskraft nennt man diesen Punkt Schwerpunkt. Für einen waagerechten Flug muss die Auftriebskraft in der Nähe des Schwerpunktes wirken. Daher sollte der Schwerpunkt eines Flugzeuges etwa in der Mitte der Tragflächen liegen oder leicht davor.

Was passiert, wenn der Schwerpunkt nicht richtig liegt?

Bei einem Flugzeug, bei dem der Schwerpunkt nicht bei den Tragflächen liegt (wo die Auftriebskraft wirkt), wirken die beiden Kräfte nicht an derselben Stelle. Ziehe ich die Leiste meines gebastelten Fliegers an einer Stelle nach unten und an einer anderen



nach oben, so dreht sie sich. Das Flugzeug dreht sich daher und stürzt ab. Ziehe ich aber an derselben Stelle von unten und oben, so dreht sich die Leiste nicht. Die beiden Kräfte meines Flugzeugs sind ausbalanciert, und es kann lange gleiten.

Wirft man daher einen Flieger, dessen Schwerpunkt sich nicht bei den Tragflächen befindet, sondern zu weit hinten, steigt der Flieger vorn nach oben, dreht einen Looping und trudelt dann zu Boden. Er wird erst vorne hoch- und hinten hinuntergezogen, denn die Auftriebskraft wirkt vorne und die Gewichtskraft wirkt hinten. Dadurch, dass er

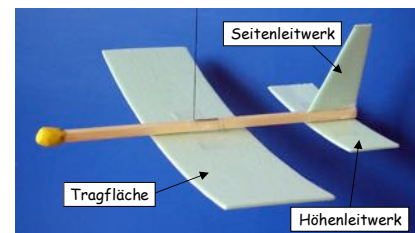
vorne hochsteigt, wird er nicht mehr gut von der Luft umströmt, die Auftriebskraft nimmt dadurch ab und er stürzt zu Boden.

Wie kann man die Lage des Schwerpunktes herausfinden?

Wird ein Gegenstand aufgehängt, liegt sein Schwerpunkt immer senkrecht unter seiner Aufhängung. Im Schwerpunkt kann man den Gegenstand balancieren, denn von diesem Punkt aus wirkt die Gewichtskraft, die den Gegenstand zur Erde zieht.

Wie kannst du den Schwerpunkt deines Fliegers verändern?

Ohne Knete liegt der Schwerpunkt deines Fliegers zu weit hinten. Du musst also den Schwerpunkt, den Angriffspunkt der Gewichtskraft, nach vorn verlagern, so dass er auch bei den Tragflächen liegt. Wie kannst du mehr Gewicht zur Spitze des Fliegers kriegen? Du kennst da vielleicht einen Trick vom Papierflieger-Bauen (Büroklammern an die Spitze machen oder die Spitze besonders dick falten). Wir machen das bei unserem Flieger mit Knete, denn:



Jedes Flugzeug, egal ob aus Papier oder Metall, groß oder klein, fliegt nur, wenn der Schwerpunkt des Flugzeuges ungefähr bei den Tragflächen liegt.

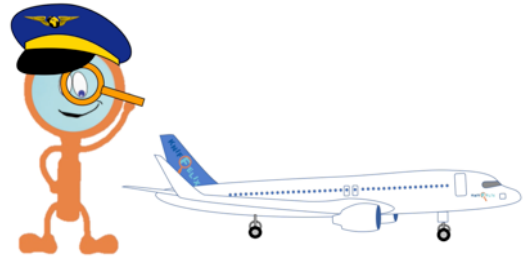
Welchen Einfluss haben die Gewichtskräfte der vielen Passagiere und Koffer in einem Flugzeug?

Jeder Passagier im Flugzeug, jeder Koffer und so weiter hat seine eigene Gewichtskraft und wird an der Stelle, an der er ist, nach unten von der Erde angezogen. Aber man kann auch alle diese Gewichte zu einem Gesamtgewicht zusammenfassen mit einem Schwerpunkt. Problematisch ist, wenn zu viele Gegenstände im Flugzeug sich in eine Richtung bewegen und sich dieser Schwerpunkt zu stark verschiebt.

Die Bedeutung des Schwerpunktes bei der Flugplanung:

Die Berechnung des Gesamtgewichts und der Lage des Schwerpunktes vor dem Start sind wichtige Bestandteile der Flugplanung. Es ist

Aufgabe des Piloten oder der Pilotin, sicherzustellen, dass das Gewicht des Fliegers vor Abflug nicht die Höchstgrenze überschreitet und dass der Schwerpunkt im richtigen Bereich liegt.



Die Kniffelix Experimentierplattform (www.kniffelix.de)

Das Flugzeugrätsel ist ein Thema auf der Mitmach-Experimentier-Webseite Kniffelix. Hier können alle Menschen von 8 bis 99+ Jahre kostenlos und sicher online experimentieren, spielerisch ihr Wissen vertiefen und, wer möchte, von den eignen Experimentiererlebnissen berichten. Hierbei lernt jeder den verantwortungsvollen Umgang mit anderen Nutzern und den eigenen Daten im Internet. Wichtig dabei ist es, die Spielregeln

von Kniffelix zu lesen und beachten. Die Kniffelix-Seite orientiert sich streng am Jugendschutzgesetz. Nichts erscheint online, ohne dass Mitarbeiter der Technischen Universität Hamburg (TUHH) dieses vorher geprüft und freigeschaltet haben.

Beispiele der Rätselthemen:

Flugzeuge, Tragflächen, Hubschrauber, Pizza (Hefe), Ketchup (nicht-newtonsche Flüssigkeiten)