

Luft und Fliegen

Frank Lüthjohann, Emmi Levsen, Carola Pape,
Dirk Pieper, Fritz Rechter, Gesa Würdemann



Materialien für den naturwissenschaftlichen Unterricht

Klassen 5/6 – Heft 5



Materialien für den naturwissenschaftlichen Unterricht: Klassen 5 und 6

Herausgegeben von Reinhard Demuth, Ilka Parchmann und Helmut Prechtl
Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN), Kiel

Heft 3: Luft und Fliegen – Eine kontextorientierte Unterrichtseinheit für den fachübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht

Redaktion: Frank Lüthjohann

Autoren: Frank Lüthjohann (IPN), Emmi Levsen, Carola Pape, Fritz Rechter, Gesa Würdemann (Gemeinschaftsschule Kiel Mettenhof), Dirk Pieper (Muhliusschule Kiel)



Zeichnungen: Gesa Lüthjohann

Abbildungsnachweis: S.18, 31, 36,39, 41, 51, 56, 57, 85, 87: istockphoto; Einbandbild Vladimir Melnikov: fotolia; Kontext Logo: Erika Kolaczinski; S.8:Verena Hane; S. 76: mit freundlicher Genehmigung von Hans Werner Grosse

Schneider Verlag, Hohengehren 2011

ISBN

© Alle Rechte bei Schneider Verlag Hohengehren GmbH

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

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

Das vorliegende Werk wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Redakteur, Autoren, Herausgeber und Verlag für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung. Das Nacharbeiten der Experimente erfolgt auf eigene Gefahr.

Das Heft ist im Rahmen des IPN Projektes NaWi-5/6 entstanden, das vom Land Schleswig-Holstein gefördert wird.

Informationen und Kontakt: www.nawi5-6.de

Inhaltsverzeichnis

Didaktische Konzeption.....	7
Aufbau der Unterrichtseinheit.....	12
Zur Arbeit mit den Materialien.....	13

Begegnungsphase

Konkretisierung der Unterrichtsphase.....	15
Schülerwettbewerb: Wessen Fluggerät fliegt am besten?	17
Demonstrationsversuch Teebeutelrakete.....	20

Planungsphase

Konkretisierung der Unterrichtsphase.....	21
Mögliche Schülerfragen zum Kontext „Luft und Fliegen“	23

Erarbeitungsphase

Konkretisierung der Unterrichtsphase.....	26
---	----

Stationsarbeit Eigenschaften der Luft

Lehrerhinweise zur Stationsarbeit.....	28
Die Ballonrakete.....	31
Das Wasser in der Flasche.....	33
Der Ballon in der Flasche.....	34
Der Flaschengeist.....	35
Die Knisterflasche.....	36
Warme Luft – Kalte Luft.....	38
Der fliegende Tischtennisball.....	39
Das Wattepustespiel.....	40
Können wir Luft wiegen?.....	41

Inhaltsverzeichnis

Warum fliegen Vögel?

Lehrerhinweise.....	42
Aufgaben der Flügel beim Vogelflug.....	45
Wie ist die Vogelfeder aufgebaut?.....	48
Was macht Vögel zu Fliegern?.....	51

Wie und warum fliegt ein Flugzeug?

Lehrerhinweise.....	61
Auftrieb erleben.....	63
Wie fliegt ein Flugzeug?.....	66
Ein Segelflugzeug als Urlaubsflieger?.....	73

Warum fliegt ein Ballon?

Lehrerhinweise.....	78
Der Mülltütenballon.....	83
Ein Ballon aus Papier.....	84
Wir bauen einen großen Heißluftballon.....	85

Vernetzungs- und Vertiefungsphase

Konkretisierung der Unterrichtsphase.....	88
Lehrerhinweise.....	89
Wessen Brauserakete bleibt am längsten in der Luft?.....	92
Wessen Wasserrakete bleibt am längsten in der Luft?.....	94

Didaktische Konzeption

Die vorliegende Unterrichtseinheit ist im Rahmen des IPN Projektes NaWi-5/6 entstanden. Im Projekt entwickelten Lehrkräfte aus verschiedenen Schulen in Schleswig-Holstein mit Unterstützung des IPN in Kiel Unterrichtskonzepte für den naturwissenschaftlichen Unterricht in den Jahrgangsstufen 5 und 6.

Diese Form der Zusammenarbeit knüpft an die Erfahrungen der so genannten Kontextprojekte Chemie im Kontext, Physik im Kontext und Biologie im Kontext an. Auch dort wurden ausgehend von einer Rahmenkonzeption Unterrichtseinheiten und Materialien in „symbiotischen Lerngemeinschaften“ entwickelt, erprobt, reflektiert und optimiert. Grundgedanke dieser Form der Kooperation war die Integration und Vernetzung von Forschungserkenntnissen und Praxiserfahrungen, die sich gleichermaßen in den Unterrichtsansätzen widerspiegeln. Begleitende Evaluationstudien haben die Wirksamkeit dieser Zusammenarbeit belegt.

Konzeptionell lehnt sich das Projekt für den Anfangsunterricht 5/6 an die drei Säulen von Chemie im Kontext an: Ausgangspunkt und roter Faden für die Erschließung fachlicher Konzepte, Denk- und Arbeitsweisen sind **Kontexte**, die den Schülerinnen und Schülern¹ die Relevanz für eine Beschäftigung mit den Naturwissenschaften aufzeigen sollen. Ausgehend von Fragen insbesondere der Lernenden werden gemeinsam Aspekte identifiziert, die durch fachliche Methoden und Kenntnisse erarbeitet werden können. Die Fachinhalte werden über die verschiedenen Einheiten hinweg durch **Basiskonzepte**, die die typischen Denkweisen der drei Fächer aufzeigen, strukturiert und verbunden. Die dritte Säule der Konzeption beschreibt schließlich eine Vielfalt an **Methoden**, die besonders in der Begegnungs-, in der Neugier- und Planungsphase sowie in der Erarbeitungsphase die Eigenaktivität der Schülerinnen und Schüler anregen und fördern soll. Die vierte Phase, die Vertiefung und Vernetzung, muss erfahrungsgemäß dagegen stärker von der Lehrkraft unterstützt und angeleitet werden. Diese Grundkonzeption von Chemie im Kontext wurde von den anderen beiden Fächern adaptiert und erweitert. Die Physik legte bspw. einen besonderen Schwerpunkt auf den Umgang mit Schülervorstellungen, die Biologie nach Einführung der Bildungsstandards auf die Entwicklung kompetenzbasierter Aufgaben.

Das hier aufgezeigte Projekt NaWi-5/6 ebnet nun, ebenso wie das Transfer-Projekt zur Profilloberstufe, den Weg vom fachbezogenen Kontextunterricht zu einem stärker vernetzten naturwissenschaftlichen Denken, das im Anfangsunterricht eine gemeinsame Basis für die nachfolgenden Fachperspektiven legen soll.

¹ Im Folgenden schließt der Begriff Schüler auch weibliche Schülerinnen mit ein.

Umsetzung für die Jahrgänge 5 und 6

Der naturwissenschaftliche Unterricht in den Jahrgängen 5/6 soll für die Schüler eine Brückenfunktion einnehmen zwischen dem Heimat- und Sachunterricht in der Grundschule mit einem sehr breiten Perspektivrahmen und dem später einsetzenden Fachunterricht in der Sekundarstufe I.

Damit bereitet das Projekt NaWi-5/6 die Lernenden explizit auf einen nach Fächern differenzierten Unterricht nach der sechsten oder siebten Klassenstufe vor.

Für die konzeptionelle Gestaltung der entstehenden Unterrichtseinheiten stehen nicht nur die Einführung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen und relevanter Fragen und Kontexte im Zentrum, sondern auch eine Anbahnung der Basiskonzepte der naturwissenschaftlichen Fächer.

Dazu wurden im Vorfeld von Demuth et al. drei Basiskonzepte formuliert, die eine solche Hinführung auf die in den länderübergreifenden Bildungsstandards [KMK 2004] definierten Basiskonzepte der Fächer anbahnen sollen.



Nur mit Energie
kann man etwas tun



Auf der Welt geht
nichts verloren



Dinge beeinflussen
sich gegenseitig

[Demuth, PdN-ChiS 5/57 Jg. 2008]

Die Basiskonzepte werden in allen Einheiten mit unterschiedlichen Gewichtungen anvisiert.

Kurzvorstellung der im Projekt NaWi-5/6 entstehenden Kontexte

Zurzeit entstehen im Projekt Nawi-5/6 acht unterschiedliche Unterrichtseinheiten. Die Kontexte sind durch den Bezug auf die Basiskonzepte miteinander vernetzt. Jeder Kontext fokussiert unabhängig vom Thema beispielhaft einen besonderen Schwerpunkt: z.B. Binnendifferenzierung, Orientierung an Schülerfragen oder Beispiel für einen fächerverbindenden Unterricht.



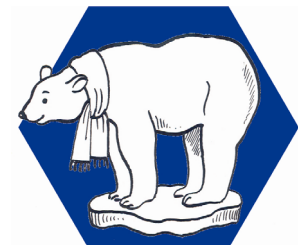
„**Sand und Steine**“ ein Thema für den NaWi-Unterricht? Wir meinen ja! Der Kontext eignet sich hervorragend für eine Einführung in naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen wie Vergleichen, Ordnen und Strukturieren und das Experimentieren.

Der **Boden** als Lebensraum und Lebensgrundlage ist Thema dieses Kontextes. Versuche und Arbeitsaufträge aus allen drei Naturwissenschaften machen diese Unterrichtseinheit zu einem Beispiel für fächervernetzenden Unterricht.



„**Wie werde ich richtig fit?**“ Diese Frage stellt sich die fiktive Schülerin Hanne in der gleichnamigen Unterrichtseinheit. Die Lernenden begleiten Hanne während des gesamten Kontextes und erfahren begleitet von Experimenten die Themen Fitness, Kraft und Ernährung.

Der Kontext „**Überleben in der Kälte**“ verbindet Fragen aus der Physik und der Biologie. Ausgehend von Schülerfragen werden Themen der Wärmelehre und die Anpassung von Mensch und Tier an verschiedene Lebensräume erarbeitet. Die Unterrichtseinheit erfüllt beispielhaft die Forderung nach Differenzierungsmöglichkeiten.



Neben diesen Unterrichtseinheiten arbeiten weitere Lehrer-Entwickler-Teams an den Kontexten „**Ernährung**“, „**Arbeiten wie ein Naturwissenschaftler**“ und „**Leben**“.

Der in diesem Heft präsentierte Kontext „**Luft und Fliegen**“ soll neugierig machen auf die genannten Kontexte.

Sie erhalten Beispielmateriale und weitere Informationen zum Projekt auf der Website www.nawi5-6.de.



„Luft und Fliegen“

Eine kontextorientierte Unterrichtseinheit für den
fachübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht
in den Klassenstufen 5 und 6

Aufbau der Unterrichtseinheit

Einen ersten Überblick über den Aufbau und die Strukturierung der Unterrichtseinheit können sie der folgenden Tabelle entnehmen.

Begegnungsphase

Filmsequenz: „Die tollkühnen Männer in ihren fliegenden Kisten“
Schülerwettbewerb: „Welches Fluggerät fliegt am längsten?“

Planungsphase

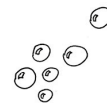
Erstellen und Sammeln von Schülerfragen zum Kontext „Luft und Fliegen“
→ Erstellen von Leitfragen für die Erarbeitungsphase

Erarbeitungsphase



Stationsarbeit Eigenschaften der Luft

Vermittelt „Basiswissen“ für die drei folgenden Leitfragen.



Warum fliegen Vögel?

Welche Aufgaben haben die Flügel beim Vogelflug?

Wie ist die Vogelfeder aufgebaut?

Was macht Vögel zu Fliegern?



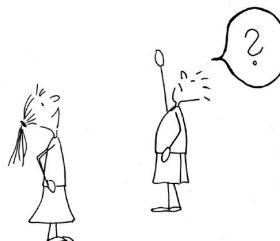
Wie und warum fliegt ein Flugzeug?

Auftrieb erleben!



Wie fliegt ein Flugzeug?

Ein Segelflugzeug als
Urlaubsflieger?

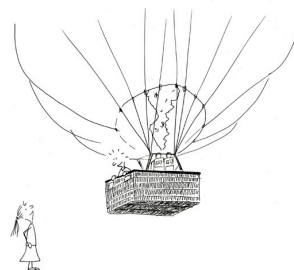


Warum fliegt ein Ballon?

Der Mülltütenballon!

Ein Ballon aus Papier!

Wir bauen einen großen
Heißluftballon!



Vernetzungs- und Vertiefungsphase

Am Beispiel „Raketenversuche“ kann das erworbene Wissen aus der Erarbeitungsphase vertieft und zu Basiskonzepten vernetzt werden.

Von Lehrkräften entwickelt und erprobt

Das vorliegende Material wurde von Lehrkräften verschiedener Fachrichtungen und Schulformen gemeinsam in einem Team entwickelt. Wir haben die Unterrichtseinheit „Luft und Fliegen“ erfolgreich an verschiedenen Schulen und in unterschiedlichen Klassen erprobt. Diese Erfahrungen fließen sowohl in die Gestaltung der Schülerbögen, als auch in die Tipps und Hinweise der Lehrerhandreichungen ein.

Aufbau des Materials

Jede Phase des Kontextes und jede Sequenz in der Erarbeitungsphase beginnt mit einer einleitenden Beschreibung für die Lehrkraft. Anschließend wird die Unterrichtsphase konkretisiert und eine kurze didaktische Begründung für den folgenden Ablauf gegeben.

Der Aufbau der Einheit stellt eine exemplarische Möglichkeit dar, den Kontext „Luft und Fliegen“ zu behandeln. Ein individueller Weg durch die Einheit ist möglich. Das vorliegende Material bietet Hinweise auf alternative Vorgehensweisen und Verweise auf weiterführendes Unterrichtsmaterial aus Schulbüchern, Internet und anderen Quellen.

Lehrerhandreichungen

Arbeitsaufträge und Versuche werden in diesem Heft so präsentiert, dass es zu jedem Schülerbogen eine Lehrerhandreichung gibt.

In den Lehrerhandreichungen werden neben Durchführungshilfen und einer kurzen didaktischen Begründung immer auch Hinweise gegeben, um etwaige „Stolpersteine“ bei der Durchführung im Vorfeld aus dem Weg zu räumen.

Da viele Kolleginnen und Kollegen im NaWi-Unterricht der Klassenstufen 5 und 6 fachfremd unterrichten, gibt es bei den Lehrerhinweisen einen kurzen fachlichen Hintergrund und Lösungen für die Schülerbögen.

Zur Arbeit mit den Materialien

Aufbau der Schülerbögen

Bei der Gestaltung der Schülerarbeitsbögen wurde darauf geachtet, dass die Schüler ein immer wiederkehrendes Schema vorfinden. Der Aufbau *Material*, *Durchführung* *Beobachtung* und *Ergebnis* findet sich in fast allen Bögen wieder. Beim Layout der Arbeitsbögen haben wir darauf geachtet, die Seiten so zu gestalten, dass Wichtiges in den Vordergrund rückt und das Material nicht mit zu vielen Informationen „überfrachtet“ wird.

Differenzierungsmöglichkeiten

Im fachübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht treffen wir heute fast immer auf eine heterogene Zusammensetzung der Schülerschaft. Um allen Schülern gerecht werden zu können, benötigen wir differenziertes Unterrichtsmaterial, das geeignet ist, leistungsschwächere Kinder zu fördern und leistungsstarke Kinder zu fordern.

Wir haben versucht, diesem Anspruch gerecht zu werden, indem wir eine Vielzahl unserer Schülerbögen so gestaltet haben, dass sie für die verschiedenen Anspruchsniveaus in unterschiedlicher Form zur Verfügung stehen.

Dabei bieten wir z.B. differenziertes Material in Bezug auf die Lesefertigkeit unserer Schüler an. Zu vielen Arbeitsaufträgen gibt es Zusatzaufgaben auf einem höheren Anspruchsniveau für „schnelle“ Schüler.

Begegnungsphase



In der Begegnungsphase sollen die Schüler das erste Mal mit dem neuen Kontext konfrontiert werden. Ziel dabei ist es, den neuen Lerngegenstand so zu präsentieren, dass sich durch erste Erfahrungen der Schüler mit dem neuen Kontext möglichst viele Schülerfragen ergeben.

Die Begegnungsphase beginnt mit dem Präsentieren einer Filmsequenz. Im Vorspann des Filmes „*Die tollkühnen Männer in ihren fliegenden Kisten*“ wird auf höchst amüsante Weise gezeigt, wie der Mensch seit der Steinzeit bemüht ist, sich in die Lüfte zu erheben. Die hier gezeigten Ideen und Missgeschicke der ersten Luftfahrtpioniere motivieren die Schüler, selbst ein einfaches Flugobjekt zu konstruieren.

Ein Klassenwettbewerb zum Bau von Flugobjekten greift die Motivation der Schüler auf.

Durch den Bau der Flugobjekte und die Durchführung und Auswertung des Wettbewerbes entstehen bei den Schülern Fragen zum Kontext, die durch das eigene Handeln begründet sind.

In der Klasse werden die Wettbewerbsbedingungen geklärt. Die Schüler werden in die Gruppenarbeit entlassen mit dem Ziel, ein Fluggerät zu konstruieren, das möglichst lange in der Luft bleibt. Der Wettbewerb wird mit einer Preisverleihung durchgeführt.

Konkretisierung der Unterrichtsphase

Einführung in den Wettbewerb (1.Stunde)

- 1.) Einstieg Filmsequenz „Die tollkühnen Männer in ihren fliegenden Kisten“ (ca.3min). Teile des Films bei www.youtube.de oder bei GOOGLE Video Suche (Filmtitel in Suchmaske eingeben). Den Film als DVD gibt es z.B. bei AMAZON für 9,99 €.
- 2.) Lehrerversuch – Vorführung von ungewöhnlichen Papierflugzeugen und/oder der Teebeutel-Rakete (B3)
- 3.) Arbeitsbogen (B1) austeilen, mit der Klasse die Wettbewerbsbedingungen klären (z.B. Startort, Starthöhe, Materialkosten) und Gruppenabsprachen treffen.
- 4.) Restliche Zeit der Stunde zum Recherchieren im Internet oder Büchern und Zeitschriften geben.

Durchführung des Wettbewerbs (2. Stunde)

- 1.) Durchführung des Wettbewerbs in einer Turnhalle oder Aula (möglichst als Doppelstunde).
- 2.) Siegerehrung, evtl. mit Preisverleihung.
Arbeitsbogen (B2) zur Auswertung des Flugwettbewerbes austeilen.
- 3.) Beobachtung und Ergebnis ausfüllen lassen.

Zusatzaufgaben in der Begegnungsphase:

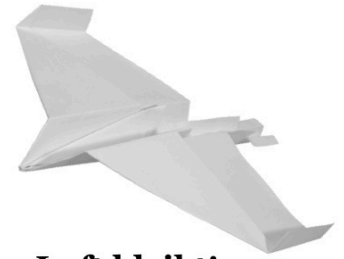
- Z1.) Siehe Zusatzaufgaben auf dem AB (B2) unten.
- Z2.) Erstellt mit Hilfe der Fragen zum Thema „Fliegen und Luft“ eine Mindmap.
- Z3.) Welche Lebewesen können fliegen und wie kann man diese in Gruppen einteilen?
Erstelle eine Tabelle!



Luft und Fliegen

Name: _____ Datum: _____

B1 Wettbewerb:
Wessen Fluggerät fliegt am längsten?



**Baut ein Fluggerät, das in einer Halle möglichst lange in der Luft bleibt!
Beachtet genau die Wettkampfbedingungen!**

Unsere Wettkampfbedingungen:

Durchführung:

1. Bildet Gruppen von zwei bis vier Personen!
2. Einigt euch auf ein Fluggerät!
3. Denkt euch selbst eine möglichst gute Bauanleitung aus oder sucht im Internet oder in Büchern!
4. Vereinbart Zeitpunkt, Treffpunkt und wer welche Materialien zum Bau mitbringt!
5. Probiert euer Flugmodell möglichst vor dem Wettkampf aus, um es vielleicht zu verbessern!

Sicherheitshinweise:

- a) Flugzeuge nicht in der Nähe von zerbrechlichen Gegenständen starten!
- b) Mit Flammen und oder Gasen betriebene Fluggeräte nur unter Aufsicht eines Erwachsenen starten!

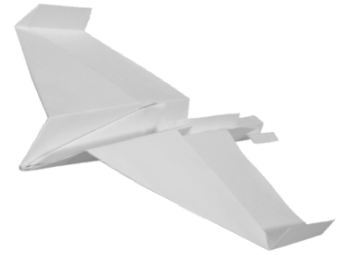
Hier könnt ihr erste Skizzen zeichnen oder eine Materialliste erstellen.



Luft und Fliegen

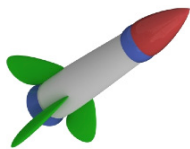
Name: _____ Datum: _____

B2 Auswertung unseres Flugwettbewerbes!



Beobachtung beim Wettkampf:

Beschreibe das Siegermodell oder zeichne es auf die Rückseite.



Ergebnis:

Erkläre, warum das Siegermodell so erfolgreich war!

Zusatzaufgaben:

- 1.) Zeichne das Siegermodell auf der Rückseite auf!
- 2.) Hast du Verbesserungsvorschläge für das Siegermodell? Schreibe sie auf oder zeichne sie auf die Rückseite.

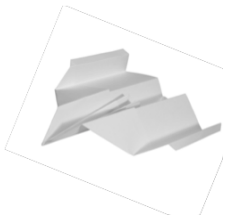


Urkunde

Flugwettbewerb der Klasse ____

Wer baut das beste Flugobjekt?

__ Platz



Wettbewerbsleitung

B3 Demonstrationsversuch Teebeutelrakete

Vorgehensweise:

Der Teebeutelversuch kann neben dem Filmtrailer „Die tollkühnen Männer in ihren fliegenden Kisten“ bei den Schülern zusätzliche Motivation erwecken, sich mit dem Thema „Luft und Fliegen“ zu beschäftigen.

Die Lehrkraft „verpackt“ den Versuchsaufbau in eine Geschichte.



Beispiel: Auf einem Dorffest in Ostfriesland soll eine Rakete steigen. Hein und Fiete bekommen den Auftrag eine Rakete zu organisieren. Die Bestellung trifft ein. Es handelt sich um einen Teebeutel. Die einzelnen Komponenten des Teebeutels werden fantasievoll entsorgt...

Vom Teebeutel übrig bleibt die Filterpapierrolle. Diese wird senkrecht auf eine feuerfeste Unterlage gestellt und an der Spitze entzündet.



Fachlicher Hintergrund:

Durch die Verbrennung erwärmt sich die Luft im Inneren der Teebeutelsäule. Die erwärmte Luft besitzt eine geringere Dichte als die sie umgebende kältere Luft und steigt auf. Dabei werden die leichten Aschereste des Teebeutels von der aufsteigenden warmen Luft mittransportiert.

Hinweise:

Weitere Informationen zur Teebeutelrakete findet man unter www.wehrfritz.de/pdf/03-C-371-Teebeutelrakete-L.pdf.

Einen Film zur Teebeutelrakete gibt es auf www.youtube.de (Eingabe Suchmaske: *Teebeutelrakete*).

Achtung: Es empfiehlt sich den Versuch im Vorfeld auszuprobieren. Nicht alle im Handel erhältlichen Teebeutel sind für den Versuch geeignet. Einige Teebeutelhüllen verbrennen fast vollständig, so dass keine Aschereste aufsteigen können!

Planungsphase



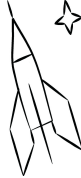
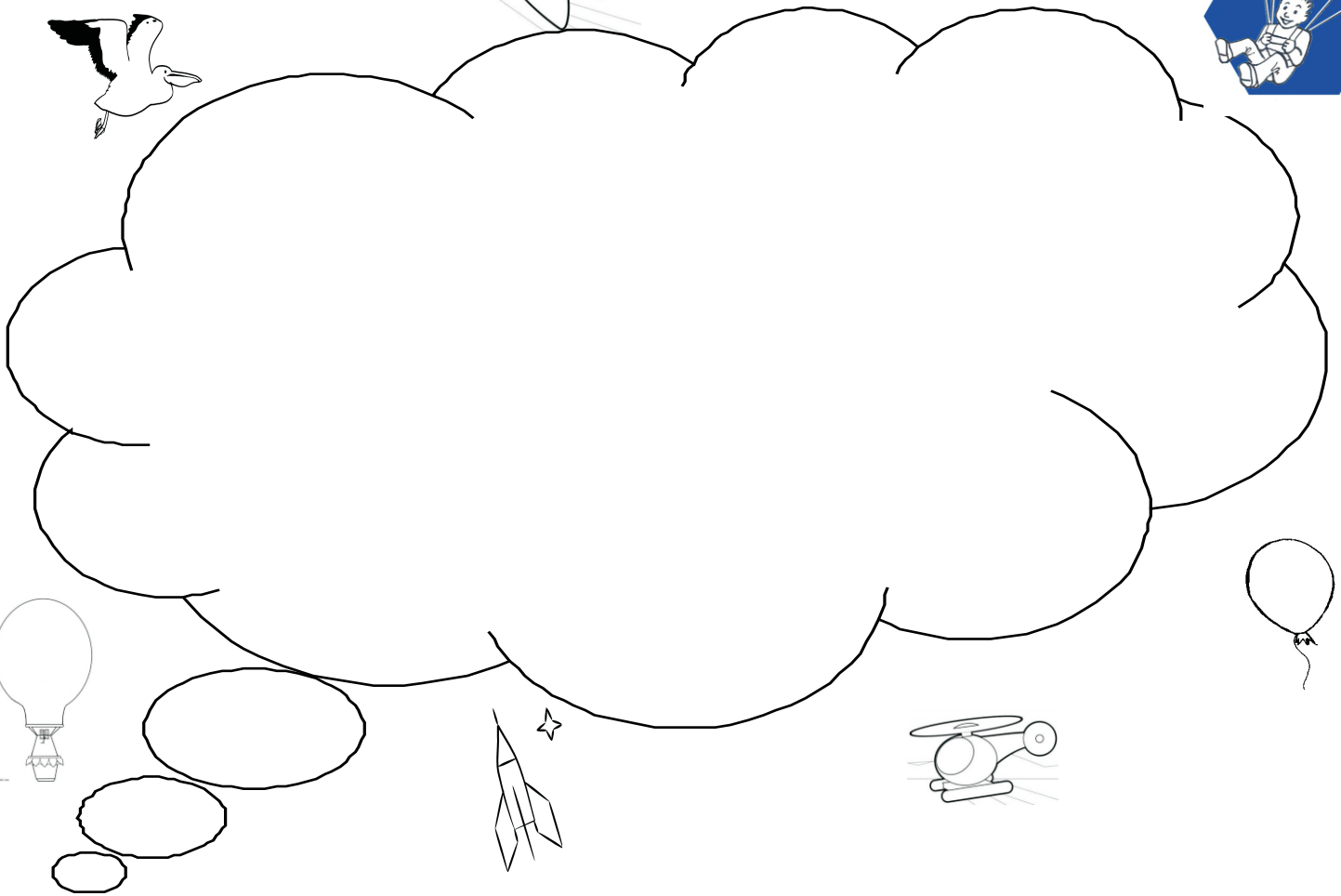
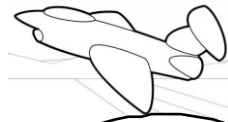
In der Planungsphase notieren die Schüler ihre Fragen zum Kontext auf Fragekärtchen. Die Fragen werden geordnet und im Klassenplenum auf drei bis fünf Leitfragen reduziert. Die Leitfragen werden in der Erarbeitungsphase geklärt.

Konkretisierung der Unterrichtsphase:

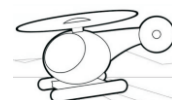
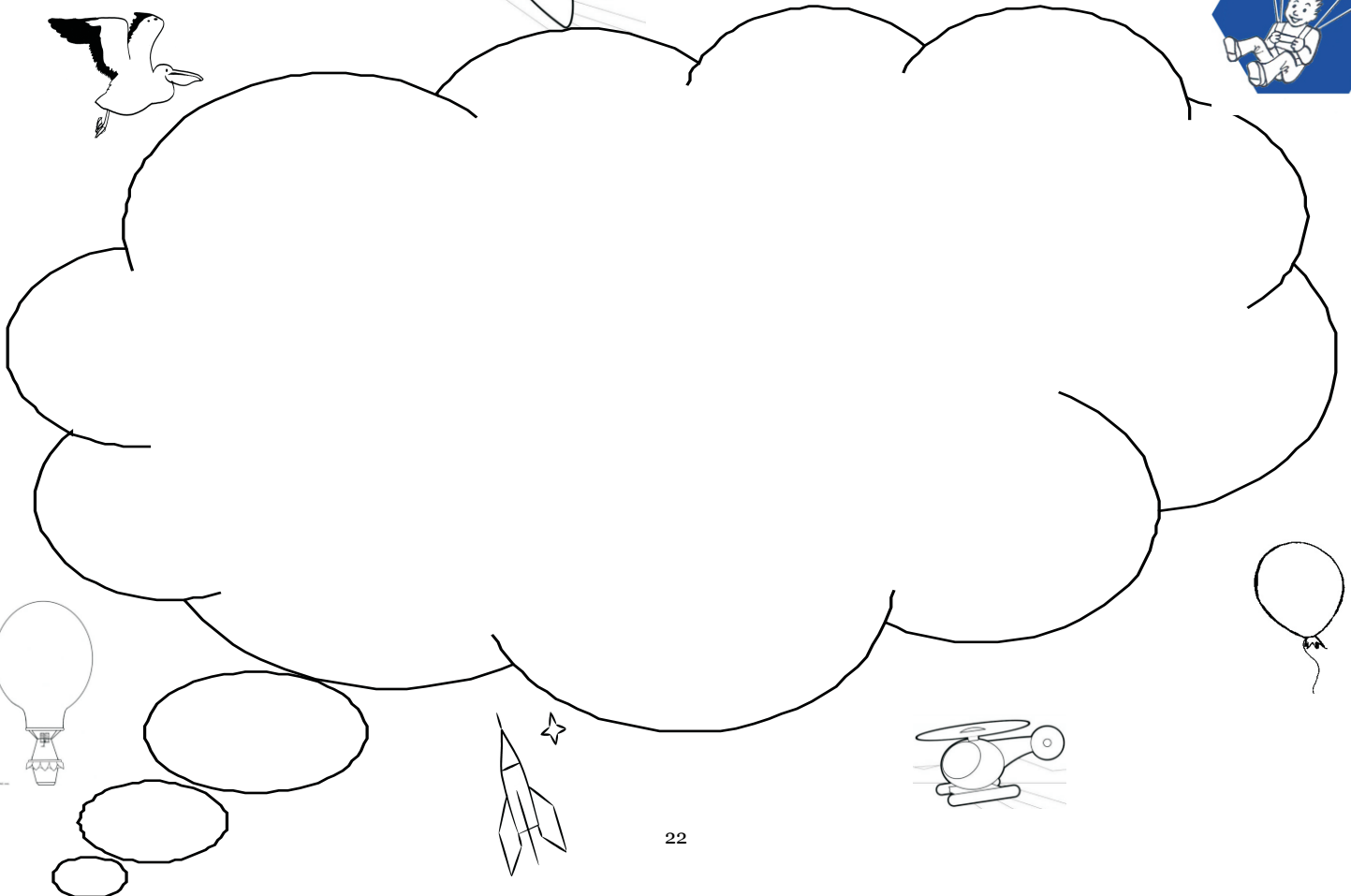
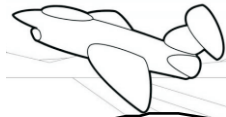
- 1.) Jeder Schüler erhält mehrere Fragekarten im A5-Format, um jeweils pro Karte eine Frage zum Thema „Luft und Fliegen“ zu notieren.
- 2.) Anschließend arbeiten die Kinder mit einem Partner zusammen. Sie stellen sich gegenseitig ihre Fragen vor und wählen gemeinsam die fünf wichtigsten aus.
- 3.) Nun finden sich jeweils vier Kinder zusammen und stellen sich wieder ihre ausgewählten Fragen vor. Auch diesmal müssen sie sich auf die fünf wichtigsten einigen.
- 4.) Zum Abschluss stellen die Gruppen ihre Fragen der ganzen Klasse vor. Die Klasse entscheidet gemeinsam mit der Lehrkraft, welche Fragen im Unterricht geklärt werden sollen. Es sollten nicht mehr als fünf bis sechs Fragen ausgewählt werden, da die Einheit sonst zu umfangreich und unüberschaubar wird.

Die Leitfragen stehen sauber und gut formuliert auf den Kärtchen oder werden nocheinmal ordentlich aufgeschrieben und dann auf ein Plakat geklebt. Dieses gut sichtbare Plakat ist wichtig, um in der Erarbeitungsphase zu sehen, welche Fragen schon bearbeitet wurden und was noch getan werden muss.

Meine Frage:



Meine Frage:



Mögliche Schülerfragen nach der Begegnungsphase

Um eine Vorstellung davon zu bekommen, welche Schülerfragen nach der Begegnungsphase auftauchen können, finden Sie hier einige Beispiele.

Die aufgeführten Fragen sind an vier verschiedenen Schulen und Klassen entstanden, an denen die Begegnungsphase mit dem Flugwettbewerb durchgeführt wurde. Die Fragen wurden nachträglich thematisch sortiert.

Besonders häufig von Schülern genannte Fragen sind fett gedruckt.

Thema Fliegen:

Was ist Fliegen? Wer hat das Fliegen (bei den Menschen) erfunden?

Warum kann man im Weltall nicht gleiten ohne Antrieb? Wie lernt man Fliegen? Was kann alles fliegen? Wieso können Menschen und Tiere nicht fliegen? Warum können schwere Gegenstände besser fliegen als Menschen? Gibt es Flugzeuge die zu schwer (Gewicht) zum Fliegen sind? Wie kann man Sachen aus Holz/Metall/schwere Sachen zum Fliegen bringen?

Thema Vögel:

Warum können Vögel fliegen (und wir Menschen nicht)? Warum können Vögel so lange schweben/fliegen (wie schnell, hoch)? Wieso gleitet ein Vogel? Warum (wie) fliegen Schmetterlinge, Fliegen?

(Warum) Können Vögel auch auf der Stelle fliegen? Welches war der erste Vogel der fliegen konnte? Warum haben einige Vögel so lange Flügel? Warum fliegen Vögel in den Süden? Warum können Vögel (z.B. Adler) Bruchlandungen überstehen?

Thema Flugzeuge:

Warum können Flugzeuge fliegen (so schnell, wie lange, wie groß)? Wie können Flugzeuge starten/lenken/steuern? Warum fliegt das Flugzeug so schnell? Wie schnell fliegt es? Wer hat wann das Fliegen/Flugzeug erfunden (Entstehungsgeschichte)? Welche Flugmodelle/Flugobjekte gibt es? Womit fliegen Flugzeuge?

Warum haben Tragflächen ihre besondere Form? Wieso fliegen Propellermaschinen? Warum ist das Heck am Flugzeug so wichtig? Warum hinterlassen Flugzeuge eine Spur im Himmel? Wie kann ein Flugzeug mit Aufwind fliegen?

Thema Ballone:

Warum fliegen Ballone? Wird ein Heißluftballon mit Feuer angetrieben? Was ist in einem Heißluftballon drin? Wie bringt man einen Ballon zum Fliegen? Warum fliegen Zeppeline?

Warum hebt ein mit dem Mund aufgeblasener Luftballon nicht ab? Warum fliegen einige Ballons und andere nicht? Warum platzen Luftballons so leicht? Wie lange überlebt Helium im Ballon? Kann man sich einen eigenen Zeppelin bauen? Womit wird ein Zeppelin angetrieben?

Mögliche Schülerfragen nach der Begegnungsphase

Thema weitere Flugobjekte:

Wie fliegt eine Rakete? Warum bleibt eine Rakete im Weltall nie stehen? Warum kann ein Hubschrauber in der Luft stehen? Wie (hoch) kann ein Helikopter fliegen?

Wie kommt eine Rakete ins All? Warum fliegen Raketen auch ohne Flügel?

Thema Fluggeräte zum Spielen:

Warum fliegen Papierflieger? Warum drehen Papierflieger/Wie können sie gerade fliegen? Wie(so) kommt ein Bumerang zurück? Wie kann ein Bumerang fliegen (ohne Flügel)?

Wieso dreht sich der Bumerang in der Luft? Wieso fliegt ein Drachen so hoch? Warum dreht sich eine Frisbeescheibe?

Ordnet man die auftretenden Schülerfragen nach Schwerpunkten, so finden sich in allen Klassen, in denen die Begegnungsphase durchgeführt wurde, drei zentrale Leitfragen wieder:

1.) Warum können Vögel fliegen?

2.) Wie und warum fliegen Flugzeuge?

3.) Warum fliegt ein Ballon?

Diese drei Leitfragen bildeten den Schwerpunkt bei der Entwicklung des Unterrichtsmaterials für die Erarbeitungsphase.

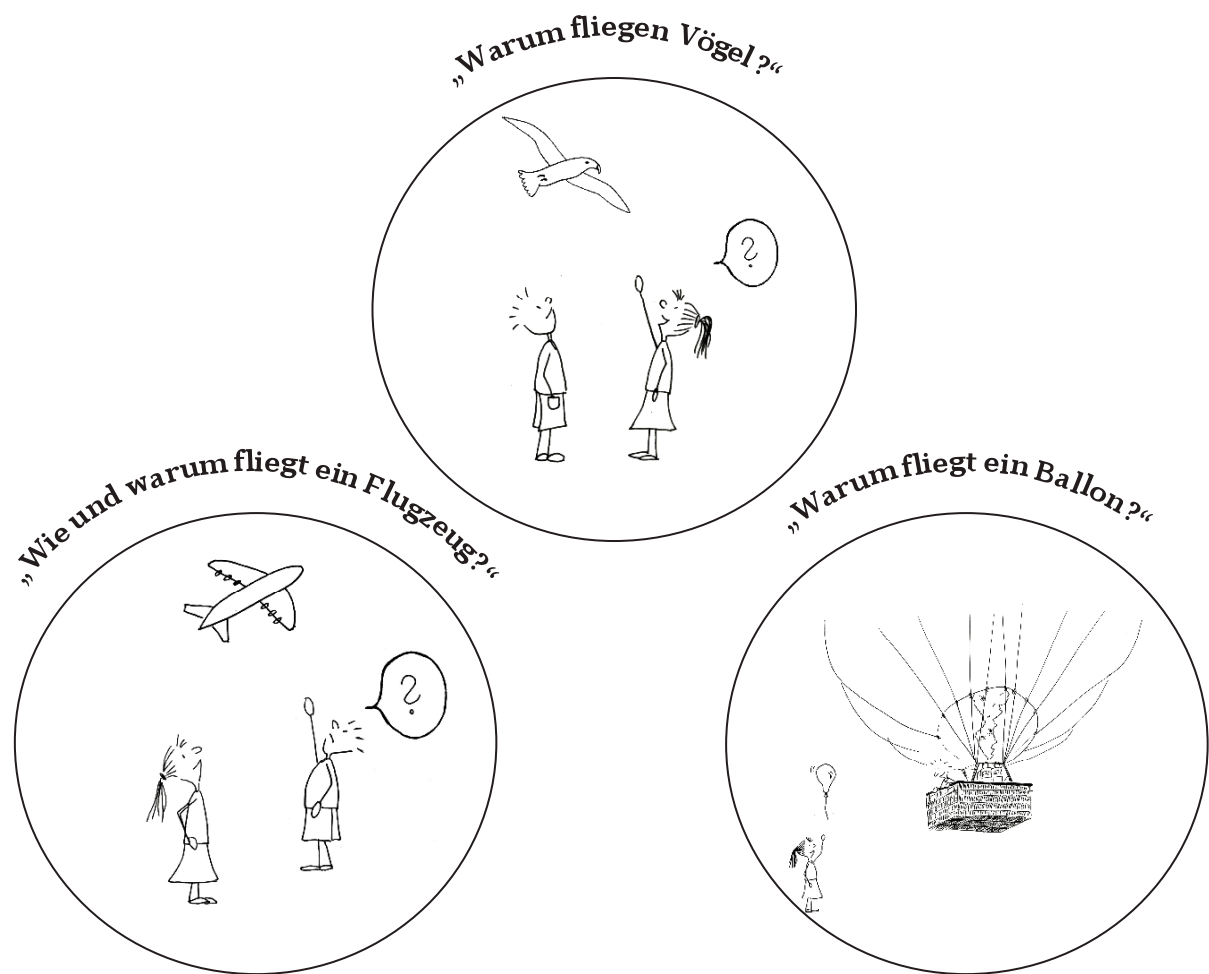
Erarbeitungsphase



Konkretisierung der Unterrichtsphase

In der Erarbeitungsphase werden die auftauchenden Schülerfragen unter Einbeziehung einer möglichst großen Methodenvielfalt geklärt.

Unsere Schülerbefragungen haben ergeben, dass die Kinder vor allem an den folgenden Fragen interessiert sind:



Um diese Fragen beantworten zu können, müssen die Schüler die **Eigenschaften der Luft** kennen lernen. Da Luft unsichtbar ist, erschließt sich ihnen dieser Stoff nicht unmittelbar. Die Stationsversuche (E1)-(E9) sollen hier Abhilfe schaffen und helfen, ein erstes Teilchenmodell am Beispiel Luft erfahrbar zu machen. Die Stationsarbeit sollte somit am Anfang der Erarbeitungsphase stehen, unabhängig davon welche Schülerfragen bearbeitet werden.

Wir verwenden in dieser Einheit ein ganz einfaches Teilchenmodell. Die Luft besteht aus vielen kleinen Kugelteilchen. Die einzelnen „Kugeln“ sind nicht sichtbar, aber viele Teilchen können dennoch etwas bewirken.

Konkretisierung der Unterrichtsphase

Dieses Teilchenmodell ist ein universell einsetzbares Erklärungsmodell und geht ganz vereinfacht von folgenden Annahmen aus:

- Die Teilchen sind so klein, dass sie selbst unter dem Mikroskop nicht zu sehen sind.
- Die Teilchen können wir uns als ganz kleine Kugeln vorstellen.
- Die Teilchen haben eine Masse, somit sind sie träge, d.h. sie ruhen oder bleiben unverändert in Bewegung, bis eine Kraft auf sie einwirkt.
- Die Teilchen stehen in Wechselwirkung zu anderen Teilchen und Gegenständen.

Diese Modellvorstellung reicht aus, um alle Aspekte des Themas Fliegen zu erklären, z.B. die Thematik „Fliegen mit Geräten (Ballone), die leichter als Luft sind“.

Wir verwenden nicht das Strömungsmodell nach BERNOULLI, auch wenn es bekannter ist. Es erscheint uns für Schüler dieser Altersstufe als zu kompliziert.

Weiterhin erklärt es nicht das Fliegen von Ballonen und die Basiskonzepte „Materie/Stoff“ und „Wechselwirkungen“ werden nicht ausreichend bedient.

Dennoch ist eine Ergänzung der Unterrichtseinheit nach dem Modell von Bernoulli nach Wunsch möglich.

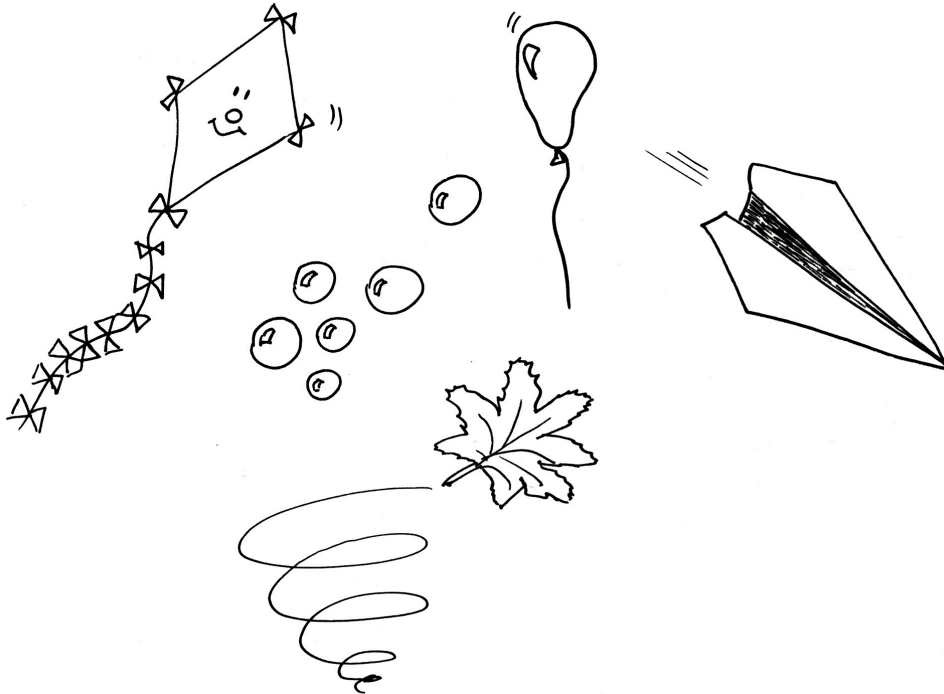
Die Lehrkraft kann anhand der Schülerfragen aus der Begegnungsphase wählen, ob alle oder nur einige der angebotenen Themen bearbeitet werden oder ob die Schüler gemäß ihren Interessen die Themen arbeitsteilig bearbeiten.

Das vorliegende Material erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Jede Lehrkraft muss selbst entscheiden, ob weiteres Material oder zusätzliche Arbeitsphasen notwendig sind, um den Lernerfolg der eigenen Lerngruppe zu sichern.

Wir haben uns bewusst dagegen entschieden, für die Erarbeitungsphase konkrete Zeit- und Planungsvorgaben zu geben, da dieses dem Prinzip der Orientierung an Schülerfragen widersprechen würde.

Zudem muss die Auswahl des Materials für die Erarbeitungsphase und die Zeiteinteilung für die Durchführung der Einheit sicherlich bei jeder Lerngruppe neu entschieden werden, um auf die unterschiedlichen Bedürfnisse unserer Schüler individuell eingehen zu können.

Stationsarbeit Eigenschaften der Luft



Die Versuche (E1) bis (E9) sollen von den Schülern in einer Stationsarbeit durchgeführt werden.

Bei den Versuchen wurde bewusst darauf geachtet, als Material möglichst Alltagsgegenstände zu verwenden. Zum einen sind die Versuche dadurch unabhängig von der jeweiligen Fachraumausstattung durchführbar und zum anderen ergibt sich für den Schüler ein Lebensweltbezug, der sich positiv auf das Lernen auswirkt.

Die einzelnen Versuche thematisieren verschiedene Eigenschaften der Luft:

Die Schüler erkennen, dass Luft Platz braucht (E2/E3). Sie lernen, dass warme Luft eine stärkere Ausdehnung hat als kalte Luft (E4/E5/E6). In den Bögen (E7) und (E8) beschäftigen sich die Schüler mit der Wirkung der Luft. Dass Luft eine Masse hat, wird in Versuch (E9) verdeutlicht.

Lösungen:

Arbeitsbogen	Ergebnis
E1	Der Luftballon drückt die Luftteilchen zusammen. Sie entweichen durch die Öffnung und drücken den Luftballon weg (Rückstoß).
E2	Durch die Abdichtung kann die Luft in der Flasche nicht mehr entweichen und somit findet das Wasser keinen Platz.
E3	Durch das zusätzliche Loch in der Flasche kann die Luft entweichen und der Luftballon kann aufgepustet werden.
E4	Warme Luft braucht mehr Platz und entweicht durch die Öffnung. Dabei hebt sie die Münze an.
E5 Version 1	Kalte Luft braucht weniger Platz. Dieses bewirkt, dass sich die Flasche im Kühlschrank zusammenzieht. Durch die Erwärmung im Raum hat die Luft sich wieder ausgedehnt und die Flasche erhält ihre alte Form.
E5 Version 2	Weil durch das Wasserbad auch die Luft in der Flasche erwärmt wird, braucht die Luft mehr Platz und ein Teil der Luft entweicht. Wenn die Flasche aus dem Wasserbad genommen und verschlossen wird, dann kühlt die Luft in der Flasche ab, braucht weniger Platz und die Flasche zieht sich zusammen.
E6	Weil durch das heiße Wasserbad auch die Luft in der Flasche erwärmt wird, dehnt diese sich aus und entweicht in den Luftballon.
E7	Der Ventilator im Fön treibt Luftteilchen an. Diese prallen gegen den Tischtennisball und lassen ihn in der Luft schweben.
E8	Durch das Ausatmen bewegen wir Luftteilchen und die treiben den Wattebausch über den Tisch.
E9	Der platte Fußball ist leichter als der aufgepumpte Fußball. Der aufgepumpte Fußball ist schwerer , weil wir Luft hinein gepumpt haben. Die Teilchen der Luft haben eine Masse .

Hinweise:

Das AB (E1) steht in zwei verschiedenen Differenzierungsformen zur Verfügung. Version B ist für Schüler gedacht, die Schwierigkeiten bei der Texterschließung haben.

Achtung zu (E5) Knisterflasche 2 – Die Wassertemperatur darf 50°C nicht übersteigen, da sonst der Kunststoff der Flasche schmilzt.

Es bietet sich an während der Stationsarbeit eine Phase einzubauen, in der die Schüler kurz eine Vorstellung eines einfachen Teilchenmodells präsentiert bekommen.

Mit Hilfe dieses Hintergrundwissens lassen sich die einzelnen Versuche einfachen Folgerungen des „Teilchenmodells“ zuordnen.

Dieses kann im Klassenplenum erfolgen. Eine mögliche Fixierung an der Tafel könnte z.B. so aussehen:

Eigenschaften der Luft

Luft ist **nicht** nichts.

Wir können uns vorstellen, dass Luft aus ganz vielen, ganz kleinen **Kugelteilchen** besteht.

Die Teilchen so klein, dass sie selbst mit einem Mikroskop nicht zu sehen sind.

Aber die Teilchen können etwas bewirken:

- 1.) Die Teilchen brauchen Platz!
- 2.) Werden die Teilchen angetrieben, können sie etwas bewegen!
- 3.) Bei Wärme brauchen die Teilchen mehr Platz!

Die Schüler erhalten im Fortlauf der Stationsarbeit die Aufgabe, die einzelnen Versuche den Punkten 1,2 und 3 zuzuordnen.

Lösung:

- 1.) E1, E2, E3, E9
- 2.) E1, E7, E8
- 3.) E4, E5, E6



Luft und Fliegen

Name: _____ Datum: _____

E1 (A) Die Ballonrakete

Was treibt eigentlich ein Düsenflugzeug oder eine Rakete an? Mit dem folgenden Versuch kannst du das Prinzip herausfinden.



Geräte / Gegenstände

- Angelschnur (gespannt zwischen zwei Haken, Stühlen, Stativen)
- länglicher Luftballon
- Trinkhalm
- Klebeband
- Schnur, Draht oder Verschlussclip

Durchführung:

1. Fädele die Angelschnur durch den Trinkhalm!
2. Spanne die Angelschnur fest zwischen zwei Haken (Wand), Stühle oder Stative!
3. Puste den Ballon auf und verschließe das Ende mit einer Schnur (Draht, Clip)!
4. Klebe den Trinkhalm auf der Angelschnur mit Klebeband an dem Luftballon fest!
5. Starte die Rakete, indem du den Ballonverschluss öffnest!

Zeichne den Versuchsaufbau auf die Rückseite →

Beobachtung:

Wie kann die Reichweite der Ballonrakete vergrößert werden?

Ergebnis:

Die Ballonrakete fliegt weg, weil



Luft und Fliegen

Name: _____ Datum: _____

E1 (B) Die Ballonrakete

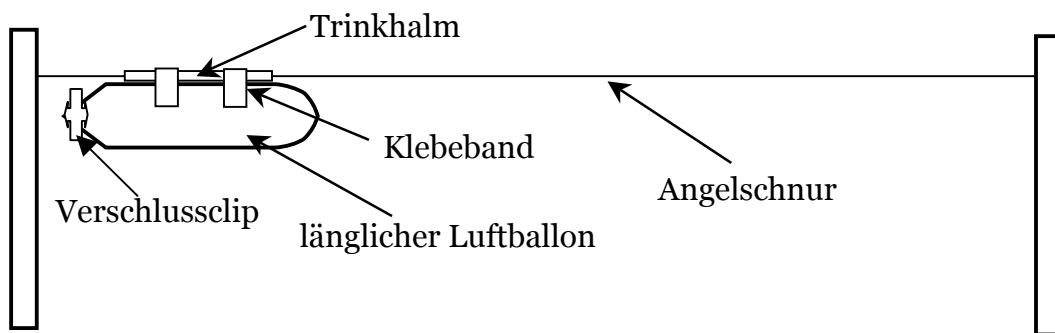
Was treibt eigentlich ein Düsenflugzeug oder eine Rakete an? Mit dem folgenden Versuch kannst du das Prinzip herausfinden.



Geräte / Gegenstände

- Angelschnur (gespannt zwischen zwei Haken/Stativen)
- länglicher Luftballon
- Trinkhalm
- Klebeband
- Schnur, Draht oder Verschlussclip

Versuchsaufbau:



Durchführung:

(Bringe den Ablauf durch Nummern in die richtige Reihenfolge!)

- ___ Spanne die Angelschnur fest zwischen zwei Haken (Wand), Stühle oder Stative!
- ___ Fädle die Angelschnur durch den Trinkhalm!
- ___ Klebe den Trinkhalm auf der Angelschnur mit Klebeband an dem Luftballon fest!
- ___ Puste den Ballon auf und verschließe das Ende mit einer Schnur (Draht, Clip)!
- ___ Starte die Rakete, indem du den Ballonverschluss öffnest!

Beobachtung:

Ergebnis:

Die Ballonrakete fliegt weg, weil



Name: _____ Datum: _____

E2 Das Wasser in der Flasche

Material: Flasche, Glas, Plastischüssel, Trichter, Knetgummi, Wasser

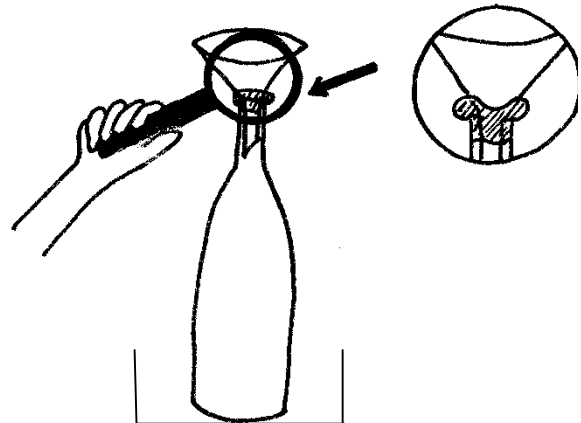
Durchführung 1:

1. Stelle die Flasche in eine Plastischüssel.
2. Setze den Trichter auf die Flaschenöffnung und fülle Wasser bis zur Hälfte ein! Dabei den Trichter leicht anheben.
3. Leere die Flasche danach aus.



Durchführung 2:

1. Nimm wieder die Flasche mit dem Trichter.
2. Verschließe nun die Flaschenöffnung, in der der Trichter steckt, mit Knetgummi.
3. Die Öffnung muss gut abgedichtet sein.
4. Fülle erneut Wasser in die Flasche.



Beobachtung:

Ergebnis:



Name: _____ Datum: _____

E3 Der Ballon in der Flasche

Material: Plastikflasche, Nagel, Luftballon

Durchführung 1:

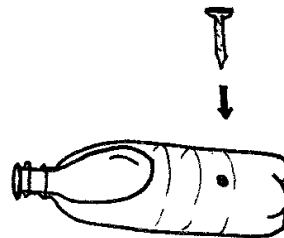
1. Stecke den Luftballon mit der Öffnung nach oben in die Plastikflasche!
2. Stülpe die Öffnung des Luftballons über den Flaschenrand!
3. Blase den Ballon auf!



Beobachtung:

Durchführung 2:

1. Nimm den Nagel und bohre vorsichtig ein Loch in den unteren Teil der Flasche!
2. Versuche den Luftballon aufzublasen!



Beobachtung:

Ergebnis:



Luft und Fliegen

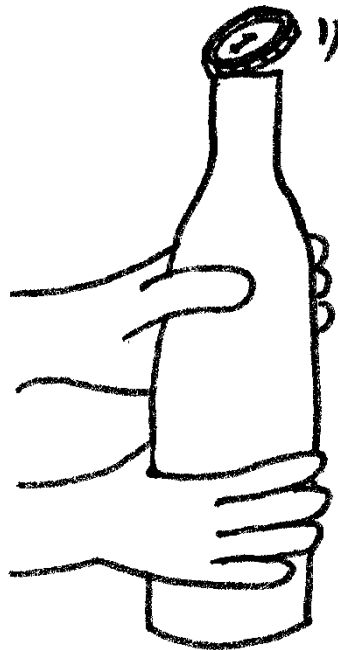
Name: _____ Datum: _____

E4 Der Flaschengeist

Material: gekühlte Glasflasche, Münze

Durchführung:

1. Befeuchte die Öffnung der gekühlten Flasche mit Wasser!
2. Lege das Geldstück auf die Flaschenöffnung!
3. Erwärme die Flasche mit den Händen!



Beobachtung:

Ergebnis::



Luft und Fliegen

Name: _____ Datum: _____

E5 Die Knisterflasche (1)

Material: 1 leere Plastikflasche



Durchführung:

1. Lege eine leere geschlossene Plastikflasche mindestens 15 Minuten in den Kühlschrank (im Winter kannst du sie nach draußen stellen)!
2. Stelle die Flasche jetzt in einen warmen Raum!

Beobachtung:

Zeichne die Flasche jeweils hinein und beschreibe deine Beobachtung:

nach dem Kühlschrank	im warmen Raum

Ergebnis:



Luft und Fliegen

Name: _____ Datum: _____

E5 Die Knisterflasche (2)

Material: 1 leere Plastikflasche, Schale mit warmem Wasser



Durchführung:

1. Stelle eine leere geöffnete Plastikflasche mindestens 5 Minuten in warmes Wasser!
2. Nimm die Flasche aus dem Wasser und schließe sie!
3. Stelle die Flasche jetzt auf den Tisch!

Beobachtung:

Zeichne die Flasche jeweils hinein und beschreibe deine Beobachtung:

im Wasserbad	auf dem Tisch

Ergebnis:



Luft und Fliegen

Name: _____ Datum: _____

E6 Warme Luft – Kalte Luft

Material: Glasflasche, Luftballon, Gefäß (Glaswanne oder ähnliches)

Durchführung:

1. Stülpe einen Luftballon über den Flaschenhals!
2. Fülle heißes Wasser in das Gefäß!
3. Stelle die Flasche in das heiße Wasser!

Beobachtung:

<p>Ballon und Flasche vor dem Versuch:</p> 	<p>Ballon und Flasche nach dem Versuch:</p> <p>Zeichne:</p>
---	--

Ergebnis:

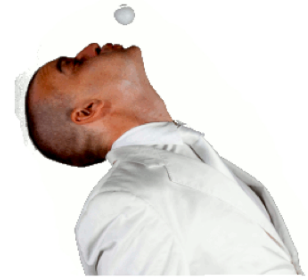


Luft und Fliegen

Name: _____ Datum: _____

E7 Der fliegende Tischtennisball

Material: Tischtennisball, Fön



Durchführung:

1. Schalte den Fön ein!
2. Halte den Tischtennisball über den Fön! Lasse den Ball los!
3. Kippe den Fön leicht zur Seite!



Beobachtung:

Ergebnis:



Luft und Fliegen

Name: _____ Datum: _____

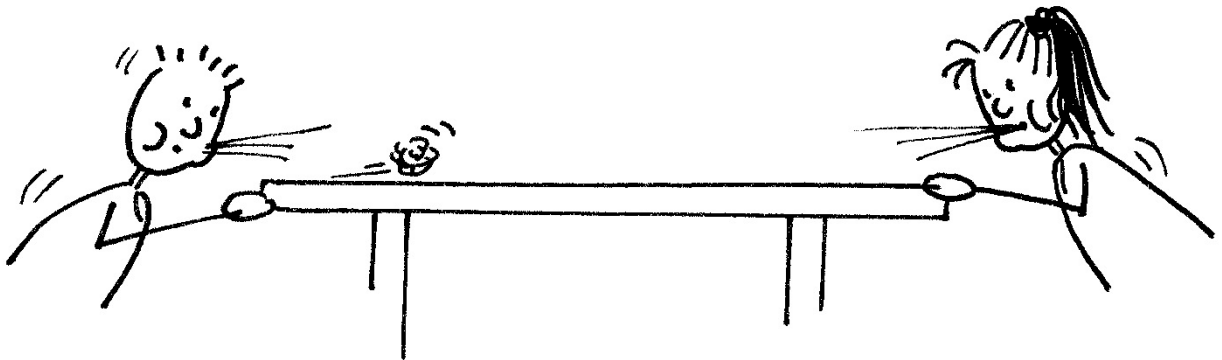
E8 Das Wattedustspiel

Material: 1 Wattedkugel, Tisch



Durchführung:

1. Setze dich deinem Partner gegenüber an einen Tisch!
2. Lege den Wattedbausch in die Mitte des Tisches!
3. Versuche jetzt den Wattedbausch über die Tischkante deines Partners zu pusten!



Ergebnis:

Warum bewegt sich der Wattedbausch?



Luft und Fliegen

Name: _____ Datum: _____

E9 Können wir Luft wiegen?

Material: Fußball, Ballpumpe, Waage

Durchführung 1:

1. Lege einen platten Fußball auf eine Waage!
2. Trage das Messergebnis in die Tabelle ein!



Durchführung 2:

1. Pumpe den platten Fußball jetzt fest auf.
2. Lege den Fußball wieder auf die Waage und trage das Messergebnis in die Tabelle ein.

platter Fußball	_____ g
aufgepumpter Fußball	_____ g

Ergebnis:

Der platte Fußball ist _____ als der aufgepumpte Fußball.

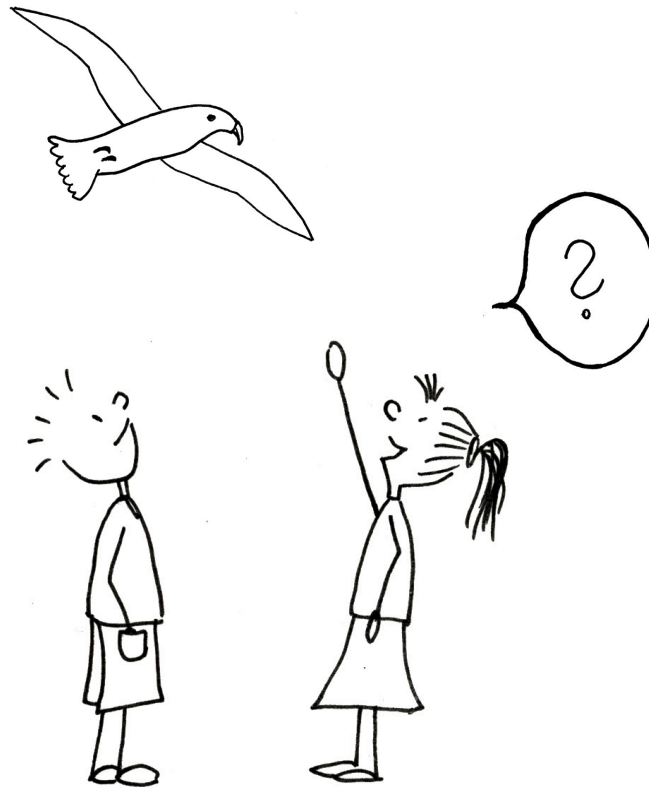
Der aufgepumpte Fußball ist _____ weil wir _____

hinein gepumpt haben. Die Teilchen der Luft haben eine _____.

Setze die Wörter im Kasten in die Lücken ein!

Masse	leichter	Luft	schwerer
-------	----------	------	----------

Warum fliegen Vögel?



Um diese Frage beantworten zu können, stehen drei verschiedene Arbeitsaufträge zur Verfügung.

Das Arbeitsmaterial (E10) thematisiert die *Aufgaben der Flügel beim Vogelflug*. Der *Aufbau der Vogelfeder* (E11) ist ein weiterer Baustein zur Klärung der Leitfrage. Die besondere Anatomie und Lebensweise von Vögeln wird im dritten Arbeitsauftrag „*Was macht Vögel zu Fliegern*“ (E12) auf mehreren Niveaustufen thematisiert.

Zum Thema Vogelflug gibt es eine Vielzahl didaktischer Literatur. In den gängigen NaWi-Schulbüchern finden Sie oft gute Arbeitsaufträge und Textinformationen. Zum Teil sind ausgearbeitete Arbeitsblätter online erhältlich. Neben Lehrerhinweisen zu unserem Material finden Sie auf der nächsten Seite einige Verweise auf solche Arbeitsmaterialien.

Hintergrund:

Vögel erzeugen den notwendigen Vor- und Auftrieb beim Flug mit ihrem Körper. Die Kraft des Vogels nimmt dabei Einfluss auf seinen Auftrieb. Wiegen Vögel mehr als 15 Kilogramm, haben sie Schwierigkeiten überhaupt abzuheben. Pelikane und Schwäne gehören zu den schwersten flugfähigen Vögeln.

Die Schlagbewegung, genauer gesagt: die Abwärtsbewegung seiner Flügel, ermöglicht einem Vogel den Auf- und Vortrieb. Die dazu benötigten starken Brustmuskeln machen mehr als 15 Prozent seines Gewichts aus. Ein Flügelschlag drückt die Luft nach hinten und unten. Dabei entsteht unter den Flügeln ein höherer Druck als über ihnen. Der Vogel kann vom Boden abheben und vorwärts fliegen.

Der vorne abgerundete und nach hinten schmaler zulaufende Flügel eines Vogels ähnelt der Tragfläche eines Flugzeugs.

Bei Flugzeugen dienen die Tragflächen dem Auftrieb, für den Vortrieb sorgen Düsen oder Propeller.

Beim Vogelflug müssen die Flügel auch den Vortrieb erzeugen. Dazu dient eine komplizierte Bewegung, bei der die Flügel auf- und abgeschlagen und zugleich hin und her gedreht werden.

Hat der Vogel eine gewisse Fluggeschwindigkeit erreicht, kann er seine Flügel in einem ruhigen Segelflug bewegungslos ausbreiten und wie ein Segelflugzeug gleiten. Die von vorn anströmende Luft hebt die Flügel an. Zugleich stellt sich aber wie bei einem Flugzeug der Luftwiderstand dem Vortrieb entgegen, so dass der Vogel langsamer wird und wieder mit den Flügeln schlagen muss.

Die Form des Flugkörpers und seine Geschwindigkeit beeinflussen den Luftwiderstand im entscheidenden Maße.

Weiterführende Arbeitsmaterialien:

Schulbücher:

Erlebnis Naturwissenschaft 1, Schroedel Verlag 2008⁴

S. 268 – S. 275

Umfangreiche Informationstexte, Zeichnungen und Abbildungen zum Vogelflug. Kurze Anleitungen für ergänzende Schülerversuche.

Ergänzende Arbeitsblätter in den Erlebnis Naturwissenschaft Materialien (Lehrerbegleitordner) S. 367 –S. 376

Prisma Naturwissenschaft 5/6, Klett Verlag 2005

S. 165 – S. 167

Informationstext zum Körperbau der Vögel. Kurze Hinweise auf einfache Versuche. Ausführliche Versuchsbeschreibung zum Auftrieb der Vogelflügel.

Netzwerk Naturwissenschaft 5/6, Schroedel Verlag 2003

S. 51 –S. 53, S. 55

Informationstexte und Abbildungen zum Körperbau mit Aufgabenstellungen, einfache Versuche zum Vogelflug.

Interaktiv Naturwissenschaften 5/6, Cornelsen Verlag 2010

S. 132 –S. 141

Umfangreiche Informationstexte und detaillierte Abbildungen zum Vogelflug. Zahlreiche Versuche und Arbeitsaufträge.

Internetseiten:

www.planet-schule.de/warum/fliegen/themenseiten/t7/s1.html

Zeitlupenfilm zum Vogelflug und Hintergrundinformationen.

E10 Lehrerhinweise: Aufgaben der Flügel beim Vogelflug

Hinweise:

Die Schüler sollen Ausschneidebilder, die den Vogelstart zeigen in richtiger Reihenfolge einkleben und einen dazugehörigen Lückentext ausfüllen.

Die Ausschneidebilder stammen direkt aus dem unten angegebenen Film. Jedes Kind kann den Film so abspielen (Pause, Wiederholungen), wie es dies zum Arbeiten benötigt. Zu finden ist der Film unter: www.YouTube.de, Eingabe Suchfenster „Geese Taking Flight“

Alternativ zur Präsentation eines Filmes über das Internet bieten die Filmbildstellen den Film *Technik des Vogelflugs* (FWU 4202107) an.

Nach der Bearbeitung des Arbeitsbogens bietet es sich an, Merksätze an der Tafel zu fixieren. Die Merksätze können, je nach Leistungsstand der Klasse, vollständig angeschrieben oder als Lückentext (mit oder ohne Lösungsworte) ausgegeben werden.

Merksätze:

Die Vögel fliegen *hoch*, weil ihre Flügel beim **Abschlag** (Flügel sind weit ausgestreckt) *mehr* Luft nach unten verdrängen, als beim **Aufschlag** (Flügel sind abgeknickt und eng am Körper). Die *Bewegung* des Vogelflügels hat zwei Aufgaben:

1. Auftrieb erzeugen, durch das Bewegen der *Luft* nach *unten*.
2. Vortrieb erzeugen, durch das Bewegen der Luft nach *hinten*.

Lösung Schülerbogen:

	Die Flügel sind nach oben gerichtet und gestreckt .
	Die ganz ausgebreiteten Flügel werden nach unten bewegt.
	Die nach unten gehende Bewegung (= Abschlag) ist zu Ende . Die Flügel haben viel Luft nach unten und hinten verdrängt.
	Die Flügelenden knicken an den Handgelenken nach unten. Dicht am Körper werden die Flügel nach oben bewegt.
	Bei der nach oben gehenden Bewegung (= Aufschlag) wird nur wenig Luft nach oben verdrängt.



Luft und Fliegen

Name: _____ Datum: _____


E10 Welche Aufgaben haben die Flügel beim Vogelflug?

Wenn ein Vogel in der Luft schwebt, dann verhindern die Flügel das Runterfallen, wie die Tragflächen am Segelflugzeug oder ein Fallschirm. Aber, was tun die Flügel beim Vogelstart?

Material: Ausschneidebogen, Schere, Klebe, Film über den Vogelflug
Du findest den Film unter www.YouTube.de.
Dort im Suchfenster „Geese Taking Flight“ eingeben.

Aufgaben:

1. Siehe dir den Vogelstart im Film mehrmals an!
2. Bringe die Abbildungen zum Vogelstart in die richtige Reihenfolge. Schreibe Zahlen unter die Bilder. Klebe die Bilder in die Tabelle!
3. Fülle die Lücken im Lückentext aus! Ergänze die Merksätze von der Tafel!

	Die Flügel sind nach _____ gerichtet und _____.
	Die _____ ausgebreiteten Flügel werden nach _____ bewegt.
	Die nach unten gehende Bewegung (= Abschlag) ist zu _____. Die Flügel haben _____ Luft nach _____ und hinten verdrängt.
	Die Flügelenden _____ an den Handgelenken nach unten. Dicht am Körper werden die Flügel nach _____ bewegt.
	Bei der nach oben gehenden Bewegung (= Aufschlag) wird nur _____ Luft nach _____ verdrängt.

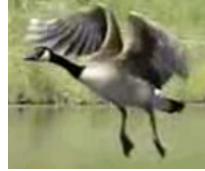


Luft und Fliegen

Name: _____ Datum: _____

✂-----

Bringe die Bilder in die richtige Reihenfolge



LÖSUNGSWORTE in alphabetischer Reihenfolge:

Ende ganz gestreckt knicken oben oben oben unten unten viel wenig

✂-----

Bringe die Bilder in die richtige Reihenfolge

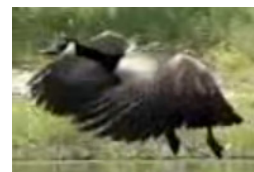


LÖSUNGSWORTE in alphabetischer Reihenfolge:

Ende ganz gestreckt knicken oben oben oben unten unten viel wenig

✂-----

Bringe die Bilder in die richtige Reihenfolge



LÖSUNGSWORTE in alphabetischer Reihenfolge:

Ende ganz gestreckt knicken oben oben oben unten unten viel wenig

✂-----

E11 Lehrerhinweise: Wie ist die Vogelfeder aufgebaut?

Hinweise und Lösung AB 1:

Versuch1

Der Versuch wird von den Schülern durchgeführt, um zu zeigen, dass die Vogelfeder trotz ihrer höheren Stabilität gegenüber der gleich großen Papierfeder eine geringere Masse hat.

Die Stabilität wird durch den besonderen Aufbau - die Verzahnung der einzelnen Federäste - (s. Text E11 AB2) erreicht. Der Federkiel besteht aus sehr leichtem Horn und ist innen hohl.

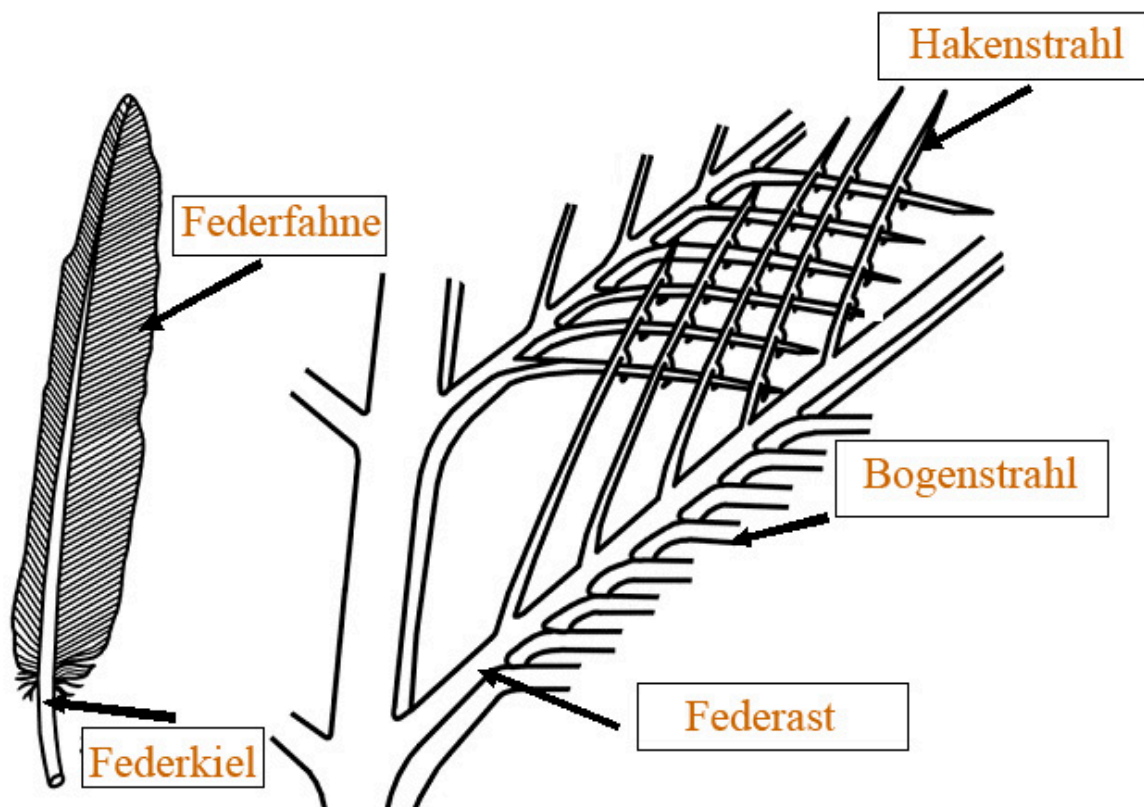
Zur Materialauswahl:

Man sollte möglichst große Schwungfedern besorgen. Diese sind im Bastelladen zu erhalten. Eine Papierstärke von 120g pro m² ist zu empfehlen. Dann hat die ausgeschnittene Papierfeder etwa das doppelte Gewicht einer Vogelfeder.

Versuch2

Der Versuch wird von den Schülern durchgeführt, damit sie den stärkeren Luftwiderstand beim Bewegen der glatten Schwungfeder erfahren.

Lösung AB 2:





Luft und Fliegen

Name: _____ Datum: _____

E11 Wie ist die Vogelfeder aufgebaut? (1)

Material: Feder, Papier, Briefwaage, Schere, Bleistift



1. Durchführung:

1. Nimm die Feder und lege sie auf die Briefwaage!
Wiege die Feder und notiere das Gewicht in der Tabelle!
2. Lege die Feder auf ein Blatt Papier und zeichne den Umriss der Feder ab!
Schneide die Papierfeder aus!
3. Wiege die Papierfeder und notiere das Gewicht in der Tabelle!

Gewicht der Feder	Gewicht der Papierfeder

Ergebnis:

Vergleiche deine Messwerte!

2. Durchführung:

1. Nimm eine große Schwungfeder und zerzause die Feder!
2. Bewege die Feder auf und ab!
3. Streiche die Feder wieder glatt und bewege sie erneut auf und ab!
4. Fertige eine Zeichnung an!

Zerzauste Feder	Glatte Feder

Ergebnis:



Luft und Fliegen

Name: _____ Datum: _____

E11 Wie ist die Vogelfeder aufgebaut? (2)

Material: Feder, Lupe

Durchführung:

1. Lies den Text!
2. Trage die unterstrichenen Worte in die Lücken ein!
3. Betrachte eine Feder mit der Lupe!

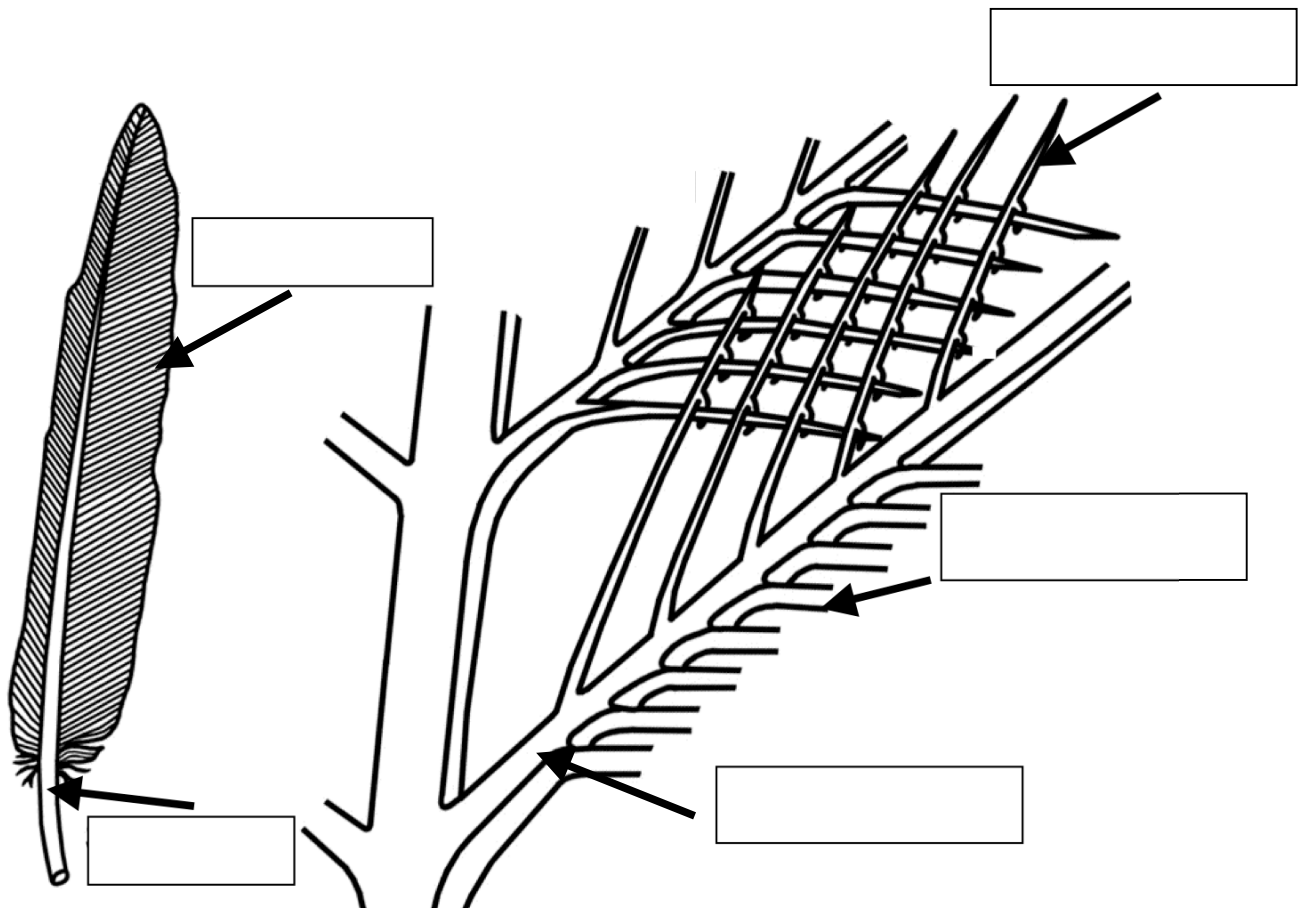


Die abgebildete Feder besteht aus einer Federfahne und einem Federkiel.

Die Fahne besteht aus vielen Federästen, die vom Kiel abgehen. Auf dem Bild kann man sehen, dass von den Ästen Bogenstrahlen und Hakenstrahlen abzweigen. Die Haken greifen in die Bogenstrahlen des benachbarten Astes, dabei wird eine Tragfläche gebildet.

Beim Putzen des Gefieders bringen die Vögel diese Verzahnung wieder in Ordnung, so dass die Haken- und Bogenstrahlen wieder ineinander greifen, vergleichbar mit einem Klettverschluss.

Beim Vogelgefieder liegen alle Federfahnen dachziegelartig übereinander, was den Luftwiderstand beim Fliegen verringert. So erreicht das Vogelgefieder eine geschlossene Tragfläche, die das Fliegen ermöglicht.



E12 Lehrerhinweise: Was macht Vögel zu Fliegern?

Hintergrund:

Die ersten flugfähigen Insekten traten vor über 300 Millionen Jahren auf. Deutlich später folgten Flugsaurier und Vögel, zuletzt die Säugetiere. Folgende Probleme musste die Evolution dazu lösen:

- Die Energieversorgung musste perfektioniert werden, da die schnelle Flügelbewegung sehr viel Energie benötigt.
- Das Gewicht musste reduziert werden, um mit der vorhandenen Energie die Anziehungskraft der Erde zu überwinden.
- Die Sinnesorgane mussten an die schnelle Bewegung im dreidimensionalen Raum angepasst werden.

Die meisten Vögel können fliegen und alle stammen letztlich von flugunfähigen Vorfahren ab. Ihr Körperbau wird daher in erster Linie durch Anpassungen an das Fliegen bestimmt.

Hinweise:

Der Arbeitsbogen (E12) gibt Hinweise zu den Punkten Energieversorgung und Gewichtsreduzierung. Die Schüler sollen nach oder auch während des Lesens die Abbildungen der Tabelle stichwortartig beschriften.

Differenzierungsmöglichkeiten:

Dieser Arbeitsbogen bietet mehrere Differenzierungsmöglichkeiten, die durch verschiedene Vogelarten kenntlich gemacht wurden.



- Stockente: einfach
 - geordneter Informationstext mit Unterstreichungen, Schülerarbeitsbogen mit Bildern und Lückentext.

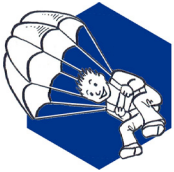


- Möwe: mittel
 - geordneter Informationstext mit Unterstreichungen, Schülerarbeitsbogen nur mit Bildern.



- Adler: schwer
 - ungeordneter Informationstext ohne Unterstreichungen, Schülerarbeitsbogen nur mit Bildern.

Eine Vermischung der hier dargestellten Differenzierungen ist möglich, so dass vielfältige Variationen entstehen können. Dies liegt im Ermessen der jeweiligen Lehrkraft, die ihre Schüler leistungsmäßig am besten einschätzen kann.



Luft und Fliegen



Name: _____

Datum: _____

E 12 Was macht Vögel zu Fliegern?

Informationen

1. Lies die folgenden Informationen durch!
2. Fülle anschließend die Tabelle aus!

Vögel können fliegen, weil ihr Körperbau es ihnen ermöglicht.

Das feste Gerüst:

Die Finger- und Handknochen sind größtenteils miteinander verschmolzen, was den Schwingenfedern der Flügel festen Halt gibt. Eine Verschmelzung von Knochen findet man auch im Schädel und im Beckengürtel: das stabilisiert und spart Gewicht. Das Brustbein, an dem die Flugmuskulatur ansetzt, ist vergleichsweise groß und stabil.

Die Speziallunge mit den Luftsäcken:

Die Luft, die ein Vogel einatmet, fließt nicht nur in die Lunge, sondern auch in spezielle Kammern, die man Luftsäcke nennt. Beim Ausatmen gelangt die Luft aus den Luftsäcken in die Lunge. Dadurch kann ein Vogel sehr viel Luft aufnehmen und erhält auch in großen Höhen noch genügend Sauerstoff. Da die Luftsäcke im ganzen Körper verteilt sind, wirken sie außerdem gewichtsvermindernd.

Die Blitzverdauung:

Fliegen ist anstrengend. Der Flugmotor braucht also viel Kraftstoff. Der darf aber nicht zu lange im Körper verbleiben. Das würde ihn zu schwer machen. Also wird die Nahrung sehr schnell verdaut. Verfüttert man zum Beispiel einem Kanarienvogel und einer Maus gleichzeitig Reis, so ist die Verdauung beim Vogel nach 2 1/2 Stunden beendet. Bei der Maus dauert sie 7 Stunden.

Der kräftige Flugmotor:

Die Flügel der Vögel sind eigentlich umgewandelte Vorderbeine oder Arme. Aber auch wenn wir Menschen Federn an den Armen hätten, könnten wir nicht fliegen. Wir haben nicht genug Kraft in den Armen. Vögel haben sehr starke Flugmuskeln. Man sieht das gut an einem Brathähnchen: das meiste Fleisch stammt von den Flugmuskeln, die an der Brust ansetzen.

Die hohe Betriebstemperatur:

Bei 38 °C haben wir Menschen Fieber. Die Normaltemperatur bei den Vögeln liegt bei 40° bis 42 °C. Die Wärme entsteht durch die vielen Muskelbewegungen beim Fliegen. Vögel schwitzen nicht, weil das Gefieder dadurch verkleben würde. Sie hecheln durch die Schnabelöffnung.

Das schnelle Herz:

Ein Vogelherz kann extrem schnell schlagen: 500mal in der Minute bei einem Sperling. Dadurch wird eine besonders gute Versorgung des Körpers mit Energie möglich. Zum Vergleich: das Herz eines Menschen schlägt 50 bis 200mal in der Minute.

Keine Schwangerschaft:

Vögel tragen ihre Nachkommen nicht aus wie die Säugetiere. Sie legen eine Anzahl Eier in Nester und bebrüten sie. Dadurch werden sie während der Fortpflanzungszeit nicht schwerer.

Der Supertreibstoff:

Die meisten Vögel nehmen hoch konzentrierte Nahrung zu sich: Fleisch oder Samen. Säugetiere nehmen in der Regel sehr viel mehr Ballaststoffe auf. Ballast kann der Vogel sich nicht leisten. Einige Vogelarten (Eulen) würgen Ballaststoffe vor der Verdauung oft heraus.

Das Federkleid:

Die härteren Schwungfedern dienen dem Fliegen. Die weichen Daunen dienen der Wärmeisolierung. Die Federn liegen dachziegelartig übereinander, was den Luftwiderstand beim Fliegen verringert.

Vögel sind Wassersparer:

Wasser bedeutet zusätzliches Gewicht. Also trinken die meisten Vögel nur bei großer Hitze. Ansonsten reicht ihnen das Wasser, das in der Nahrung enthalten ist. Auch eine Harnblase besitzen Vögel nicht.

Die Leichtbauweise: Ein Vogelknochen ist überwiegend hohl und mit Luft gefüllt. Dadurch wiegt er viel weniger als ein gleich großer Säugetierknochen. Trotz der Leichtbauweise sind die Vogelknochen aber sehr bruchsicher und hart.



Luft und Fliegen

Name: _____

Datum: _____

E 12 Was macht Vögel zu Fliegern?

Tabelle (1)



Bild	Ergänze die Lücken
	<p>Knochen sind verschmolzen, das _____ und spart _____.</p> <p>Die Flugmuskulatur sitzt am _____.</p> <p>Es ist groß und stabil.</p>
	<p>Die eingeatmete Luft fließt in die Lunge und in spezielle Kammern, den _____.</p> <p>Dadurch erhält der Vogel auch in großen Höhen genügend _____.</p>
	<p>Fliegen ist anstrengend. Die Nahrung darf nicht lange im Körper bleiben. Sonst wird der Körper zu schwer. Sie wird deshalb sehr _____.</p>
	<p>Flügel sind umgewandelte Arme oder Vorderbeine. Vögel haben sehr _____, die an der _____ ansetzen.</p>
	<p>Vögel haben eine höhere Körpertemperatur als Menschen.</p> <p>Die _____ bei den Vögeln liegt bei 40° bis 42°.</p>




Luft und Fliegen

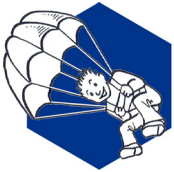
Name: _____ Datum: _____

E 12 Was macht Vögel zu Fliegern?

Tabelle (2)



Bild	Ergänze die Lücken
	<p>Das _____ schlägt bis zu 500 mal in der Minute. Der Vogelkörper wird dadurch gut mit _____ versorgt.</p>
	<p>Vögel legen _____, die sie in Nestern ausbrüten. Dadurch werden sie in der Schwangerschaft nicht schwerer.</p>
	<p>Die meisten Vögel nehmen hoch konzentrierte _____ zu sich : _____ oder _____ .</p>
	<p>Härtere _____ werden zum Fliegen gebraucht. Weiche _____ sorgen für Wärmeisolierung. Federn liegen dachziegelartig übereinander, um den _____ beim Fliegen zu verringern.</p>
	<p>Vögel sind Wassersparer. Sie trinken nur bei _____ . Vögel besitzen auch keine _____ .</p>
<p>Röhrenknochen eines Vogels</p>  <p>Röhrenknochen eines Säugetiers</p> 	<p>Ein _____ ist überwiegend _____ und mit _____ gefüllt. Trotzdem sind sie sehr _____ und hart.</p>



Luft und Fliegen



Name: _____

Datum: _____

E 12 Was macht Vögel zu Fliegern?

Informationen

1. Lies die folgenden Informationen durch!
2. Fülle anschließend die Tabelle aus!

Vögel können fliegen, weil ihr Körperbau es ihnen ermöglicht.

Das feste Gerüst:

Die Finger- und Handknochen sind größtenteils miteinander verschmolzen, was den Schwingenfedern der Flügel festen Halt gibt. Eine Verschmelzung von Knochen findet man auch im Schädel und im Beckengürtel: das stabilisiert und spart Gewicht. Das Brustbein, an dem die Flugmuskulatur ansetzt, ist vergleichsweise groß und stabil.

Die Speziallunge mit den Luftsäcken:

Die Luft, die ein Vogel einatmet, fließt nicht nur in die Lunge, sondern auch in spezielle Kammern, die man Luftsäcke nennt. Beim Ausatmen gelangt die Luft aus den Luftsäcken in die Lunge. Dadurch kann ein Vogel sehr viel Luft aufnehmen und erhält auch in großen Höhen noch genügend Sauerstoff. Da die Luftsäcke im ganzen Körper verteilt sind, wirken sie außerdem gewichtsvermindernd.

Die Blitzverdauung:

Fliegen ist anstrengend. Der Flugmotor braucht also viel Kraftstoff. Der darf aber nicht zu lange im Körper verbleiben. Das würde ihn zu schwer machen. Also wird die Nahrung sehr schnell verdaut. Verfüttert man zum Beispiel einem Kanarienvogel und einer Maus gleichzeitig Reis, so ist die Verdauung beim Vogel nach 2 1/2 Stunden beendet. Bei der Maus dauert sie 7 Stunden.

Der kräftige Flugmotor:

Die Flügel der Vögel sind eigentlich umgewandelte Vorderbeine oder Arme. Aber auch wenn wir Menschen Federn an den Armen hätten, könnten wir nicht fliegen. Wir haben nicht genug Kraft in den Armen. Vögel haben sehr starke Flugmuskeln. Man sieht das gut an einem Brathähnchen: das meiste Fleisch stammt von den Flugmuskeln, die an der Brust ansetzen.

Die hohe Betriebstemperatur:

Bei 38 °C haben wir Menschen Fieber. Die Normaltemperatur bei den Vögeln liegt bei 40° bis 42 °C. Die Wärme entsteht durch die vielen Muskelbewegungen beim Fliegen. Vögel schwitzen nicht, weil das Gefieder dadurch verkleben würde. Sie hecheln durch die Schnabelöffnung.

Das schnelle Herz:

Ein Vogelherz kann extrem schnell schlagen: 500mal in der Minute bei einem Sperling. Dadurch wird eine besonders gute Versorgung des Körpers mit Energie möglich. Zum Vergleich: das Herz eines Menschen schlägt 50 bis 200mal in der Minute.

Keine Schwangerschaft:

Vögel tragen ihre Nachkommen nicht aus wie die Säugetiere. Sie legen eine Anzahl Eier in Nester und bebrüten sie. Dadurch werden sie während der Fortpflanzungszeit nicht schwerer.

Der Supertreibstoff:

Die meisten Vögel nehmen hoch konzentrierte Nahrung zu sich: Fleisch oder Samen. Säugetiere nehmen in der Regel sehr viel mehr Ballaststoffe auf. Ballast kann der Vogel sich nicht leisten. Einige Vogelarten (Eulen) würgen Ballaststoffe vor der Verdauung oft heraus.

Das Federkleid:

Die härteren Schwungfedern dienen dem Fliegen. Die weichen Daunen dienen der Wärmeisolierung. Die Federn liegen dachziegelartig übereinander, was den Luftwiderstand beim Fliegen verringert.

Vögel sind Wassersparer:

Wasser bedeutet zusätzliches Gewicht. Also trinken die meisten Vögel nur bei großer Hitze. Ansonsten reicht ihnen das Wasser, das in der Nahrung enthalten ist. Auch eine Harnblase besitzen Vögel nicht.

Die Leichtbauweise: Ein Vogelknochen ist überwiegend hohl und mit Luft gefüllt. Dadurch wiegt er viel weniger als ein gleich großer Säugetierknochen. Trotz der Leichtbauweise sind die Vogelknochen aber sehr bruchsicher und hart.




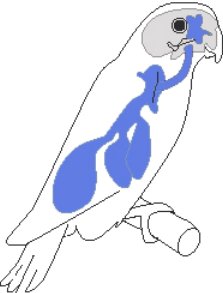



Name: _____

Datum: _____

E 12 Was macht Vögel zu Fliegern?

Tabelle (1)



Bild	Schreibe in Stichwörtern
	
	
	
	
	



Luft und Fliegen








Name: _____

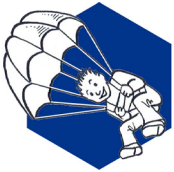
Datum: _____

E 12 Was macht Vögel zu Fliegern?

Tabelle (2)



Bild	Schreibe in Stichwörtern
	
	
	
	
	
<p>Röhrenknochen eines Vogels</p>  <p>Röhrenknochen eines Säugetiers</p> 	



Luft und Fliegen



Name: _____

Datum: _____

E 12 Was macht Vögel zu Fliegern?

Informationen

1. Lies die folgenden Informationen durch!
2. Fülle anschließend die Tabelle aus!

Vögel können fliegen, weil ihr Körperbau es ihnen ermöglicht.

Der kräftige Flugmotor:

Die Flügel der Vögel sind eigentlich umgewandelte Vorderbeine oder Arme. Aber auch wenn wir Menschen Federn an den Armen hätten, könnten wir nicht fliegen. Wir haben nicht genug Kraft in den Armen. Vögel haben sehr starke Flugmuskeln. Man sieht das gut an einem Brathähnchen: das meiste Fleisch stammt von den Flugmuskeln, die an der Brust ansetzen.

Das feste Gerüst:

Die Finger- und Handknochen sind größtenteils miteinander verschmolzen, was den Schwingenfedern der Flügel festen Halt gibt. Eine Verschmelzung von Knochen findet man auch im Schädel und im Beckengürtel: das stabilisiert und spart Gewicht. Das Brustbein, an dem die Flugmuskulatur ansetzt, ist vergleichsweise groß und stabil.

Der Supertreibstoff:

Die meisten Vögel nehmen hoch konzentrierte Nahrung zu sich: Fleisch oder Samen. Säugetiere nehmen in der Regel sehr viel mehr Ballaststoffe auf. Ballast kann der Vogel sich nicht leisten. Einige Vogelarten (Eulen) würgen Ballaststoffe vor der Verdauung oft heraus.

Die Blitzverdauung:

Fliegen ist anstrengend. Der Flugmotor braucht also viel Kraftstoff. Der darf aber nicht zu lange im Körper verbleiben. Das würde ihn zu schwer machen. Also wird die Nahrung sehr schnell verdaut. Verfüttert man zum Beispiel einem Kanarienvogel und einer Maus gleichzeitig Reis, so ist die Verdauung beim Vogel nach 2 ½ Stunden beendet. Bei der Maus dauert sie 7 Stunden.

Die Leichtbauweise: Ein Vogelknochen ist überwiegend hohl und mit Luft gefüllt. Dadurch wiegt er viel weniger als ein gleich großer Säugetierknochen. Trotz der Leichtbauweise sind die Vogelknochen aber sehr bruchsticher und hart.

Das Federkleid:

Die härteren Schwungfedern dienen dem Fliegen. Die weichen Daunen dienen der Wärmeisolierung. Die Federn liegen dachziegelartig übereinander, was den Luftwiderstand beim Fliegen verringert.

Keine Schwangerschaft:

Vögel tragen ihre Nachkommen nicht aus wie die Säugetiere. Sie legen eine Anzahl Eier in Nester und bebrüten sie. Dadurch werden sie während der Fortpflanzungszeit nicht schwerer.

Vögel sind Wassersparer:

Wasser bedeutet zusätzliches Gewicht. Also trinken die meisten Vögel nur bei großer Hitze. Ansonsten reicht ihnen das Wasser, das in der Nahrung enthalten ist. Auch eine Harnblase besitzen Vögel nicht.

Die hohe Betriebstemperatur:

Bei 38 °C haben wir Menschen Fieber. Die Normaltemperatur bei den Vögeln liegt bei 40° bis 42 °C. Die Wärme entsteht durch die vielen Muskelbewegungen beim Fliegen. Vögel schwitzen nicht, weil das Gefieder dadurch verkleben würde. Sie hecheln durch die Schnabelöffnung.

Das schnelle Herz:

Ein Vogelherz kann extrem schnell schlagen: 500mal in der Minute bei einem Sperling. Dadurch wird eine besonders gute Versorgung des Körpers mit Energie möglich. Zum Vergleich: das Herz eines Menschen schlägt 50 bis 200mal in der Minute.

Die Speziallunge mit den Luftsäcken:

Die Luft, die ein Vogel einatmet, fließt nicht nur in die Lunge, sondern auch in spezielle Kammern, die man Luftsäcke nennt. Beim Ausatmen gelangt die Luft aus den Luftsäcken in die Lunge. Dadurch kann ein Vogel sehr viel Luft aufnehmen und erhält auch in großen Höhen noch genügend Sauerstoff. Da die Luftsäcke im ganzen Körper verteilt sind, wirken sie außerdem gewichtsvermindernd.




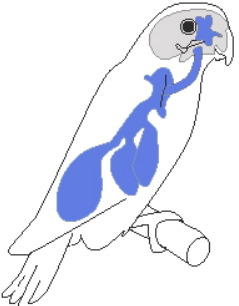



Name:

Datum:

E 12 Was macht Vögel zu Fliegern?

Tabelle (1)



Bild	Schreibe in Stichwörtern
	
	
	
	
	



Luft und Fliegen








Name:

Datum:

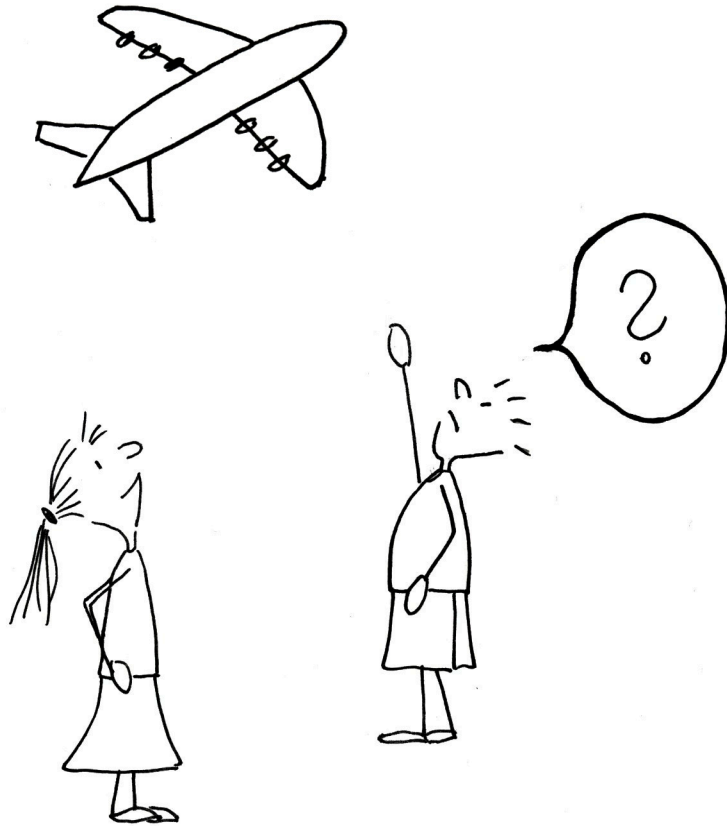
E 12 Was macht Vögel zu Fliegern?

Tabelle (2)



Bild	Schreibe in Stichwörtern
	
	
	
	
	
<p>Röhrenknochen eines Vogels</p>  <p>Röhrenknochen eines Säugetiers</p> 	

Wie und warum fliegt ein Flugzeug?



Drei Arbeitsaufträge stehen zur Verfügung, um die Frage „*Wie und warum fliegt ein Flugzeug*“ zu klären.

Mit dem Versuch (E13) erhalten die Schüler die Gelegenheit das komplexe Thema Auftrieb am eigenen Körper zu erleben.

Beim Arbeitsauftrag (E14) bauen die Schüler ein Pappflugzeug, mit dem sie experimentell die Lenkung und Steuerung eines Flugzeuges erfahren können.

Das Material (E15) thematisiert am Beispiel eines spektakulären Urlaubsfluges den Flug von Segelflugzeugen.

Alle drei Arbeitsaufträge sind so gestaltet worden, dass das Teilchenmodell als Erklärungsansatz ausreicht. Wir haben bewusst auf Versuche verzichtet, für die das Bernoulli-Modell als Erklärungsansatz benötigt wird. In den Lehrerbögen wird aber auf solche Versuche verwiesen.

Lehrerhinweise: Wie und warum fliegt ein Flugzeug?

Für die angebotenen Versuche und Arbeitsaufträge (E13) bis (E15) finden Sie jeweils eine Lehrerhandreichung mit kurzem fachlichen Hintergrund, Hinweisen und Lösungen zu den Arbeitsaufträgen. Im Folgenden finden Sie Verweise auf weiterführendes Arbeitsmaterial.

Schulbücher:

Prisma Naturwissenschaft 5/6, Klett Verlag 2005

S. 165

Papierversuche zum Auftrieb von Flugzeugen.

Netzwerk Naturwissenschaft 5/6, Schroedel Verlag 2003

S 54. – S. 56, S .58

Kurze Papierversuche zum Auftrieb, Versuche zum Flugverhalten von Papierfliegern und ein Informationstext zur Geschichte des Fliegens.

Interaktiv Naturwissenschaften 5/6, Cornelsen Verlag 2010

S. 141 – S. 143

Informationstext zur Fluggeschichte und Baupläne für verschiedene Papierflieger mit Arbeitsaufträgen und Versuchen zur Flugeigenschaft.

Internetseiten:

www.planet-schule.de/warum/fliegen/themenseiten/t1/s1.html

Umfangreiche Webseite für Schüler und Lehrer zum Thema: Warum fliegt ein Flugzeug? Animationen, Filme, Informationstexte, Links und Hintergründe.

www.luftfahrtwerkstatt.de

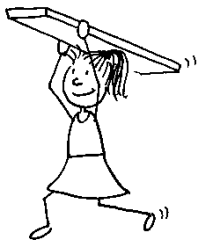
Webseite der Luftfahrtwerkstatt Hamburg (Schülerlabor) mit vielen weiterführenden Links zum Thema Fliegen. Linkliste und Material zum Download. Hervorzuheben ist das hier erhältliche Material von *E. Mutz und U. Meyer: Faszination Fliegen* mit zahlreichen sehr guten Anregungen.

E13 Lehrerhinweise: Auftrieb erleben

Hinweise:

Die vier verschiedenen Kräfte, die während des Fluges auf ein Flugzeug wirken, sind Auftrieb, Erdanziehung, Schubkraft und Luftwiderstand. Die entgegengesetzten Kräfte gleichen sich aus: der Auftrieb mit der Erdanziehung, die Schubkraft mit dem Luftwiderstand. Um eine abstrakte Vorstellung, wie die vom Auftrieb, zu verstehen, ist es hilfreich, sie zu erleben. Die Experimente des Arbeitsbogens sollen dazu Gelegenheit geben.

Der Auswertungsbogen kann als Differenzierungsangebot auf die Rückseite kopiert werden.

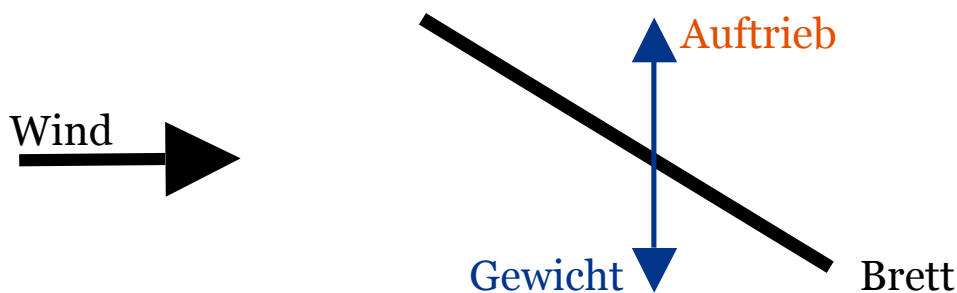


Wichtig: Für die Versuche muss eine „altmodische“ Federwaage verwendet werden. Digitale Waagen sind nicht geeignet, weil sie den Messwert „einfrieren“.



Hintergrund:

Durch den Wind wirkt eine Kraft auf den Schüler ein. Da der Proband aber nicht hochgehoben wird, muss dieser Kraft eine andere Kraft entgegengewirkt haben. Diese andere Kraft ist die Erdanziehung. Sie wirkt der Auftriebskraft entgegen.





Name: _____ Datum: _____

E13 Auftrieb erleben

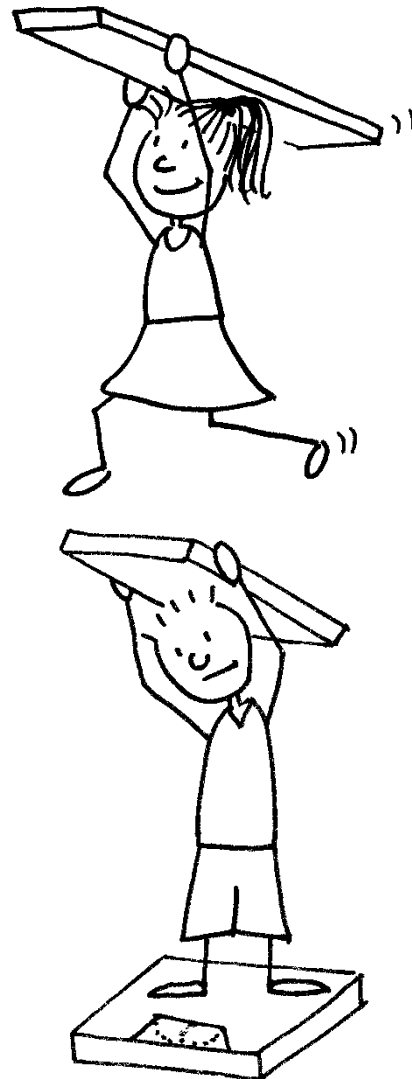
Hast du schon einmal erlebt, wie du bei starkem Wind von einem Schirm beinahe vom Boden abgehoben wurdest? Was dabei geschieht, kannst du mit den folgenden Experimenten erforschen.

Material: Hartfaser- oder Sperrholzplatte (mindestens 60 cm lang), Personenwaage (Federwaage!)

Durchführung:

Die Versuche müssen an einem windigen Tag durchgeführt werden!

1. Nimm eine Hartfaser oder eine Sperrholzplatte. Halte sie in einem flachen Winkel über deinen Kopf und renne dem Wind entgegen. Verändere die Neigung der Platte.
2. Stelle mit Hilfe einer Personenwaage fest, wie viel du zusammen mit der Platte wiegst.
3. Stelle die Waage an einen windigen Ort, halte die Platte wieder in einem flachen Winkel über deinen Kopf. Hat sich das Gesamtgewicht verändert?
4. Hat der Winkel, in dem du die Platte hältst, einen Einfluss auf das Gesamtgewicht? Probiere es aus.



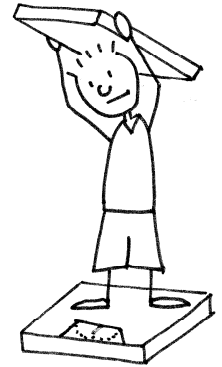
Notiere deine **Beobachtungen** und **Vermutungen** auf der Rückseite.


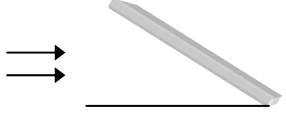
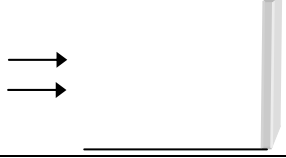



Name:

Datum:

E13 Auftrieb erleben (Auswertungsbogen)



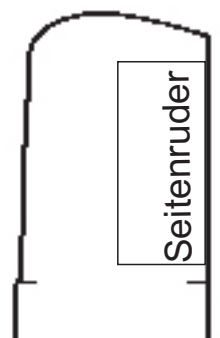
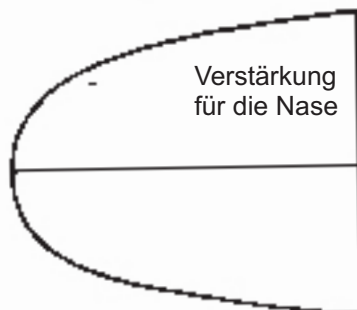
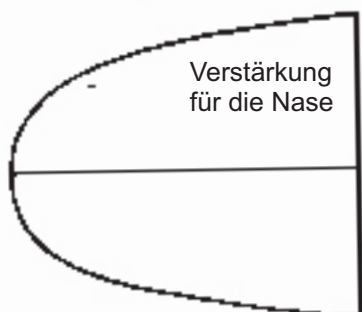
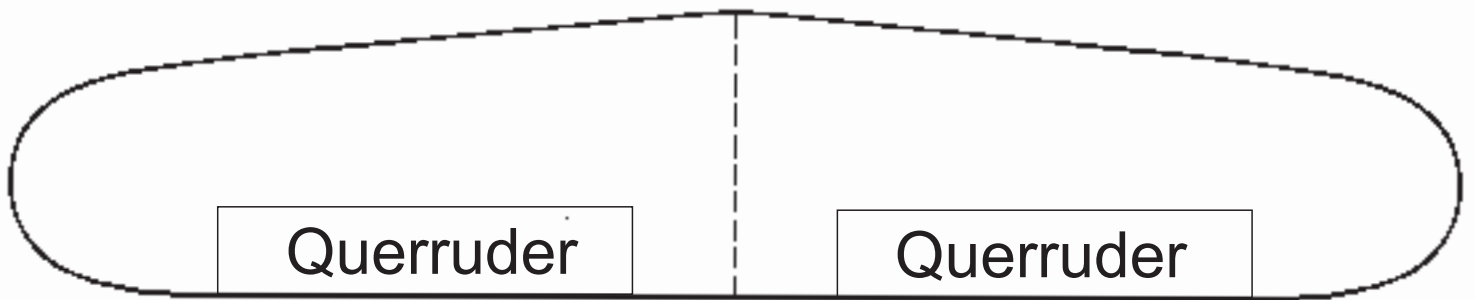
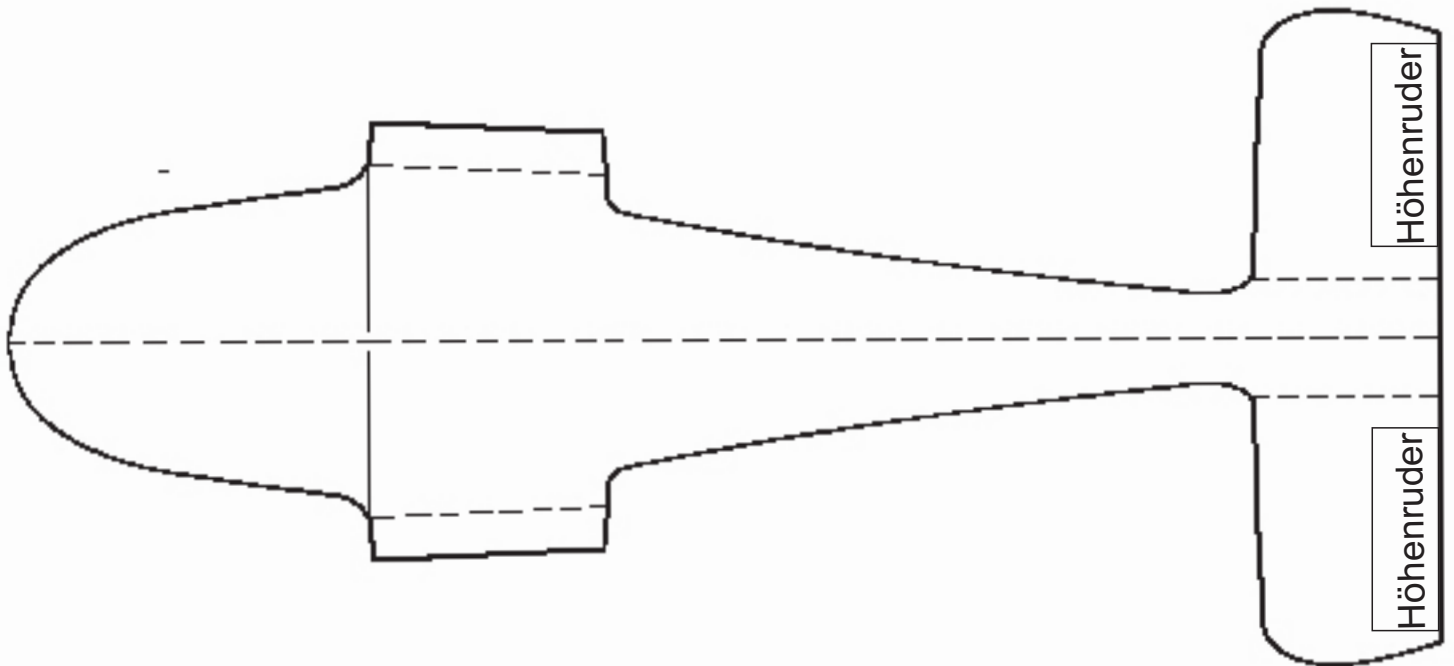
Beobachtungen	Anzeige der Waage
zu 2 Gesamtgewicht ohne Wind	
zu 3 Gesamtgewicht mit Wind	
a) flacher Winkel 	
b) steiler Winkel 	
c) senkrecht zum Boden 	
d) parallel zum Boden 	

Auswertung:

Bei welcher Beobachtung zeigt die Waage den kleinsten Wert?

Vermutung:

Warum zeigt die Waage bei dieser Beobachtung den kleinsten Wert?



E14 Lehrerhinweise: Wie fliegt ein Flugzeug?

Hinweise:

Anstatt das Modell auf Pappe zu kleben kann es auch auf schweres Papier (ab 160g/cm²) gedruckt werden.

Der Arbeitsbogen (E14) liegt in zwei Versionen vor. Der Auftragsbogen mit der Bauanleitung und das Schnittmuster sind bei beiden Versionen gleich.

Die Beobachtungsaufträge liegen in zwei differenzierten Versionen vor. Bei der schwierigeren Version (E14A) sollen die Antworten frei formuliert werden. Zu den Lösungen werden weniger Hilfestellungen gegeben.

Die leichtere Version (E14B) arbeitet mit Lückentexten und Zusatzinformationen. Die Lückentexte können an verschiedene Gruppen verteilt werden. Die Ergebnisse können dann im Plenum präsentiert werden.

Mögliche Schülerantworten:

Aufgabe	schwere Version	leichte Version (Lücke)
3a	Es dreht nach rechts.	rechts
3b	Die linke Tragfläche geht hoch und es dreht nach rechts.	linke, hoch, rechts
3c	Es legt sich in der Kurve nach rechts.	Kurve, rechts
3d	Das Flugzeug steigt nach oben.	hoch, Looping

Leichte Version „**Tipp zur Steuerung**“; Lösungen der Lücken in der richtigen Reihenfolge:

Luftteilchen, schnell, viele, Widerstand

Hinweis: Beim Fahrradfahren ist dieser Luftwiderstand ab 20 km/h gut spürbar. Die Gebrüder Wright haben das Fahrrad als Ersatz für einen Windkanal genutzt, um unterschiedliche Tragflächenformen miteinander vergleichen zu können. Informationen, weitere Materialien und Film dazu: www.br-online.de Stichwort Gebrüder Wright.

Erklärung für die Steuerung des Flugmodells

schwere Version (E14A)	leichte Version (E14B)
Viele Luftteilchen treffen auf die rechte Steuerklappe und das Flugzeug wird an der Stelle abgebremst. Zum Ausgleich dreht sich das Flugzeug in diese Richtung.	hoher, verdrängt, viele, genauso, Seiten, gerade, Klappe, Stelle, abgebremst, Ausgleichsbewegung, rechts, prallen, abgebremst, dreht, festhältst

Erklärung für das Fliegen eines Flugzeugs

schwere Version (E14A)	leichte Version (E14B)
Wenn das Flugzeug schnell durch die Luft fliegt, dann treffen viele Luftteilchen die Tragflächen von unten. Der Widerstand der Luftteilchen ist so stark, dass das Flugzeug einen Auftrieb bekommt.	Tragflächen, schnell, Unterseite, Auftrieb

Zusatzaufgaben:

Partnerarbeit: Dein Partner wirft das Modellflugzeug mehrmals möglichst auf die gleiche Art und Weise. Du verfolgst die Flüge von der Seite!

- a.) Zeichne den Flugverlauf (wie bei Aufgabe 2 „*Trimmen des Flugmodells*“)
- b.) Trage in den Flugverlauf mit rot ein, wo die Geschwindigkeit des Modells zunimmt!
- c.) Vermute und begründe, wo der Auftrieb am größten ist!



Luft und Fliegen

Name:

Datum:

E14 Wie fliegt ein Flugzeug? (1)

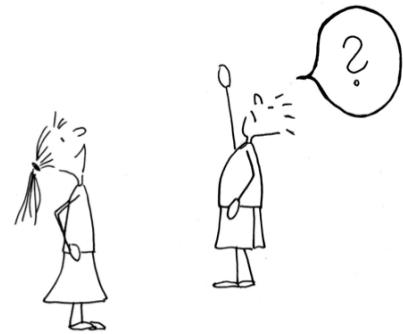
Bau dir mit Hilfe der Anleitung ein einfaches Flugzeugmodell und finde heraus, wie die Steuerung und das Fliegen funktionieren!

Materialien:

Dickes Tonpapier oder die Pappe von einem Pappordner, Klebe, Schere, Anglerblei, Flachzange zum Festkneifen des Anglerbleis

Durchführung:

- 1.) Baue das Flugmodell!
- 2.) Trimme das Flugmodell so, dass es gut fliegt!
- 3.) Führe die Beobachtungsaufträge aus!



1.) Bauanleitung für das Flugmodell

- a.) Schneide das Schnittmuster aus, klebe es auf die Pappe und schneide das Modell aus!
- b.) Klebe das Seitenruder hinten in eine Innenhälfte des Rumpfes!
- c.) Klebe die beiden Rumpfhälften zusammen!
- d.) Klebe die Tragflächen auf den Rumpf!
- e.) Schneide Querruder, Höhenruder und Seitenruder so ein, dass sie geklappt werden können!



Luft und Fliegen

Name: _____

Datum: _____

E14A Wie fliegt ein Flugzeug? (2)

2.) Trimmen des Flugmodells

Die Spitze des Flugmodells soll so mit dem Anglerblei beschwert werden, dass das Flugzeug einen gleichmäßigen Flug hat, so wie im mittleren Bild zu sehen ist!

<i>Zuviel Gewicht</i>	<i>Richtig</i>	<i>Zuwenig Gewicht</i>
kleineres Gewicht nehmen oder Gewicht nach hinten verschieben	zusätzlich festkleben	größeres Gewicht nehmen oder nach vorne verschieben

3.) Flugversuche - Beobachtungen

a.) Biege das Seitenruder hinten nach rechts. Was macht das Modell jetzt im Flug?

b.) Biege zusätzlich das linke Querruder hoch. Was macht das Modell jetzt im Flug?

c.) Biege zusätzlich das rechte Querruder runter. Was macht das Modell jetzt im Flug?

d.) Biege das Seitenruder wieder gerade und beide Querruder und das Höhenleitwerk nach oben. Starte das Modell mit etwas mehr Schwung! Was macht das Modell jetzt im Flug?

Beantworte die folgenden Fragen auf der Rückseite des Arbeitsbogens!

Erklärung für die Steuerung des Flugmodells:

Wie führen die Klappen (verbogene Pappteile) zu einer Richtungsänderung?

Erklärung für das Fliegen eines Flugzeugs:

Kannst du deine Erklärung für die Steuerung auch für den Auftrieb (=das Fliegen) an den Tragflächen verwenden? Begründe! Berücksichtige die Versuche (E07) „Tischtennisball“ und (E13) „Auftrieb erleben“!



Luft und Fliegen

Name: _____

Datum: _____

E14B Wie fliegt ein Flugzeug? (2)

2.) Trimmen des Flugmodells

Die Spitze des Flugmodells soll so mit dem Anglerblei beschwert werden, dass das Flugzeug einen gleichmäßigen Flug hat, so wie im mittleren Bild zu sehen ist!

<i>Zuviel Gewicht</i>	<i>Richtig</i>	<i>Zuwenig Gewicht</i>
kleineres Gewicht nehmen oder Gewicht nach hinten verschieben	zusätzlich festkleben	größeres Gewicht nehmen oder Gewicht nach vorne verschieben

Zu 3.) Flugversuche – Beobachtungen

Benutze diese Wörter: hoch, rechts, rechts, rechts, Looping, linke, Kurve, hoch

a.) Biege das Seitenruder hinten nach rechts! Was macht das Modell jetzt im Flug?

Wenn das Seitenruder nach rechts gebogen wird, dann dreht es nach _____.

b.) Biege zusätzlich das linke Querruder hoch! Was macht das Modell jetzt im Flug?

Nun geht die _____ Tragfläche _____ und es dreht nach _____.

c.) Biege zusätzlich das rechte Querruder runter! Was macht das Modell jetzt im Flug?

Nun fliegt das Modell eine „ruhige“ _____ nach _____.

d.) Biege das Seitenruder wieder gerade und beide Querruder und das Höhenleitwerk nach oben. Starte das Modell mit etwas mehr Schwung! Was macht das Modell jetzt im Flug?

Nun geht die Nase vom Modell _____ und es macht vielleicht sogar einen _____.



Luft und Fliegen

Name: _____

Datum: _____

E14B Wie fliegt ein Flugzeug? (3)

Tipp: Bevor Du die Steuerung des Flugmodells zu erklären versuchst, siehe dir bitte die Versuche (E07) „Tischtennisball“ und (E13) „Auftrieb erleben“ an.

Außerdem kann dir folgende Darstellung helfen:

Benutze diese Wörter: *schnell, Luftteilchen, Widerstand, viele*

Wir alle sind umgeben von vielen, kleinen _____, die wir normalerweise nicht spüren.

Wenn wir uns aber wie der rechte Radfahrer _____ durch die Luft bewegen, dann treffen wir auf **sehr, sehr** _____ kleine Luftteilchen und dann spüren wir, dass sie nicht so leicht weg zu schieben sind. Die Teilchen bilden einen _____.



Erklärung für die Steuerung des Flugmodells

Wie bewirken die Klappen (verbogene Pappteile) eine Richtungsänderung?

Lösungsworte: *verdrängt, genauso, Seiten, Klappe, abgebremst, hoher, viele, gleich, gerade, rechts, festhältst, Stelle, Ausgleichsbewegung, prallen, dreht, abgebremst*

Wenn ein Flugzeug mit _____ Geschwindigkeit durch die Luft fliegt, dann _____ es sehr, sehr _____ kleine Luftteilchen. Da ein Flugzeug sehr gleichförmig gebaut wird (z.B. linke Tragfläche ist _____ groß wie die rechte Tragfläche) werden an allen _____ auch gleich viele Luftteilchen verdrängt und das Flugzeug fliegt _____ aus.

Das ändert sich, wenn eine _____ betätigt wird. Nun prallen sehr viel mehr Luftteilchen an dieser _____ gegen das Flugzeug. An dieser Stelle wird das Flugzeug von den Luftteilchen _____. Da das Flugzeug aber sehr groß im Vergleich zu den Luftteilchen ist, wird nicht das ganze Flugzeug



Luft und Fliegen



Name: _____

Datum: _____

plötzlich langsamer, sondern es kommt zu einer

_____.

Wenn also das Seitenruder nach _____ ausschlägt, dann _____
mehr Luftteilchen gegen die rechte Seite des Flugzeugs. Das Flugzeug wird also
hinten rechts _____ und um diesen Widerstand auszugleichen
_____ sich das gesamte Flugzeug nach rechts.

Das ist so, als wenn du an einem Pfahl gerade vorbeilaufen willst und dich beim
Vorbeilaufen plötzlich kurz mal am Pfahl mit der rechten Hand

_____.

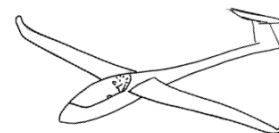
Erklärung für das Fliegen eines Flugzeugs

Kannst du deine Erklärung für die Steuerung auch für den Auftrieb (=das Fliegen) an
den Tragflächen verwenden?

Benutze diese Wörter: *schnell, Tragflächen, Auftrieb, Unterseite*

Die Luftteilchen fliegen nicht nur rechts und links am Flugzeug vorbei, sondern sie
treffen auch von unten gegen die _____ und den Rumpf der
Maschine. Wenn die Maschine _____ genug ist, dann trifft sie auf so
viele Luftteilchen an der _____, die einen so starken
Widerstand bilden, dass sogar schwere Flugzeuge stark abgestoßen werden und einen
_____ bekommen.

E15 Lehrerhinweise: Ein Segelflugzeug als Urlaubsflieger?



Hintergrund:

Am Beispiel Segelflugzeug wird deutlich, dass ein Flugzeug zum Fliegen einen Antrieb braucht. Besonders beim Starten ist es auf ein Motorflugzeug zum Schleppen, eine Winde oder einen eigenen kleinen Motor angewiesen. Auch beim Fliegen wird ein Antrieb benötigt, sonst ist der Flug nach einer gewissen Gleitzeit beendet. Beim Segelflugzeug ist der Antrieb die Sonnenenergie. Die Sonne sorgt durch die unterschiedlich starke Erwärmung von Landflächen für Thermiken (=warme Aufwinde) und Winde, die an einem Berghang zu Aufwinden werden können.

Der Flug des Segelflugzeugs ist anschaulich mit dem Teilchenmodell erklärbar. Je schneller das Segelflugzeug fliegt oder je stärker die Aufwinde sind, desto mehr Luftteilchen treffen die Unterseiten der Tragflächen. Die Luftteilchen sind träge (haben eine Masse) und lassen sich nicht so leicht verdrängen, sie bilden einen Widerstand, der das Fallen des Segelflugzeuges abbremst, während es sich vorwärts bewegt – es gleitet im Sinkflug.

Differenzierung:

Der Textteil des Schülerarbeitsbogens ist drucktechnisch so gestaltet, dass er schwächeren Lesern die Möglichkeit bietet, eigene Texterklärungen einzufügen. Diese Vorgehensweise kennen die Schüler zum Teil aus Projekten des Leseunterrichtes (z.B.: Lesen macht stark, Niemanden zurücklassen (NZL)).

Mögliche Schülerantworten:

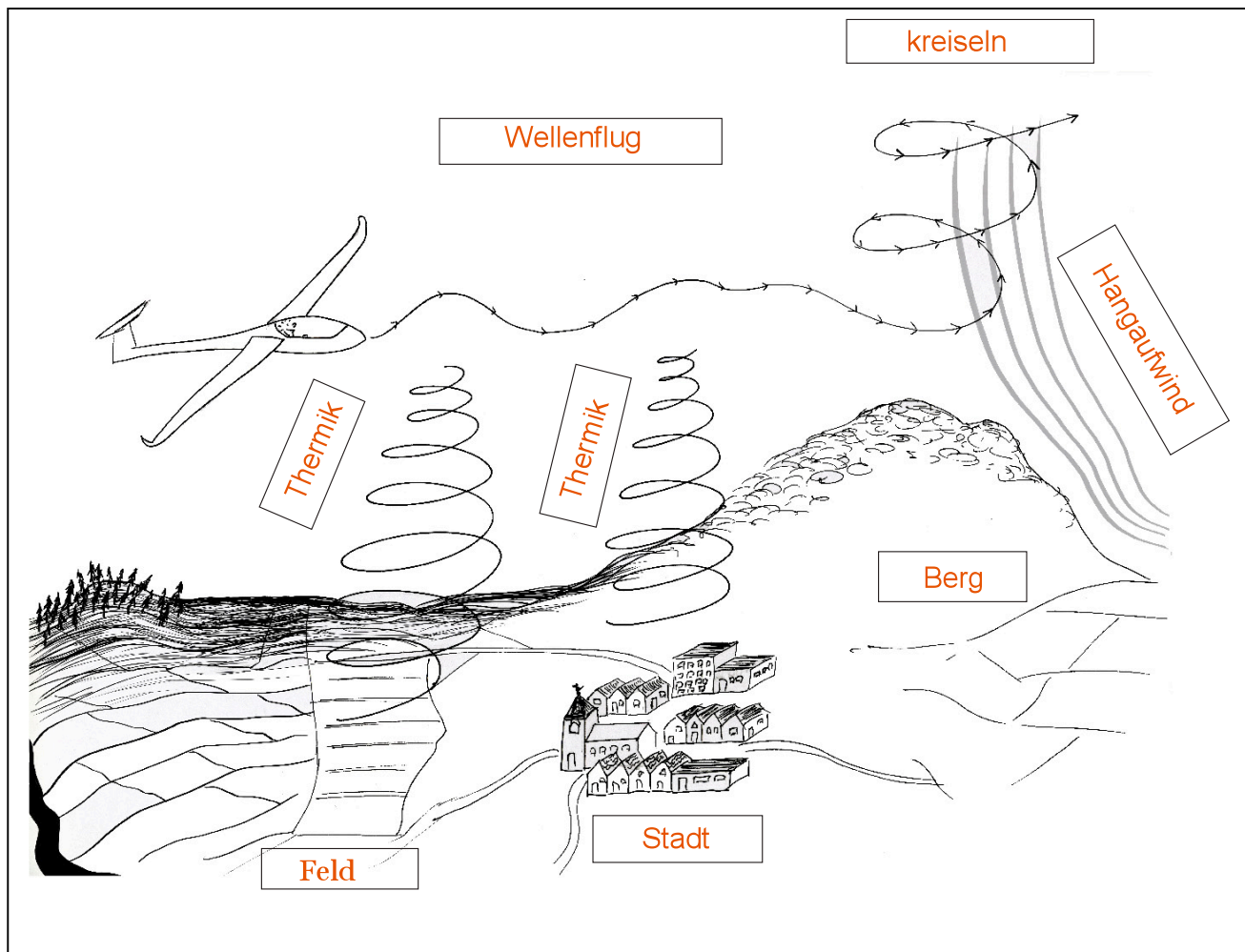
- A.) Zum Starten wird ein Segelflugzeug mit einem Motorflugzeug (oder einer Motorwinde) hochgezogen und dafür wird Benzin benötigt.
- B.) $46 \cdot 2000 \text{ m} = 92.000 \text{ m} = 92 \text{ km}$
- C.) Viel Sonnenschein, damit Thermiken und Aufwinde entstehen (wenn heute Rekorde im Segelfliegen aufgestellt werden, dann geschieht dies meistens über Wüstengebieten).
- D.) a.) Gesamtverbrauch: $2020 \text{ Liter} \cdot 2,5 \text{ h} = 5050 \text{ Liter}$
b.) Verbrauch pro Passagier: $5050 \text{ Liter} : 160 \text{ Passagiere} = 31,5625 \text{ Liter/Person}$
Anmerkung: dieser Flugzeugtyp kann bis zu 189 Passagiere mitnehmen, dann ergibt sich ein Verbrauch von 26,72 Liter.
Hinweis: Dezimalbruchrechnung wird üblicherweise erst in der Klassenstufe 6 behandelt.

Zusatzaufgabe: Ein Segelflugzeug als Urlaubsflieger ist ungeeignet, weil es von gutem Wetter abhängig ist und nur zwei Personen mit ganz wenig Gepäck mitfliegen können. Außerdem beträgt die Reisegeschwindigkeit beim Segelflugzeug ca. 120 km/h, während die der Boeing bei 850 km/h liegt.

(Anmerkung: Herr Grosse nutzt sein Segelflugzeug ETA (ca.: 500.000€) regelmäßig, um mit seiner Frau zum Bergwandern in die Schweiz zu fliegen. Aber auch er muss seine Flüge bisweilen aufgrund von ungünstigen Wetterbedingungen unterbrechen!)

E15 Lehrerhinweise: Ein Segelflugzeug als Urlaubsflieger?

Lösung Lückenzeichnung:



Mögliche Zusatzaufgaben für schnelle Schüler:

Z1.) Was ist vom Verbrauch her die umweltfreundlichere Art zu reisen? Flugzeug oder PKW?

Ein PKW hat einen Verbrauch von 8 Litern auf 100 km.

- Berechne den Gesamtverbrauch auf einer Strecke von 1530 km
- Berechne den Verbrauch pro Person bei 3 Reisenden!

Zu a) $1530 : 100 \cdot 8 = 122,4$ Liter

Zu b) $122,4 \text{ Liter} : 3 \text{ Pers.} = 40,8$ Liter

Z2.) Recherchiere im Internet und finde heraus:

- Warum das Flugreisen trotz des geringeren Verbrauchs pro Reisenden als umweltschädlich gilt!
- Die aktuellen Rekorde im Segelfliegen!
- Die Besonderheiten des Segelflugzeugs „ETA“
- YouTube – Auf welche zwei Arten Segelflugzeuge gestartet werden!
- YouTube – Wie Kreiseln und Wellenfliegen in der Praxis aussehen!
- YouTube – Wie stark sich die Tragflächen bei der ETA durchbiegen können!



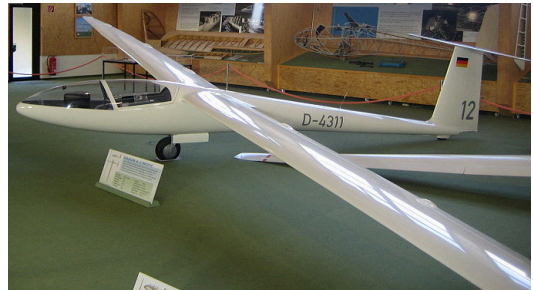
Luft und Fliegen

Name: _____

Datum: _____

E15 Ein Segelflugzeug als Urlaubsflieger?

Am 25. April 1972 flog Hans-Werner Grosse mit dem Segelflugzeug ASW-12 (siehe Foto) die 1461 km von Lübeck nach Biarritz in Südfrankreich. Dieser Weltrekord ist erst über 30 Jahre später gebrochen worden! Für diesen Flug hat Herr Grosse nur 5 Liter Flugzeugbenzin gebraucht.



Wie war das möglich?

Aufgaben:

1. Lies den folgenden Text durch, unterstreiche und kläre Wörter, die du nicht verstehst!
2. Beantworte dann die folgenden Fragen:
 - A.) Wozu braucht ein Segelflugzeug ohne Motor Flugzeugbenzin?
 - B.) Die ASW-12 hat eine Gleitzahl von 46. Das bedeutet, wenn sie 1 m Höhe verliert, dann fliegt sie 46 m weit.
Wie viele km schafft sie mit einer Höhe von 2000 m?
 - C.) Was braucht ein Segelflugzeug, um lange Strecken zurücklegen zu können?
 - D.) Von Lübeck fliegt ein Urlaubsflieger vom Typ Boeing 737-800 nach Barcelona. Für die etwa gleich lange Strecke (1530 km) benötigt das Flugzeug 2 h und 30 min. Pro Stunde verbraucht das Flugzeug 2020 Liter.

Berechne: a) den Gesamtverbrauch
b) den Verbrauch pro Passagier, wenn 160 Passagiere mitfliegen!

Ein besonderer Flug

Als Herr Grosse am frühen Morgen des 25. Aprils 1972 aufbrach, sollte es an diesem Tag in ganz Europa ein schöner Tag mit herrlichem Sonnenschein werden. So freute er sich auf den Flug. Ein Clubkamerad brachte ihn mit einer einmotorigen Maschine mit seiner ASW-12 im Schlepp auf 1500 m Höhe über Lübeck und klinkte ihn dort aus.

Hätte Herr Grosse sich jetzt nur auf die gute Gleiteigenschaft seines Flugzeuges verlassen, dann wäre der Flug kurz hinter Hamburg beendet gewesen. Aber Herr



Luft und Fliegen

Name: _____ Datum: _____

Grosse ist einer der weltweit besten Segelflieger. Noch im Sommer 2010 flog er im Segelflugzeug Strecken von über 800 km Länge und hatte bis dahin 49 Weltrekorde aufgestellt.

Zum Glück scheint die Sonne an diesem frühen Morgen recht kräftig und erwärmt den Boden. Einige Flächen werden schneller warm und hier steigt dann die warme Luft schnell in die Höhe. Diese Aufwinde werden Thermik genannt. Die Kunst des Segelfliegens besteht darin sie zu erkennen. Manchmal

trägt eine Thermik Staub in die Höhe, oder Raubvögel nutzen sie um aufzusteigen oder der Pilot spürt sie beim Durchfliegen. Wenn Herr Grosse eine Thermik findet, dann hat er zwei Möglichkeiten: Entweder fliegt er in engen Kreisen in die Thermik und lässt sich wie



Hans-Werner Grosse 2007 im Alter von 85 Jahren

ein Vogel hochtragen oder er nutzt die Thermik so wie ein Radfahrer, der mit Schwung von einem hohen Hügel einen flacheren Hügel überwindet. Mit der zweiten Möglichkeit kommt Herr Grosse schneller voran, aber verliert doch stetig an Höhe. Hilfreich sind für ihn auch die Berge, denn häufig wird der Wind von den Berghängen nach oben gelenkt und sorgt so für Auftrieb.

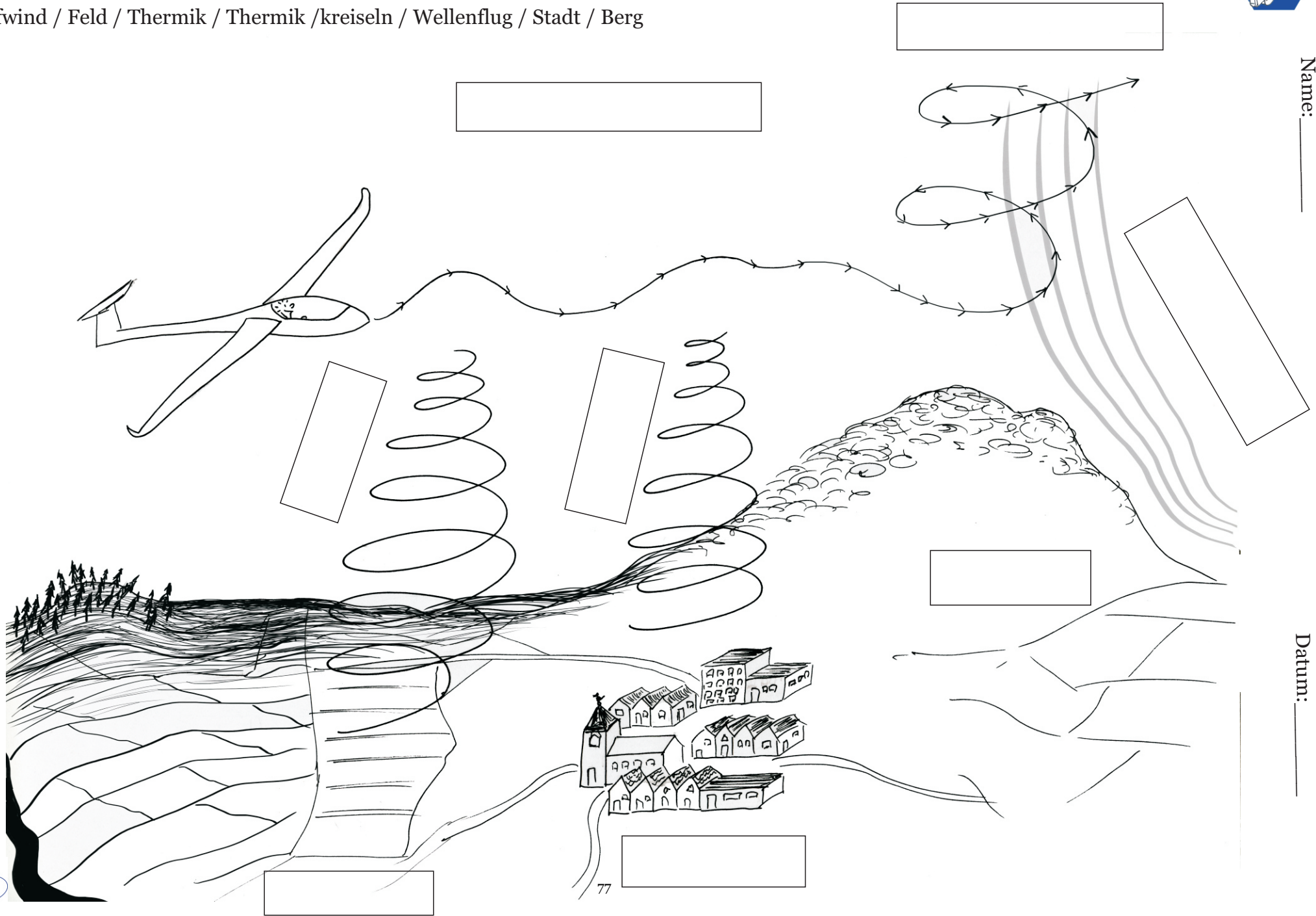
Auf diese Weise erreicht Herr Grosse nach fast zwölf Stunden Biarritz in Südfrankreich. Er hätte noch weiter fliegen können, denn er hatte noch gut zwei Stunden Tageslicht und eine Höhe von gut 1500 m, aber er war am Ende seiner Karte angekommen.

Zusatzaufgabe: Ist ein Segelflugzeug als „Urlaubsflieger“ geeignet?
Begründe deine Meinung!



Aufgabe: Verdeutliche dir das Prinzip des Segelfliegens, indem du die folgenden Begriffe an die richtigen Stellen in der Zeichnung einsetzt:

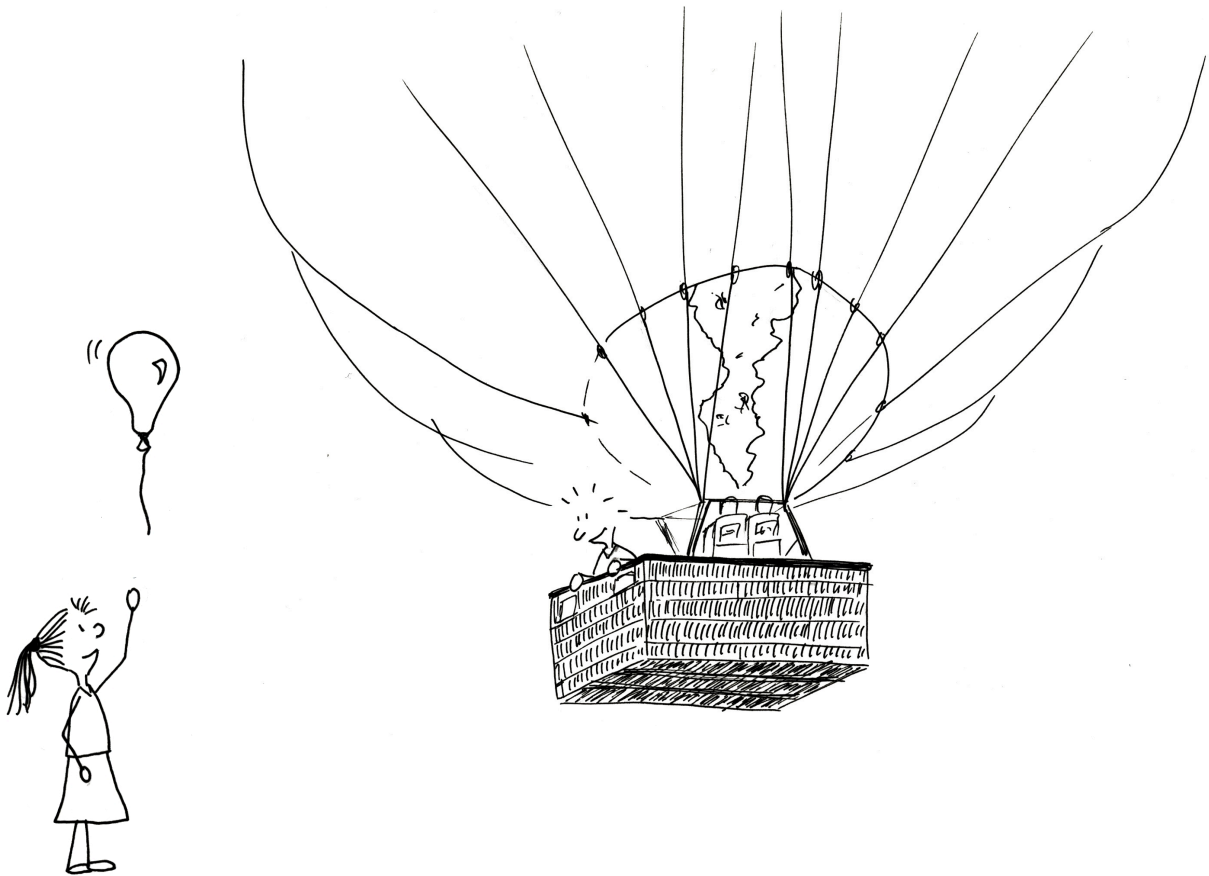
Hangaufwind / Feld / Thermik / Thermik / kreiseln / Wellenflug / Stadt / Berg



Name: _____

Datum: _____

Warum fliegt ein Ballon?



Zu dieser Schülerfrage stehen drei Bauanleitungen für Heißluftballone zur Verfügung.

Abhängig vom Zeitrahmen können die Schüler einen kleinen Heißluftballon aus einer Mülltüte (E16) oder einen mittleren, relativ schnell zu konstruierenden Ballon aus Seidenpapier (E17) steigen lassen.

Eine länger dauernde Projektarbeit würde es ermöglichen, große und hoch fliegende Ballons anzufertigen. Eine Bauanleitung dazu komplettiert das Thema Heißluftballone (E18).

Die Frage warum Zeppeline und mit „leichten“ Gasen gefüllte Luftballons fliegen, wird nicht mit beigefügtem Arbeitsmaterial geklärt. Es werden aber Hinweise auf mögliche Versuche und Materialverweise auf den nächsten Seiten gegeben.

Hintergrund:

Warum fliegt ein Ballon?

Der Heißluftballon der Brüder Montgolfier war historisch die erste Verwirklichung des Traumes vom Fliegen. Fast gleichzeitig realisierte Jacques Charles in Paris den ersten Gasballon, der mit Wasserstoff gefüllt war. Die Erdanziehungskraft wird in beiden Fällen durch die Auftriebskraft überwunden. Diese kommt zustande, wenn der Körper ein Gas enthält, das leichter als Luft ist. Das kann beispielsweise Wasserstoff, Helium oder Erdgas sein, aber auch erwärmte Luft. Die unterschiedliche Dichte von Luft und „auftreibendem“ Gas beruht auf den unterschiedlichen Eigenschaften der beteiligten Gase. Im Falle der erwärmten Luft entsteht die unterschiedliche Dichte dadurch, dass sich in dem Behälter mit dem erwärmten Gas weniger Gasteilchen pro cm^3 befinden als in der umgebenden kälteren Luft.

Die drei Schülerbögen (E16, E17, E18) sollen diesen Auftrieb für die Schüler erfahrbar machen.

(E16) Der Mülltütenballon

Zeitaufwand:

1 bis 2 Unterrichtsstunden

Flughöhe:

ca. 10 bis 15 m

Hinweise:

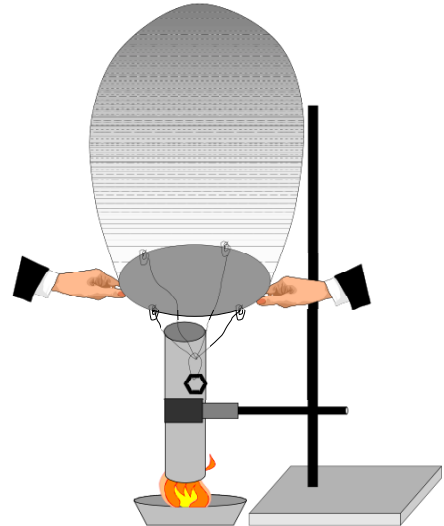
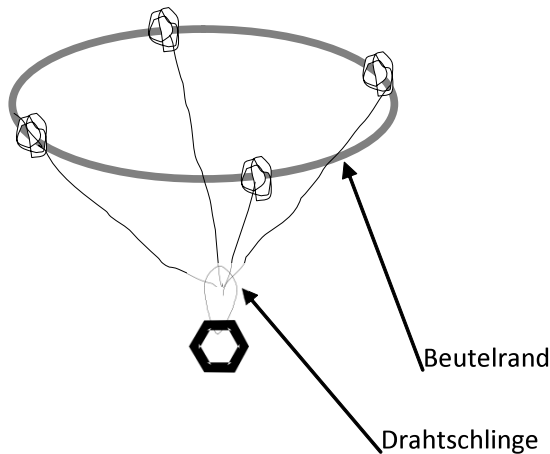
Für die Versuche mit Heißluft benötigt man sehr leichte Müllbeutel. Beutel mit einer Stärke von 8 my haben sich als sehr tauglich erwiesen. Erhältlich sind sie beispielsweise bei [www.mercateo.com/kw/m\(fc\)llbeutel/muellbeutel.html](http://www.mercateo.com/kw/m(fc)llbeutel/muellbeutel.html). Auch die zur Wertstoffsammlung erhältlichen „gelben Säcke“ eignen sich gut.

Nachteilig an diesem Versuch ist, dass sich die Kunststoffhülle mit der Öffnung leicht nach oben drehen kann. Die Schüler können den Zusatzauftrag erhalten, sich eine Konstruktion auszudenken, die diese Drehung vermeidet.

Beispiele:

- 1.) Vier Knoten im unteren Rand des Beutels halten mit Hilfe von Zwirn und Blumendraht eine kleine Schraubenmutter (ca. 4 g).
- 2.) Aus ca. 90 cm Blumendraht wird ein Ring von ca. 30 cm Durchmesser hergestellt (mit Kombizange verdrillt). Der Ring wird in den Beutel geschoben und mit den vier Knoten verklebt.

E16-E18 Lehrerhinweise: Warum fliegt ein Ballon?



Zeichnungen mit freundlicher Genehmigung aus:
U.Meyer, E. Mutz: Faszination Fliegen, Hamburg 2006

Sicherheit:

- Vorsicht! Rohr nicht berühren, da es sehr heiß werden kann.
- Kunststoffbeutel von der offenen Flamme fernhalten.
- Wenn Spiritus verwendet wird, die Tiegelschale vorher mit sauberem Sand füllen.

Wenn Lerngruppe oder Räumlichkeiten es erfordern, kann auf eine Heißluftpistole zurückgegriffen werden (siehe (E18)).

(E17) Ein Ballon aus Papier

Zeitaufwand:

2 – 3 Unterrichtsstunden

Flughöhe:

ca. 10 bis 15 m

Hinweise:

Dieser Ballon ist relativ einfach zu bauen. In Teamarbeit, idealerweise 3 Schüler, kann bereits nach einer Doppelstunde der erste Start erfolgen. Wie in Versuch (E16) besteht auch hier die Gefahr, dass der Ballon sich dreht und die heiße Luft nach oben entweichen kann.

Entscheidend für einen guten Flug ist es, dass die Schüler beim Verkleben sehr sorgfältig arbeiten. Bereits ein kleiner Riss beeinträchtigt die Flugeigenschaft des Ballons erheblich.

Sicherheit:

Auch hier darauf achten, dass das heiße Rohr nicht berührt wird. Es besteht die Gefahr, dass der Ballon Feuer fängt! Für diesen Fall muss im Vorfeld Sorge getragen werden (z .B. Löschdecke, Wassereimer...). Ein Start in der Pausenhalle oder Turnhalle ist unter geringerem Sicherheitsrisiko möglich, wenn statt des Brenners eine Heißluftpistole verwendet wird.



(E18) Wir bauen einen großen Heißluftballon

Zeitaufwand:

Wenn pro Ballon ein Team aus bis zu vier Schülern arbeitet, benötigt man etwa 4 bis 5 Unterrichtsstunden bis zum Start der ersten Ballons.

Flughöhe:

100 m und höher sind möglich

Hinweise:

Der Bau eines Heißluftballons nach Anleitung (E17) erfordert von den Schülern genaues Arbeiten und Absprache im Team. Gelingt der Bau, werden die Schüler mit einem 2,80 m großem Ballon belohnt, der ohne weitere Hilfsmittel sehr hoch fliegt und zudem schön anzusehen ist. Ein solches Projekt stärkt den Zusammenhalt in Team und Klasse und lässt ein Produkt entstehen, an das sich die Schüler noch lange erinnern. Sollte die Möglichkeit bestehen, bietet es sich an, das Projekt an einem Tag geblockt durchzuführen.

Soll Material eingespart werden, können für jede Bahn auch nur drei Bögen verwendet werden.

Für die Ballone wird eine große Menge an Seidenpapier benötigt. Sie erhalten das Papier in Bastelläden oder in größeren Mengen z.B. bei folgenden Anbietern:

www.kuriershop.de 5 kg 400 Blatt (nur weiß) 12,90 €

<http://shop.labbe.de> Seidenpapier 26 Blatt verschiedene Farben 1,75 €

Anregungen zum Thema Ballone:

Ein schöner Versuch um den Schülern die Aufstiegswirkung erwärmter Luft zu verdeutlichen ist das Starten eines Solarzeppelins:



Die Sonnenstrahlen erwärmen die Luft in der schwarzen Hülle. Da die dunkle Oberfläche einen großen Teil der auftreffenden Sonnenstrahlung absorbiert, wird die Luft in der Hülle erwärmt. Sie dehnt sich aus und der Ballon „wächst“. Durch die Erwärmung wird die Luft im Inneren der Folie relativ leichter als die Außenluft, da sie nun eine geringere Dichte hat. Der Solarzeppelin beginnt zu steigen.

Kosten etwa 5 € z.B bei www.edumero.de oder www.spieleshop.de.

Versuche mit Luftballons, die mit Helium oder Wasserstoff gefüllt sind, verdeutlichen die unterschiedliche Dichte verschiedener Gase bei gleicher Temperatur.

Man sollte bei diesen Versuchen beachten, dass das Heliumgas relativ schnell aus dem Ballon entweicht. Da die Auftriebskraft von 1 Liter Helium etwa 1 Gramm beträgt, ist bereits nach 5-6 Stunden soviel Gas entwichen, dass der Ballon nicht mehr aufsteigt. Noch schneller geht es bei Wasserstoffballons. Diese sollten erst unmittelbar vor dem Versuch mit Gas gefüllt werden.



Internetseiten:

www.heissluftballon.org

Internetseite des Deutschen Freiballonsport Verbandes mit schönen Fotos und vielen Informationen zum Thema Heißluftballon.

www.ballonfliegen.de

Auf dieser Seite wird auf anschauliche Weise das Prinzip des Fluges von Gas- und Heißluftballonen erklärt.

www.miniballon.de

Bestellmöglichkeit von günstigen Himmelsballonen (bereits fertige Papierballone aus Asien).



Luft und Fliegen

Name: _____

Datum: _____

E 16 Der Mülltütenballon

Führe den folgenden Versuch durch!



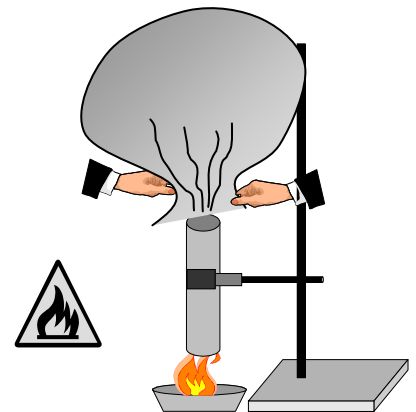
Material:

Stativ, Doppelmuffe, Stativklemme, kleine **Tiegelschale**, **Metallrohr** mindestens 30 cm lang, \varnothing ca. 4 - 5 cm (z.B. unlackierte Metallbeine aus dem Baumarkt oder Wasserleitungsrohre aus Kupfer), feuerfeste **Unterlage**, sehr leichter **Kunststoffbeutel**, Brennstoff (Spiritus, Brennpaste, Esbit), **Streichhölzer**

Durchführung:

1. Arbeitet zu Zweit!

2. Baut den Versuch auf.
3. Entzündet den Brennstoff in der Tiegelschale.
4. Drückt den Kunststoffbeutel so zusammen, dass eine trichterförmige Öffnung entsteht.
5. Haltet diesen Trichter über die obere Öffnung des Metallrohres.



Beobachtungen:

Ergebnis:



Name: _____ Datum: _____

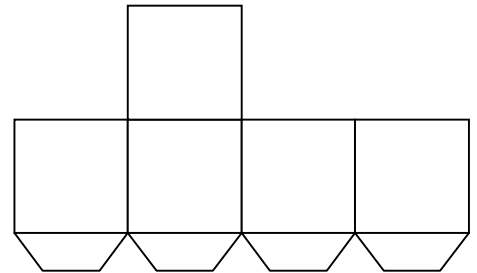
E 17 Ein Ballon aus Papier

Material: Schere, Seidenpapier, Klebestift

Durchführung:

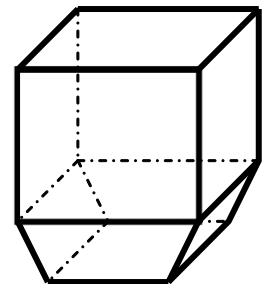
1. Die Hülle als Netz herstellen

- vier Bögen Seidenpapier zusammenkleben
- die Klebestellen sind immer 1 cm breit
- einen Bogen als Dach aufkleben
- an vier Bögen ein Trapez ankleben



2. Das Netz zum Ballon verkleben:

- erst die Längsseiten
- dann das Dach (von innen)
- überstehenden Rest abschneiden
- zum Schluss den unteren Trichter verkleben



3. Einen dünnen Streifen Tonpapier als Verstärkung und Gewicht unten an den Trichter kleben.

4. Einen Campingkocher mit einem Metallrohr (z.B. Fallrohr einer Dachrinne) präparieren.

5. Den Ballon über den Kocher halten.





Name: _____

Datum: _____

E18

Projekt:

Wir bauen einen großen Heißluftballon!

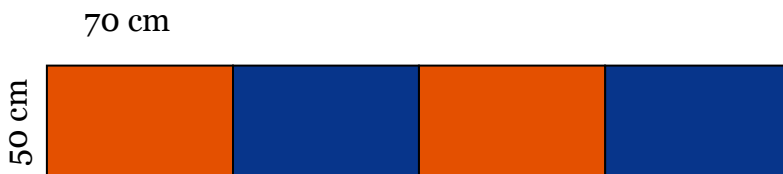


Geräte: Schere, Klebe, Filzstift,
10 Wäscheklammern, Tapetenbahn als
Schablone

Stoffe: Seidenpapierbögen (50 x 70 cm)
3–4 m steifen Draht, Bindfaden

1. Herstellung von Bahnen

Wir kleben vier Bögen an den Schmalseiten zusammen. Wir erhalten eine Bahn.



Ihr braucht **12** solcher Bahnen.

Fragen:

a.) Wie lang und wie breit ist eine Bahn? Länge: _____ cm, Breite: _____ cm

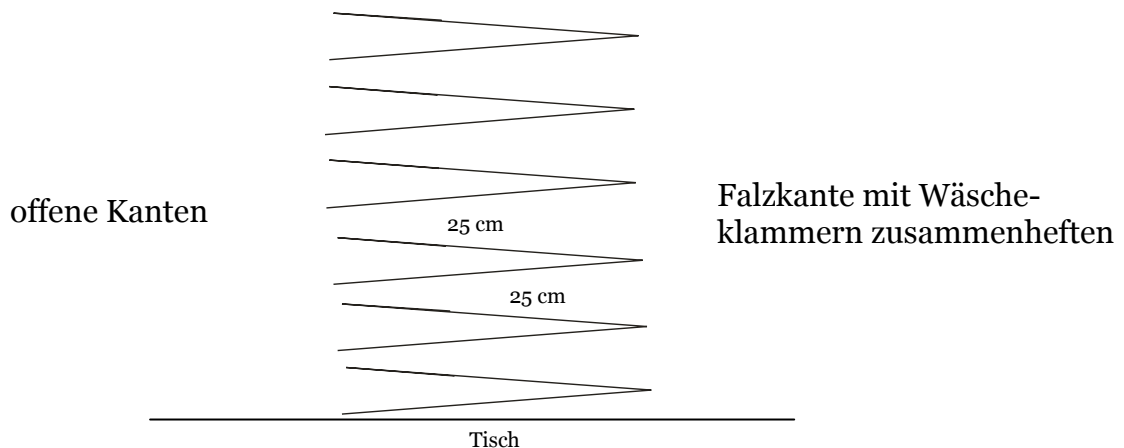
b.) Wie viele Bögen brauchen wir für den ganzen Ballon? _____ Bögen

2. Falten der Bahnen

Alle 12 Bahnen werden der Länge nach gefaltet.

Die gefalteten Bahnen werden auf einen Stapel gelegt.

Die Falzkanten werden genau übereinander gelegt und mit Wäscheklammern gegen Verrutschen gesichert.





Luft und Fliegen

Name: _____ Datum: _____

3. Aufzeichnen der Form



Die Form des Ballons wird mithilfe der Schablone (Tapete) gezeichnet.

Dazu wird die Schablone auf die oberste Bahn gelegt.

Die Form wird abgezeichnet und anschließend ausgeschnitten.

4. Verkleben der Hülle

! Achtung: Hier müsst ihr ganz konzentriert arbeiten. Dann ist es ganz einfach.

Der Stapel mit den Bahnen liegt vor euch.

Die gefalteten Bahnen können wie Buchseiten umgeklappt werden.

Die zweite und die dritte Seite sollen miteinander verklebt werden.

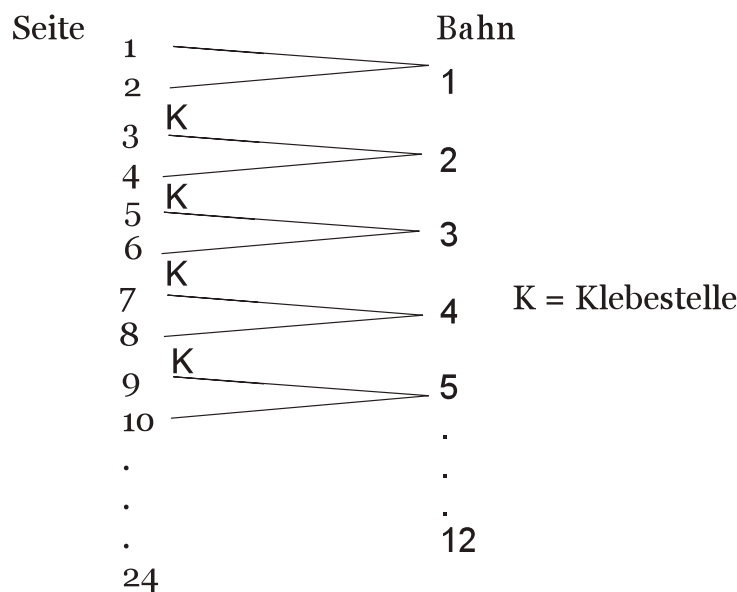
Wir blättern die erste und die zweite Seite um.

Auf der dritten Seite wird der Kleber aufgetragen. Jetzt werden die zweite und die dritte Seite miteinander verklebt.

Die vierte Seite wird umgeklappt.

Auf der fünften Seite wird der Kleber aufgetragen. Jetzt werden die vierte und die fünfte Seite miteinander verklebt...

So geht es weiter bis zur Seite 24, die wieder mit der ersten Seite verklebt wird.





Luft und Fliegen

Name: _____ Datum: _____

5. Letzte Arbeitsschritte



Euer Ballon ist fast fertig.

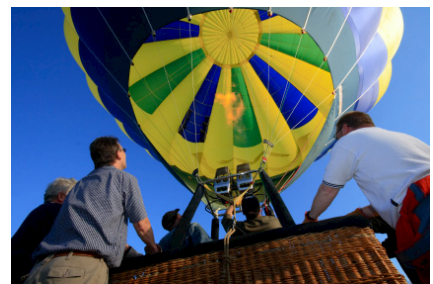
Am oberen Ende wird das „Schwänzchen“ des Ballons mit einem Bindfaden zugebunden.

Jetzt wird in die untere Öffnung des Ballons ein passender Ring aus Draht geklebt.

Der Ballon ist jetzt abflugbereit!

Start des Ballons:

Ihr braucht: Trittleiter, Verlängerungskabel, eine (besser zwei) Heißluftpistole(n)



Zum Start des Ballons solltet ihr zu dritt sein.

Eine Person steht auf der Trittleiter und hält den Ballon am „Schwänzchen“ fest.

Eine zweite Person pustet unten mit der Heißluftpistole heiße Luft in das Innere des Ballons.

Eine dritte Person hält den Ballon unten fest.

Hat sich der Ballon ausreichend mit heißer Luft gefüllt, wird er zuerst oben losgelassen und dann unten.

Beobachtung:

Zeichne und beschreibe!

Ergebnis:

Vernetzungs- und Vertiefungsphase



In der Vernetzungs- und Vertiefungsphase sollen die Schüler das neu erworbene Wissen aus der Erarbeitungsphase in neuen Beispielen anwenden und somit ihr Verständnis unter Beweis stellen. Ihre Erkenntnisse sollen Basiskonzepten zugeordnet und vernetzt werden. Für diese Phase bieten wir Raketenversuche an.

In einer manipulierten und mit Wasser gefüllten PET Flasche wird hoher Druck erzeugt, so dass ein Korken herausfliegt. Das Wasser strömt aus der Öffnung und sorgt für einen so starken Auftrieb, dass die Flasche wie eine Rakete aufsteigt. Sie gleitet dann an einem Schirm hängend zurück.

Schüler stellen ihr Verständnis unter Beweis, wenn sie das Teilchenmodell und das Basiskonzept der Wechselwirkung auf den Raketenversuch übertragen.

Mit dem Teilchenmodell lässt sich der Druckaufbau in der Flasche, der Rückstoß, das Auslösen des Fallschirms und die Verzögerung des Falls der Rakete erklären.

Die Wechselwirkungen erschließen sich aus dem Zusammenwirken verschiedener Faktoren wie den beteiligten Massen, der komprimierten Luft im Innern der Flasche, dem Wasser und der Erdanziehungskraft.

Brauserakete oder Wasserrakete?

Die Brauseraketen können nach unserer Meinung eher von den Schülern selber gestartet werden. Ein Korken mit langer/m Schraube/Nagel lässt sich leichter herstellen als einer mit einem Fahrradventil. Allerdings lässt sich der Luftballon in der Flasche nur schwierig befüllen und die Wassermenge (Treibstoffmenge) ist nicht bestimmbar.

Korkenbau

Der Korken sollte möglichst feinkörnig sein und gut in die Flaschenöffnung passen. Es genügt pro Klasse ein bis zwei Korken herzustellen.

(V01) Brauserakete:



Der Nagel oder die Schraube müssen so lang sein, dass sie den Ballon auch in sich verengenden Flaschenhals zum Platzen bringen kann. Sinnvoll ist es den Nagel mit Superkleber noch zusätzlich im Kork zu befestigen.

(V02) Wasserrakete:



Bei der einfachen Version wird ein Fahrradventil mit Superkleber in eine enge Bohrung des Korkens eingepasst. Bei der professionelleren Version wird aus einem Fahrradschlauch die Ventilhalterung mit Gummimanschette ausgeschnitten und in den durchbohrten Kork mit Pattex eingeklebt. Dazu muss gegebenenfalls der Korken verkürzt werden.

Startrampe

Ein Stativ mit einem großen und einem kleinen Stativring eignet sich als Startrampe. Die Startrampe aus Stativmaterial muss so stabil sein, dass sie bei dem Startvorgang nicht umkippt! Gerade bei der Wasserrakete können Drücke von bis zu 3 bar entstehen. Die Flaschen können bis zu 50m hoch steigen. Bei japanischen Meisterschaften werden Reichweiten von bis zu 150m mit solchen Wasserraketen erreicht!

Alternativ zu einer Startrampe können auch drei Flügel aus Pappe oder Styropor an die PET-Flasche geklebt werden.

Bitte unterschätzen Sie nicht die auftretenden Kräfte!



Antrieb

(V01) Brauserakete

Als Brausetabletten eignen sich gut Multivitamin-tabletten. Ferner sollten möglichst längliche Luftballone verwendet werden. Zum Befüllen der Luftballone muss der Wasserdruck vom Wasserhahn ausgenutzt werden, dabei muss aber die Öffnung des Luftballons so gehalten werden, dass noch das Ende verknotet werden kann. Das kann eine ziemlich feuchte Angelegenheit werden.

(V02) Wasserrakete

Die Standfahrradluftpumpe sollte einen möglichst langen Schlauch haben. Notfalls sollte dieser verlängert werden. Der Schlauch muss eine Befestigungsvorrichtung für das Fahrradventil haben. Die Luftpumpe muss einen Druck von mindestens 3bar aufbauen können. Nach unseren Erfahrungen beträgt die beste Füllmenge ca. 40%.

Mögliche Schülerantworten:

(V01) Die Brauserakete

1. Schätze, was länger dauert, das Aufsteigen oder das Fallen der Rakete! Begründe!

Das Fallen dauert länger, weil der Fallschirm die Fallgeschwindigkeit gut bremst.

2. Was passiert, wenn Wasser und Brausetabletten zusammenkommen?

Sie reagieren miteinander und es entsteht ein Gas (Kohlenstoffdioxid).

3. Was treibt den Korken aus der Flasche?

Das entstehende Gas führt zu einem hohen Druck, der den Korken aus der Flasche treibt.

4. Was passiert mit dem Wasser in der Flasche?

Die Luft in der Flasche braucht so viel Platz, dass das Wasser aus der Flaschenöffnung herausgedrückt wird.

(V02) Die Wasserrakete

1. Schätze, was dauert länger, das Aufsteigen oder das Fallen der Rakete! Begründe!

siehe oben

2. Was treibt den Korken aus der Flasche?

Der Druck im Inneren der Flasche wird so groß, dass der Korken aus der Flasche getrieben wird.

3. Was passiert mit dem Wasser in der Flasche?

siehe oben

4. Warum fliegen die Raketen mit zu viel oder zu wenig Wasser nicht so hoch?

a) Wenn die Rakete zu viel Wasser hat, dann... wird nicht das ganze Wasser herausgedrückt und bildet ein zusätzliches Gewicht.

b) Wenn die Rakete zu wenig Wasser hat, dann ...ist zu wenig Wasser als Treibstoff vorhanden.

5. Sieh dir den Versuch (E1) (Ballonrakete) an und erkläre den Antrieb der Rakete!

Der Druck in der Flasche drückt das Wasser heraus. Die Wasserteilchen werden nach hinten heraus beschleunigt und drücken dadurch die Rakete in die entgegengesetzte Richtung.

6. Erkläre, warum beim Fall der Rakete sich die Kegelspitze von der Rakete löst!

Beim Fallen bildet der überstehende Rand der Kegelspitze einen Luftwiderstand an den Luftteilchen, der so groß ist, dass die Spitze abgehoben wird.

7. Erkläre, warum der Fallschirm den Fall der Rakete verlangsamt!

Beim Fallen bilden die Luftteilchen unter dem Fallschirm aufgrund ihrer Trägheit einen Widerstand, der der Erdbeschleunigung entgegenwirkt.

Mögliche Zusatzaufgaben:

Z1.) Recherchiere über den Mondflug und erstelle ein Plakat!

Z2.) Recherchiere und finde den Unterschied heraus zwischen den Mondraketen und dem Space Shuttle!



Luft und Fliegen

Name:

Datum:

V 01 Wessen Brauserakete bleibt am längsten in der Luft?

1969 flogen die ersten Menschen mit Raketen auf den Mond. Die Raketen waren 108 m hoch. Davon waren fast 100 m mit flüssigem Wasserstoff und Sauerstoff als Treibstoff gefüllt. Die drei Astronauten mussten sich oben in einer kleinen Kapsel eng zusammendrängen. Von der ganzen Rakete kam nur die kleine Kapsel zurück zur Erde und landete durch Fallschirme abgebremst im Pazifik.

Materialien:

a) zum Bau der Rakete:

PET-Flasche 1 Liter, Müllbeutel 20 Liter, Tonpapier, Schere, Klebe, Tesafilm, Nähgarn

b) zum Start der Rakete:

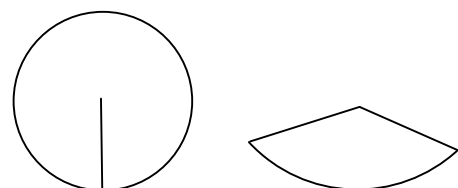
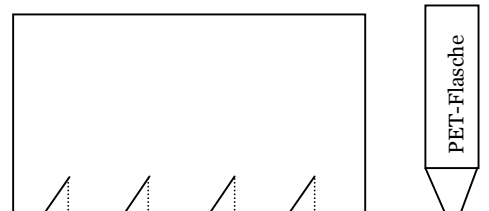
Stativmaterial (Raketenrampe), Korken mit langer Schraube, Luftballon, Brausetabletten, Wasser, Stoppuhr

Durchführung:

1. Baue die Rakete nach folgender Anleitung! Wenn die Rakete fertig ist, dann bearbeite die restlichen Punkte der Durchführung!
2. Fülle den Luftballon in der Flasche mit Wasser. Gehe mit der Lehrkraft zum Startplatz. Gib jetzt die Brausetabletten dazu. Stecke erst jetzt den Korken auf die Flasche. Die Schraube muss in die Flasche zeigen. Schüttele die Flasche so, dass der Ballon platzt und stelle schnell die Rakete in die Startrampe.
3. **ACHTUNG:** Gehe mindestens 5 Schritte weit weg. Es kann lange dauern bis die Rakete startet. Warte mindestens 5 Minuten ab, bevor du zu der nicht gestarteten Rakete gehst. Beuge dich nicht über die Rakete!!!
4. Miss die Flugzeit vom Start aus der Rampe bis zum Aufschlag auf den Boden!
5. Beantworte die Fragen zum Raketenflug!

Bauanleitung:

1. Wickle die PET-Flasche so in Tonpapier ein, dass eine Röhre um die Flasche entsteht.
2. Schneide die benötigte Tonpapiermenge aus und klebe das Papier fest an die Flasche.
3. Schneide das Tonpapier viermal unten schräg ein und biege die Dreiecke zu Flossen um (siehe Zeichnung)! Verzieren den Mantel der Rakete.
4. Baue die Spitze der Rakete, indem du einen Kreis ausschneidest dessen Durchmesser 5 cm größer ist, als der Boden der Flasche. Schneide den Kreis bis zur Mitte ein. Falte den Kreis zum Kegel und klebe die Enden zusammen.





Luft und Fliegen

Name: _____

Datum: _____

Fortsetzung der Bauanleitung:

6. Baue den Fallschirm!

Schneide von dem Müllbeutel so viel ab, dass ein Fallschirm von 10 cm Länge übrig bleibt.

Klebe den Boden des Müllbeutels in die Kegelspitze.

Schneide vier ca. 20 cm lange Fäden ab.

Klebe jeweils ein Fadenende mit Tesafilmstreifen an die Flasche und den Fallschirmrand.

Befestige die Spitze mit ganz wenig Tesafilm am Flaschenboden.

Beim Start darf die Spitze nicht abfallen und beim Runterfallen soll die Spitze sich von der Flasche lösen!



Hinweis: Lies dir noch einmal die Durchführung gut durch!

Beobachtung:

Die Flugdauer der Rakete betrug: _____

Fragen zum Raketenflug:

1. Schätze, was länger dauert, das Aufsteigen oder das Fallen der Rakete! Begründe!

2. Was passiert, wenn Wasser und Brausetabletten zusammenkommen?

3. Was treibt den Korken aus der Flasche?

4. Was passiert mit dem Wasser in der Flasche?

Schreibe die folgenden Fragen in dein Heft/Ordner und beantworte sie ausführlich!

5. Sieh dir den Versuch (E1) (Ballonrakete) an und erkläre den Antrieb der Rakete!

6. Erkläre, warum beim Fall der Rakete sich die Kegelspitze von der Rakete löst!

7. Erkläre, warum der Fallschirm den Fall der Rakete verlangsamt!



Luft und Fliegen

Name:

Datum:

V 02 Wessen Wasserrakete bleibt am längsten in der Luft?

1969 flogen die ersten Menschen mit Raketen auf den Mond. Die Raketen waren 108 m hoch. Davon waren fast 100 m mit flüssigem Wasserstoff und Sauerstoff als Treibstoff gefüllt. Die drei Astronauten mussten sich oben in einer kleinen Kapsel eng zusammendrängen. Von der ganzen Rakete kam nur die kleine Kapsel zurück zur Erde und landete durch Fallschirme abgebremst im Pazifik.

Materialien:

a) zum Bau der Rakete:

PET-Flasche 1 Liter, Müllbeutel 20 Liter, Tonpapier, Schere, Klebe, Tesafilm, Nähgarn

b) zum Start der Rakete:

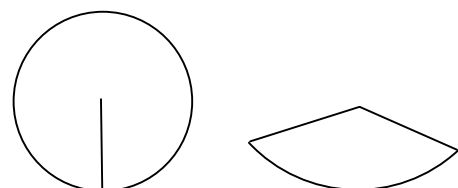
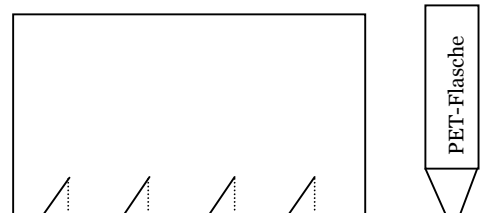
Stativmaterial (Raketenrampe), Korken mit Fahrradventil, Luftballon, Wasser, Messbecher, Stoppuhr, Luftpumpe mit Schlauch

Durchführung:

1. Baue die Rakete nach folgender Anleitung! Wenn die Rakete fertig ist, dann bearbeite die restlichen Punkte der Durchführung!
2. Starte die Rakete mit unterschiedlichen Wassermengen. Fülle die Flasche mit a) 150 ml, b) 300 ml, c) 450 ml, d) 600 ml Wasser und verschließe sie mit dem Korken. Stelle die Rakete in die Startrampe und schließe die Luftpumpe am Ventil an.
3. **ACHTUNG:** Halte mindestens 10 Schritte weit Abstand von der Startrampe. Nur die Lehrkraft pumpt und startet die Rakete!!!
4. Miss die Flugzeit vom Start aus der Rampe bis zum Aufschlag auf den Boden!
5. Schätze, bei welcher Wassermenge die Rakete am höchsten steigt!
6. Beantworte die Fragen zum Raketenflug!

Bauanleitung:

1. Wickle die PET-Flasche so in Tonpapier ein, dass eine Röhre um die Flasche entsteht.
2. Schneide die benötigte Tonpapiermenge aus und klebe das Papier fest an die Flasche.
3. Schneide das Tonpapier viermal unten schräg ein und biege die Dreiecke zu Flossen um (siehe Zeichnung)! Verziere den Mantel der Rakete.
4. Baue die Spitze der Rakete, indem du einen Kreis ausschneidest dessen Durchmesser 5 cm größer ist, als der Boden der Flasche. Schneide den Kreis bis zur Mitte ein. Falte den Kreis zum Kegel und klebe die Enden zusammen.





Luft und Fliegen



Name: _____

Datum: _____

Fortsetzung der Bauanleitung:

5. Baue den Fallschirm!

Schneide von dem Müllbeutel so viel ab, dass ein Fallschirm von 10 cm Länge übrig bleibt.

Klebe den Boden des Müllbeutels in die Kegelspitze.

Schneide vier ca. 20 cm lange Fäden ab.

Klebe jeweils ein Fadenende mit Tesafilmstreifen an die Flasche und den Fallschirmrand.

Befestige die Spitze mit ganz wenig Tesafilm am Flaschenboden. Beim Start darf die Spitze nicht abfallen und beim Runterfallen soll die Spitze sich von der Flasche lösen!

Hinweis: Lies dir noch einmal die Durchführung gut durch!



Beobachtung:

Die Flugdauer der Rakete betrug: _____

Am höchsten flog die Rakete mit einer Wassermenge von: _____

Fragen zum Raketenflug:

1. Schätze, was länger dauert, das Aufsteigen oder das Fallen der Rakete! Begründe!

2. Was treibt den Korken aus der Flasche?

3. Was passiert mit dem Wasser in der Flasche?

4. Warum fliegen die Raketen mit zu viel oder zu wenig Wasser nicht so hoch?

a) Wenn die Rakete zu viel Wasser hat, dann _____

b) Wenn die Rakete zu wenig Wasser hat, dann _____

Schreibe die folgenden Fragen in dein Heft/Ordner und beantworte sie ausführlich!

5. Sieh dir den Versuch (E1) (Ballonrakete) an und erkläre den Antrieb der Rakete!

6. Erkläre, warum beim Fall der Rakete sich die Kegelspitze von der Rakete löst!

7. Erkläre, warum der Fallschirm den Fall der Rakete verlangsamt!