

Selbstständiges Experimentieren lernen in Klassenstufe 5/6
Anregungen zum kompetenzorientierten Unterricht

Impressum

Herausgeber Freie und Hansestadt Hamburg
Behörde für Schule und Berufsbildung
Landesinstitut für Lehrerbildung und Schulentwicklung

Autor Lars Janning

Layout Tobias Emskötter

Auflage: 1000

Hamburg, Juni 2009

Inhalt

Vorwort

Einleitung

Vorwort	3
Hinweise zur Durchführung	5
Material	9

Sachinformationen zum Thema

Sachinformationen Luft	10
Sachinformationen Fliegen	11
Sachinformationen Vogelflug	12
Lösungen zu den Fragen	13

Experimentalteil

In Gruppen experimentieren	16
Übersicht über die Experimente	17
Kopiervorlage „nummerierte Köpfe“	18
Luft I Geisterflasche Luft und Wärme	19
Luft II Bockige Spritzen Luft kann man zusammendrücken	20
Luft 1 Kerze im Trinkglas Luft ist ein Gemisch verschiedener Gase	21
Luft 2 Ballonwaage Luft hat Gewicht	23
Luft 3 Geheimnisvoller Luftstrom (Coanda-Effekt)	24
Luft 4 Unsichtbar und doch da! Innendruck, Außendruck	25
Luft 5 Papier im Trinkglas Luft besteht aus Materie	26
Luft 6 Bierdeckeltrick Luftdruck	27
Luft 7 Luftballon im Weltraum Vakuum	28
Luft 8 Zeitungstrick Vakuum, umgebender Luftdruck	29
Flug 1 Magischer Luftzug Bernoulli-Effekt	30
Flug 2 Tragfläche im Luftstrom Auftrieb	31
Flug 3 Schwebende Kugel Impuls entgegen Schwerkraft	32
Flug 4 Wirbelflieger Luftwiderstand	33
Flug 5 Papiergleiter Steuerung	34
Flug 6 Flugwettbewerb Gleitflug	35
Flug 7 Feder in Glasröhre Segelflug	36
Flug 8 Vogelfeder und Papierfeder Eigenschaften einer Vogelfeder	37
Lösungskarten	38
Lösungshinweise zu den Zusatzaufgaben	46

Zusatzmaterial

Flaschenrakete Raketenbau	49
Springbrunnen Unterdruck, Schwerkraft	50
Fallschirm Luftwiderstand	51
Zauberdose Aggregatzustände fest-flüssig-gasförmig	53
Drehflieger Bau eines Wirbelfliegers	54
Warme Luft dehnt sich aus! Beweise es! Luft und Wärme	55
Piratenversuch Prinzip Taucherglocke	57
Luft in Waschflasche	59
Flugzeug-TÜV	60
Kreuzworträtsel	61
Lösungshinweise zum Zusatzmaterial	62

Kompetenzüberprüfung

Bist du ein guter Experimentator?	64
Lösung: Bist du ein guter Experimentator?	65
Anleitung zur Erstellung eines zweistufigen Diagnosebogens	66
Rückmeldung: So schätze ich deine Beteiligung ein.	67
Rückmeldung: So schätze ich meine Beteiligung ein.	68
Bewertung Protokoll	71
Checkliste	72
Schriftlicher Test	73

Anhang

Literaturverzeichnis	75
Danksagung	77

Vorwort

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

Luft umgibt uns, ist aber unsichtbar. Ohne Luft und ihre Bestandteile wäre Leben auf der Erde unmöglich. Wir nutzen die Luft mit jedem Atemzug wie selbstverständlich, nehmen sie jedoch selten bewusst wahr. Luft ist Lebensgrundlage und zugleich das Medium des Fliegens, Gleitens, Schwebens. Ob Segelflugzeug, Heißluftballon oder Vogel - die Kunst des Fliegens hat die Menschen seit jeher in ihren Bann gezogen.

Die Schülerinnen und Schüler verfügen bereits über Erfahrungen mit Luft und mit dem Phänomen Fliegen, an die die Lern- und Experimentalangebote anknüpfen. Dazu gehören die Erfahrungen mit Wind und dem Flugzeugflug. Dass Luft auch vorhanden ist, wenn kein Wind weht, dass sie ein Gewicht hat und sich ausdehnen kann, dass Vögel an den Lebensraum Luft angepasst sind und dass ein Flugzeug dank des aerodynamischen Auftriebs fliegen kann, sind Erkenntnisse, die die Schülerinnen und Schüler selbstständig erfahren und entdecken können.

Grundlage der Lern- und Experimentalangebote dieser Handreichung sind **die Bildungsstandards der KMK** für die Fächer Biologie, Chemie und Physik, um Schülerinnen und Schüler in den vier Kompetenzbereichen Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung gezielt zu fördern.

Die Experimente sind so ausgewählt, dass sie einfach und gefahrlos auch zuhause durchführbar sind. Sie sind vielseitig, haben einen engen Alltagsbezug und geben mehrfach Anregungen zum selbstständigen Forschen.

Diese Handreichung will zuvorderst Schülerinnen und Schülern helfen, Phänomene aus den Themenbereichen Luft und Fliegen, denen sie in ihrer Alltagswelt begegnen, zu untersuchen und zu verstehen. Den **Schwerpunkt** dieser Handreichung bildet der **Experimentalteil**. Er leitet die Schülerinnen und Schüler zum selbstständigen Experimentieren an. Dazu ist der Experimentalteil

als Lehrgang konzipiert, bei dem die Schülerinnen und Schüler grundlegende Kompetenzen durch mehrfache Wiederholung kennen lernen und sicher einüben. Wenn diese Kompetenzen erworben sind, bietet das **Zusatzmaterial** viele Anregungen zum selbstständigen und kreativen Experimentieren unter Nutzung der erlernten Arbeitsschritte.

Im Lehrgang lernen die Schülerinnen und Schüler, Hypothesen zu bilden, ein Experiment nach Anleitung durchzuführen, mit Experimentiergeräten umzugehen, ein Experiment auszuwerten, aus den Ergebnissen Schlussfolgerungen zu ziehen und ein Versuchsprotokoll zu schreiben. Sie werden darin geschult, sehr genau zu beobachten, zu vergleichen und zu beschreiben. Die Schülerinnen und Schüler müssen Tabellen und grafische Darstellungen lesen und interpretieren. Sie sind angehalten, ihrerseits Daten, geeignete Tabellen und grafische Darstellungen zu erstellen. Zahlreiche Impulse motivieren die Schülerinnen und Schüler, selbstständig Experimente zu entwickeln.

Zur **Überprüfung der erreichten Kompetenzen** im Bereich Erkenntnisgewinnung werden Anregungen für die Erstellung von Aufgaben gegeben. **Beobachtungsbögen** zum Experimentalverhalten geben Anhaltspunkte zum Entwicklungsstand der erreichten Kompetenzen.

Die Lern- und Experimentierangebote dieser Handreichung haben unterschiedliche **Anforderungsniveaus** und ermöglichen eine **Binnendifferenzierung** des Unterrichts. Als Arbeitsform wird der Einsatz einer kooperativen Lernform (nummerierte Köpfe) vorgeschlagen.

Im Heft befindet sich ein Kapitel mit Sachinformationen zum Thema, welches als fachliche Grundlage für die Schülerinnen und Schüler dient.

Ich wünsche Ihnen viel Freude und Erfolg bei der Arbeit mit dieser Handreichung.

Lars Janning

Landesinstitut, Abteilung Fortbildung

Gliederung

Der Unterrichtslehrgang zum Thema **Luft und Fliegen** ist in vier Abschnitte gegliedert.

In den **Sachinformationen des ersten Abschnitts** stehen die wichtigsten Fakten zu den Themen Luft, Flugzeugflug und Vogelflug. Die Themen können getrennt voneinander im Unterricht behandelt werden. Zu jedem Themengebiet schließen sich Fragen an, zu deren Lösung teilweise auf weitere Informationsquellen (Lehrbuch, Lexikon, Internet) zurückgegriffen werden muss. Die **Sachinformationen** können im Unterricht gemeinsam gelesen werden. Die Lösungen zu den Fragen werden im Klassengespräch kontrolliert und besprochen.

Der **Experimentalteil im zweiten Abschnitt** ist der zentrale Teil der Handreichung. Die Experimente sind als **Experimentalstationen** gestaltet, die die Schülerinnen und Schüler in Gruppen von vier Personen selbstorganisiert nach einer genau festgelegten Vorgehensweise bearbeiten. Die einzelnen Stationen sind weitgehend in sich abgeschlossen und beziehen sich nicht aufeinander, so dass sie in beliebiger Reihenfolge durchgeführt werden können. Die einzelnen Gruppenmitglieder haben zugewiesene Rollen, die nach jedem Experiment wechseln. Die Arbeitsteilung erfolgt nach dem Prinzip der „nummerierten Köpfe“.

Die Einteilung der Gruppen kann durch ein Losverfahren erfolgen. Zwei Personen schreiben ihre Namen auf einen Zettel und geben diesen dann in eine Urne. Aus dieser werden anschließend jeweils zwei Zettel gezogen und damit die Gruppen gebildet.

Das **Zusatzmaterial im dritten Abschnitt** enthält Arbeitsblätter mit Anregungen zu einer weiterführenden Beschäftigung mit dem Themenbereich Luft und Fliegen. Diese werden im Unterricht verwendet oder von den Schülerinnen und Schülern zuhause bearbeitet. Außerdem bieten sie eine Möglichkeit zur Binnendifferenzierung.

In einem **vierten Abschnitt** werden die **geförderten Kompetenzen überprüft**. Die Schülerinnen und Schüler testen anhand des Arbeitsblatts „**Bist du ein guter Experimentator?**“ ihre Fähigkeiten, Fragestellungen zu erfassen, Hypothesen zu entwickeln, Tabellen und grafische Darstellungen zu lesen, Experimente auszuwerten und Experimente zu planen.

Detailliert wird erläutert, wie ein **zweistufiger Diagnosebogen** konzipiert wird.

Das Ausfüllblatt „**Schülerrückmeldung**“ dient dazu, den Schülerinnen und Schülern Informationen über ihr eigenes Arbeitsver-

halten zu geben. Mit dem Formblatt „**Selbsteinschätzung und Feedback**“ beurteilen die Schülerinnen und Schüler ihr Arbeitsverhalten und geben eine Rückmeldung über ihre Erfahrungen mit dem Experimentalteil.

Mithilfe des Ausfüllblatts „**Checkliste**“ können die Schülerinnen und Schüler überprüfen, wie gut sie auf einen Test bzw. eine mündliche Überprüfung vorbereitet sind. Mit der Checkliste erhalten sie zusätzlich eine Übersicht über die Inhalte des Unterrichtslehrgangs.

Der schriftliche **Test** hat seinen Schwerpunkt in der Überprüfung des erworbenen Fachwissens.

Prinzip der „nummerierten Köpfe“

Die zwölf Experimente des Experimentalteils werden in Kleingruppen von vier Personen durchgeführt. Pro Experiment bekommt jedes Mitglied einer Gruppe eine bestimmte Nummer zugewiesen und damit die Verantwortung für eine bestimmte Aufgabe.

1. Der **Gruppensprecher** sucht eine Experimentalanleitung aus und liest sie der Gruppe vor. Er ist dafür verantwortlich, dass diese vor Versuchsbeginn eine Hypothese entwickelt und nach der Durchführung das Experiment gemeinsam auswertet.
2. Der **Laborant** holt das Material für den Versuch und führt das Experiment durch. Anschließend reinigt er das Material und bringt es wieder zurück.
3. Der **Protokollant** schreibt das Gruppenprotokoll.
4. Der **Regelhüter** sorgt dafür, dass die Regeln eingehalten werden. Insbesondere achtet er darauf, dass die Gespräche innerhalb der Gruppe nicht zu laut werden.

Nach jedem Experiment tauschen die Gruppenmitglieder ihre Funktionen. Die Zahl der Experimente (16) ist so gewählt, dass jeder Schüler **jede Funktion viermal** ausübt. Besteht eine Gruppe aus drei Personen, übernimmt der Gruppensprecher die Funktionen des **Regelhüters**.

Vorgehen bei jedem Experiment

Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten die einzelnen Experimente nach folgendem Ablauf:

1. Der Gruppensprecher liest die **Experimentalanleitung** vollständig vor.

2. Alle Schüler schreiben die **Fragestellung** auf. Der Protokollant schreibt sie in das Gruppenprotokoll (ein gesonderter DIN-A4-Zettel), die anderen Gruppenmitglieder notieren die Fragestellung in der Mappe bzw. dem Heft.
3. Eine **Hypothese** wird in der Gruppe gemeinsam aufgestellt. Der Protokollant schreibt die Vermutung(en) und eine Begründung in das Gruppenprotokoll.
4. Der Laborant holt das **Material** und führt das Experiment durch (**Durchführung**).
5. Die **Beobachtungen** werden in der Gruppe besprochen. Der Protokollant schreibt sie in das Gruppenprotokoll, die anderen Gruppenmitglieder in die Mappe bzw. das Heft.
6. Der Versuch wird gemeinsam in der Gruppe ausgewertet (**Auswertung**) und die zuvor aufgestellte Hypothese wird überprüft.
7. Wenn die Gruppe das beobachtete Phänomen erklären kann, schreibt der Protokollant die Erklärung in das Gruppenprotokoll, die anderen Gruppenmitglieder in die Mappe bzw. das Heft. Bei Problemen oder Fragen ruft der Gruppensprecher die Lehrkraft zu Hilfe.
8. Der Gruppensprecher holt in Absprache mit der Lehrkraft die **Lösungskarte**. Die eigenen Beobachtungen und die Auswertung werden mit der Musterlösung verglichen und ggf. korrigiert.
9. Zu jedem Experiment gibt es eine **Zusatzaufgabe**. Diese kann die Gruppe gemeinsam lösen oder jede(r) für sich zuhause. Dabei gilt das Prinzip der Freiwilligkeit. Lösungshinweise zu den Zusatzaufgaben stehen nicht auf den Lösungskarten, sondern in einem eigenen Abschnitt und werden bei der Nachbesprechung im Klassengespräch besprochen.

Systematische Vorgehensweise einüben

Die systematische Vorgehensweise muss mit der gesamten Lerngruppe zuvor besprochen und eingeübt werden. Auf dem Informationsblatt „In Gruppen experimentieren“ stehen organisatorische Hinweise, die Regeln und eine Übersicht darüber, was in ein vollständiges Gruppenprotokoll gehört. Diese Informationen müssen im Klassengespräch erörtert werden.

Zusätzlich sollte die systematische Vorgehensweise und das Schreiben eines Protokolls mit den Schülerinnen und Schülern eingeübt werden. Dazu werden die Experimente **Luft I** und **Luft II** als **Demonstrationsexperimente** von der Lehrkraft oder SchülerIn durchgeführt und anschließend im Klassengespräch ausgewertet.

Das Gruppenprotokoll

Das Gruppenprotokoll schreibt jeweils nur der Protokollant. Die anderen Gruppenmitglieder schreiben die **Fragestellung**, die **Beobachtung** und die **Auswertung** in die Mappe bzw. das Heft. Damit ist sichergestellt, dass alle Schülerinnen und Schüler über die nötigen Informationen verfügen und sich auf eine Abfrage im Klassengespräch und auf den schriftlichen Test vorbereiten können.

Selbsttätigkeit

Die Gruppen „forschen“ selbstorganisiert. Dabei ist es unbedingt erforderlich, dass sich die Schülerinnen und Schüler an die jeweiligen Tätigkeiten als Gruppensprecher, Laborant, Protokollant und Regelhüter halten. In der Zeit, in der Gruppen die Experimente durchführen und protokollieren, fungiert die **Lehrkraft als Lernberater**. Sie gibt Tipps und Hinweise und händigt die Lösungskarten aus. In dieser Zeit kann die Lehrkraft auf dem Ausfüllblatt „**Schülerrückmeldung**“ Notizen über die Arbeitsweise der Schülerinnen und Schüler machen. Es hat sich bewährt, in einer Doppelstunde das Arbeits- und Sozialverhalten von etwa zwei Gruppen zu beobachten. Gleichzeitig beobachtet die Lehrkraft das **Arbeitstempo** der verschiedenen Gruppen. Langsame Gruppen müssen ermuntert werden, zügiger zu arbeiten. Schnelle Gruppen werden dazu aufgefordert, die Zusatzaufgaben intensiv zu bearbeiten, oder erhalten weiterführende Materialien (vgl. Zusatzmaterial).

Regeln

Für das Experimentieren gelten folgende Regeln:

- Die Gruppe verhält sich so, dass andere Gruppen nicht bei der Arbeit gestört werden.
- Die Gruppe arbeitet als Team und bemüht sich um ein gutes Gruppenergebnis.
- Vor Durchführung des Experiments muss sichergestellt sein, dass alle verstanden haben, worum es geht.
- Jedes Mitglied hält sich an seine Funktion, die es für das jeweilige Experiment hat.
- Der Protokollant schreibt ein vollständiges **Gruppenprotokoll**. Dies wird in der Folgestunde abgegeben, von der Lehrkraft korrigiert und bewertet (Einzelnote und Gruppennote).
- Die anderen Gruppenmitglieder schreiben in ihre Mappe bzw. ihr Heft ein **Kurzprotokoll**. Dies besteht aus Fragestellung, Beobachtung und Auswertung.

- Die Lösungskarten dürfen nur in Absprache mit der Lehrkraft vom Gruppensprecher geholt werden.
- Die Arbeit an einer Experimentalstation sollte maximal 45 Minuten dauern.
- Jeder muss in der Lage sein, die Arbeit seiner Gruppe vor der Klasse zu präsentieren (Zufallsabfrage).
- Jeder geht mit den Materialien sehr vorsichtig um. Schäden werden nicht verheimlicht.

Material

Die Experimente sind so konzipiert, dass Geräte und Materialien weitgehend aus der Fachsammlung verwendet werden können. Zusätzlich müssen aber Materialien in einem Geschäft mit Schreibwaren oder Haushaltswaren beschafft werden. Das Material braucht nur in einfacher Menge bereitgestellt zu werden. Sämtliche Substanzen, Geräte und Gegenstände passen in eine Kiste (40 cm x 33 cm x 25 cm).

Zu Beginn der Unterrichtsstunde wird das gesamte Material auf einen **Materialwagen** bzw. auf das **Lehrerpult** gestellt. Von diesem können sich die Laboranten der einzelnen Gruppen die benötigten Geräte selber nehmen. Alternativ kann das Material in **kleineren Kisten** separat für jede Station bereitgestellt werden.

Nachbesprechung

Wenn die Mehrheit der Gruppen alle Experimente erfolgreich durchgeführt hat, ist es sinnvoll, eine Nachbesprechung durchzuführen. Dabei hat es sich bewährt, einzelne Schülerinnen und Schüler auszulosen, die vor die Klasse treten und anhand des Versuchsmaterials erläutern, wie das Experiment durchgeführt wurde, welches Phänomen beobachtet wurde und wie man es erklärt. In dieser Phase lassen sich selbstverständlich nicht nur Einzelschüler, sondern auch Teams oder ganze Gruppen befragen.

Die Nachbesprechung dient auch als Vorbereitung für den Abschlusstest. Der gesamte Fachinhalt wird wiederholt. Offene Fragen können geklärt werden. Dies ist für alle Schülerinnen und Schüler sinnvoll, insbesondere für diejenigen, die aufgrund Krankheit gefehlt haben oder aus anderen Gründen nicht alle Experimente durchführen konnten.

Bewertung

In folgenden Phasen kann man Schülerleistungen beobachten und bewerten.

1. Schülerantworten während des Lösungsvergleichs zu den Fragen im Teil Sachinformationen.
2. Noten für die Gruppenprotokolle. Diese können nur für den Protokollanten, aber auch für die gesamte Gruppe gewertet werden.
3. Schülerbeiträge während der Nachbesprechung.
4. Schülerantworten während des Lösungsvergleichs zum Arbeitsblatt „Bist du ein guter Experimentator?“
5. Die Note des schriftlichen Tests.

Kompetenzförderung

Als Basis für die Erstellung der Lern- und Experimentalangebote dieser Handreichung dienen die **Bildungsstandards der KMK** für den mittleren Schulabschluss für die Fächer Biologie, Chemie und Physik, herausgegeben vom Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (vgl. www.kmk.org). Gezielt gefördert werden die Schülerinnen und Schüler in den vier **Kompetenzbereichen Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung**. Die verschiedene Ausprägung des jeweiligen Kompetenzbereichs ist im **Kompetenzstrukturmodell** dargestellt (s. Tabelle, S.8).

Im Bereich **Fachwissen** beziehen sich die Inhalte auf die biologischen **Basiskonzepte Struktur und Funktion** und System, auf die chemischen **Basiskonzepte Stoff-Teilchen-Beziehung** sowie **Struktur-Eigenschaften-Beziehung** und die physikalischen **Leitideen Materie, Wechselwirkung** sowie Systeme.

Die Förderung im Bereich **Erkenntnisgewinnung** nimmt eine zentrale Stellung ein. Bei der Bearbeitung der Fragestellungen in den Sachinformationen und im Experimentalteil wählen die Schülerinnen und Schüler Informationen aus und führen sie auf bekannte physikalische Zusammenhänge zurück (Physik E2; E = Regelstandard Erkenntnisgewinnung) und nutzen geeignete Modelle (Biologie E9, Biologie E10, Chemie E7). Im Experimentalteil führen die Schülerinnen und Schüler qualitative und einfache quantitative experimentelle Untersuchungen durch und protokollieren diese (Biologie E6, Biologie E7, Chemie E3). Sie erheben relevante Daten oder recherchieren sie (Chemie E5), beschreiben Phänomene und führen sie auf bekannte physikalische Zusammenhänge zurück (Physik E2) und stellen an einfachen Beispielen Hypothesen auf (Physik E8). In einigen Zusatzaufgaben des Experimentalteils und Aufgabenstellungen des Zusatzmaterials werden die Schüle-

rinnen und Schüler dazu aufgefordert, einfache Experimente zu planen, durchzuführen und auszuwerten (Biologie E6, Chemie E2, Physik E8).

Eine Förderung im Bereich **Kommunikation** erfolgt, da die Schülerinnen und Schüler im Experimenterteil innerhalb der Gruppe selbstständig Hypothesen aufstellen, die Experimente gruppenintern auswerten und die Experimente im Klassenplenum präsentieren.

Der Kompetenzbereich **Bewertung** ist immer dann vertreten, wenn die Schülerinnen und Schüler grundlegende fachtypische und vernetzte Kenntnisse und Fertigkeiten nutzen, um lebenspraktisch bedeutsame Zusammenhänge zu erschließen und zu bewerten. Dazu werden sie unter anderem in den Zusatzaufgaben der Experimente aufgefordert.

		Kompetenzstrukturmodell			
		Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
Anforderungsbereich	I	<ul style="list-style-type: none"> Alltagserfahrungen und einfache naturwissenschaftliche Sachverhalte wiedergeben. 	<ul style="list-style-type: none"> Versuche nach Anleitung durchführen und sachgerecht protokollieren. Arbeitstechniken wie Beobachten, Vermuten, Vergleichen anwenden. 	<ul style="list-style-type: none"> Über Sachverhalte und Arbeitsergebnisse sprechen bzw. diskutieren. Fachsprache verwenden. 	<ul style="list-style-type: none"> Vorgegebene Bewertungen nachvollziehen.
	II	<ul style="list-style-type: none"> Wissen in einfachen Kontexten anwenden. Einfache Sachverhalte erkennen und nutzen. 	<ul style="list-style-type: none"> Experimente planen, durchführen und deuten. Ergebnisse im Hinblick auf die Hypothesen auswerten. Arbeitstechniken in neuem Zusammenhang verwenden. 	<ul style="list-style-type: none"> Sachverhalte und Arbeitsergebnisse angemessen präsentieren. Fachsprache in neuen Kontexten verwenden. 	<ul style="list-style-type: none"> Vorgegebene Bewertungen beurteilen und kommentieren. Sachverhalte in einem neuen Bewertungskontext erläutern.
	III	<ul style="list-style-type: none"> Wissen und Kenntnisse zielgerichtet erarbeiten, einordnen und nutzen. 	<ul style="list-style-type: none"> Naturwissenschaftliche Fragen sowie Hypothesen eigenständig formulieren und experimentell überprüfen. Ergebnisse hypothesen- und fehlerbezogen auswerten. Arbeitstechniken zielgerichtet auswählen oder variieren. 	<ul style="list-style-type: none"> Sach- und adressatengerecht argumentieren und debattieren. Hypothesen und Lösungen begründen. 	<ul style="list-style-type: none"> Eigene Bewertungen vornehmen. Eigenständig Stellung beziehen.

Material



Material aus der Fachsammlung

- 1 Doppelmuffe
- 1 Digitalwaage (Ablesbarkeit auf 0,1 g)
- 1 Glasrohr (300 mm x 40 mm Ø)
- 1 Laborfön
- 1 Petrischale (100 mm Ø)
- 1 Pinzette
- 1 Plastischale (Fotoschale)
- 2 Spritzen (min. 10 ml)
- 1 Stativ
- 1 Stativklemme
- div. Vogelfedern in Weithalsflasche (1000 ml)
- 1 pneumatische Wanne (PET, 200 x 150 x 75 mm)
- 1 Vierkantbehälter (50 ml)
- 3 Vierkantbehälter (300 ml)
- 1 Vierkantbehälter (500 ml)
- 1 Weithalsflasche (1000 ml)

Schreibwaren

- 1 Block kariertes Papier (DIN-A4)
- div. Blätter DIN-A4 und DIN-A3
- div. Büroklammern in Vierkantbehälter (50 ml)
- 2 Geodreiecke
- 1 Folienstift (wasserlöslich)
- 1 Klebestift
- div. Luftballons (rund, länglich) in Vierkantbehälter (300 ml)
- 1 Rolle Klebefilm mit Abroller
- 2 Rollen Paketband
- 6 Scheren
- div. Trinkhalme (mit Knick)
- 3 Styroporkugeln (versch. Größen)
- 1 Rolle Nähgarn (+ Stecknadeln) in Vierkantbehälter (300 ml)

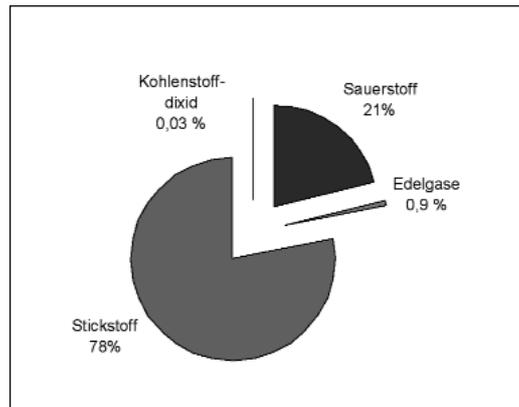
Material aus dem Haushalt

- div. Bierdeckel
- div. Blätter Zeitungspapier
- div. Daunenfedern (aus Kopfkissen) in Vierkantbehälter (300 ml)
- 1 Einweckglas
- 1 Frühstücksbrettchen (220_150 x 20 mm)
- 3 Feuerzeuge
- div. Handtuchpapiere / Papierrolle
- 1 Holzstab (etwa 50 cm lang)
- div. Holzstäbchen (Schaschlikspieße)
- 1 Packung mit Gefrierbeuteln (3 Liter)
- 1 Plastikflasche (PET, 0,33 l) (200 mm lang)
- div. Stecknadeln (+ Nähgarn) in Vierkantbehälter (300 ml)
- div. Teelichter in Vierkantbehälter (500 ml)
- 3 Trinkgläser (0,2 l)
- 1 Vacuum WineSaver (Vakuumpumpe + Verschluss)
- 2 Weinflaschen (durchsichtig)

Luft

Überall um uns herum ist Luft. Sie umgibt die ganze Erde mit einer Schicht, die man **Atmosphäre** nennt. Luft ist farblos und hat keinen Geruch. Man kann sie aber spüren, wenn der Wind bläst.

Luft setzt sich aus einer Reihe verschiedener Gase zusammen. In 100 Liter Luft sind 78 Liter **Stickstoff**, 21 Liter **Sauerstoff** und 1 Liter andere Bestandteile wie **Edelgase** und **Kohlenstoffdioxid** enthalten.



Luft enthält auch stets etwas **Wasserdampf**. Der sorgt für die Luftfeuchtigkeit. Wasserdampf und Kohlenstoffdioxid in der Atmosphäre schützen vor zu großer Wärmeabstrahlung. Ohne diesen natürlichen **Treibhauseffekt** wäre es auf der Erde bedeutend kälter.

Mit Ausnahme von einigen Bakterien brauchen alle Lebewesen Luft zum Leben. Sauerstoff wird für Atmungsvorgänge gebraucht. Das Gas Kohlenstoffdioxid ist neben Wasser Ausgangsstoff für den Prozess der Photosynthese.

Den Druck des Wassers kann man spüren, wenn man im Meer untertaucht. Auch Luft übt Druck aus, nur wir spüren es nicht. Der **Luftdruck** wird mit einem **Barometer** gemessen und in der Maßeinheit Hektopascal (hPa) angegeben. In Meereshöhe herrscht ein mittlerer Luftdruck von 1013 hPa. Dies entspricht einem Druck von rund einem Kilogramm pro Quadratcentimeter.

Ist der Luftdruck höher als 1020 hPa, spricht man von einem **Hoch**, unter 1000 hPa von einem **Tief**. Liegen nebeneinander Zonen mit unterschiedlichem Luftdruck, dann entsteht Wind, der von einer Hochdruckzone zu einer Tiefdruckzone hin weht.

Mit zunehmender Höhe nimmt der Luftdruck ab, weil die Luftsäule, die über uns lastet, immer kürzer wird. Auf 5000 m Höhe halbiert sich der Luftdruck auf 500 hPa. Über 5000 m wird der Luftdruck so niedrig, dass man kaum noch atmen kann.

Luft hat ein **Gewicht**. Bei null Grad Celsius

wiegt ein Liter Luft 1,29 g, bei Raumtemperatur (21°C) 1,2 g. Dies hängt damit zusammen, dass sich die Luft, wie jeder andere Stoff auch, bei Erwärmung ausdehnt. Wenn man Luft auf unter 200 Grad Celsius abkühlt, wird sie flüssig.

Warme Luft steigt nach oben, da sie eine geringere **Dichte** als kalte Luft besitzt. Das kann an jedem Heizkörper oder Lagerfeuer beobachtet werden. Ebenso wie warme Luft steigen auch andere Gase auf, die eine geringere Dichte als Luft haben. Diesen Effekt macht man sich bei Heißluftballons und beim Zeppelin zunutze.

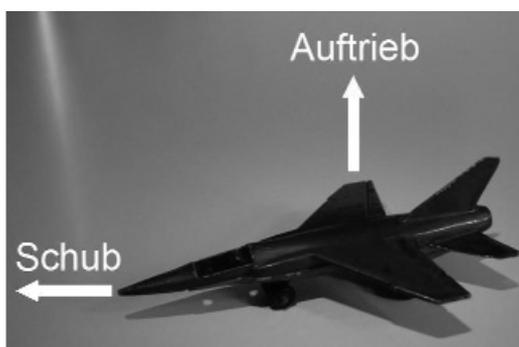
Dichte ist das Verhältnis zwischen **Masse** und **Volumen**. 1 Liter warme Luft ist leichter als 1 Liter kalte Luft.

Aufgaben

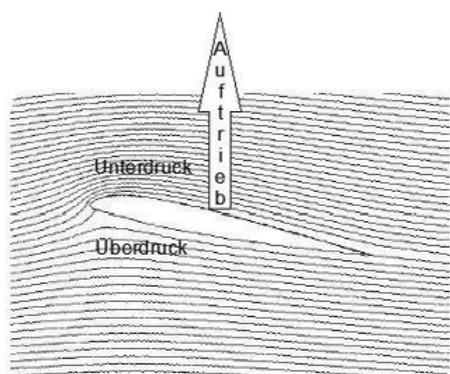
1. Nenne die korrekte Bezeichnung für die Lufthülle der Erde und seine zwei Hauptbestandteile.
2. Finde heraus, woher der Name Stickstoff stammt.
3. Worin unterscheidet sich die Luft, die ein Mensch ausatmet, von der Luft, die er zuvor eingeatmet hat?
4. Im Winter kann man an einem Heizkörper eine Luftzirkulation spüren. Wie kommt diese zustande? Zeichne dazu eine Skizze!
5. Ist es richtig, dass eine Luftpumpe Luft fördert?
6. Wie heißt das zu 98% aus Luft bestehende Verpackungsmaterial?
7. Erkläre, wie sich der Luftdruck mit zunehmendem Abstand von der Erdoberfläche ändert?
8. Finde heraus, was man unter Vakuum versteht.
9. Erkläre, warum viele Lebensmittel unter Vakuum verpackt werden?
10. Erkläre, warum ein Ball mit Luft mehr wiegt als ein Ball ohne Luft.

Flugzeugflug

Seit der Antike hat der Mensch versucht, den Vögeln nachzueifern. Um das Jahr 1500 zeichnete der Erfinder Leonardo da Vinci bereits Pläne für einen Hubschrauber. Die eigentliche Eroberung der Lüfte begann 1783 mit dem ersten Ballonflug der Brüder Montgolfier. Wenige Jahre später bewies der Berliner Flugpionier Otto Lilienthal, dass ein Flug mit einem Gleitflieger möglich ist. Den ersten Flug mit einem Motorflugzeug - dem Flyer - unternahmen 1903 die Gebrüder Wright.



Beim Flugzeugflug spielen zwei Kräfte eine Rolle. Die **Schubkraft** für die Vorwärtsbewegung und die **Auftriebskraft** für die Überwindung der Erdanziehungskraft. Für den **Schub** sind die Triebwerke verantwortlich. Sie erzeugen den **Vortrieb**. Der **aerodynamische Auftrieb** ist die Kraft, die ein Flugzeug vom Boden abheben und fliegen lässt.



vgl. Dr. H. Huwe: Physik des Fliegens

Wird ein Flügel von Luft umströmt, bildet sich auf der Oberseite ein **Unterdruck** und auf der Unterseite ein **Überdruck**. Durch diesen Druckunterschied entsteht **Auftrieb**. Die Auftriebskraft drückt den Flügel senkrecht nach oben aus der Strömungsrichtung heraus. Die unterschiedlichen Druckverhältnisse kommen dadurch zustande, dass durch die Flügelform die Luft unterschiedlich stark am Profil beschleunigt wird. Früher wurde zur Erklärung hier die Gleichung von Bernoulli („schnell strömende Luft erzeugt Unterdruck“) verwendet. Mittlerweile hat sich aber

gezeigt, dass diese Gleichung die zahlreichen Vorgänge am Flügel nur eingeschränkt beschreiben kann.

Verantwortlich für den Auftrieb sind vier Faktoren:

1. Profil und Größe des Flügels

Der Auftrieb kann durch den Einsatz von Klappen verändert werden. Beim Starten(!) und beim Landen werden die Landeklappen ausgefahren. Dies bewirkt eine Vergrößerung der Tragflächen und damit einen erhöhten Auftrieb.

2. Anstellwinkel des Flügelprofils

Der Anstellwinkel wird über das Höhenruder gesteuert. Beim Erreichen der Abhebegeschwindigkeit (beim Airbus A380 etwa 260 km/h) wird das Höhenruder vom Piloten nach oben gestellt. Das Heck wird dadurch nach unten gedrückt, der Bug nach oben. Die Flügel erfahren durch diese Schrägstellung eine zusätzliche Auftriebskraft und das Flugzeug hebt ab.

3. Geschwindigkeit der umströmenden Luft

Die Strömungsgeschwindigkeit wird durch die Schubkraft der Turbinen geregelt. Zum Starten wird eine große Schubkraft benötigt. Nach Erreichen der Reishöhe wird der Schub gedrosselt. Zum Landen geht das Flugzeug in den Sinkflug. Dazu wird der Schub erneut reduziert.

4. Dichte der Luft

Mit zunehmender Höhe sinken der Luftdruck und die Dichte der Atmosphäre. Durch die geringere Dichte sinkt der Auftrieb des Flugzeugs und beschränkt so die Flughöhe. Außerdem gelangt mit zunehmender Höhe weniger Luftsauerstoff in die Flugzeugtriebwerke, der zur Verbrennung von Kerosin gebraucht wird.

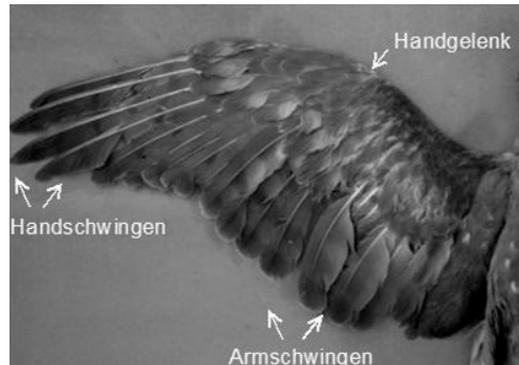
Aufgaben

1. Benenne die beiden Kräfte, die beim Flugzeugflug eine Rolle spielen und erkläre ihre Wirkung.
2. Finde heraus, in welcher Höhe Passagierflugzeuge fliegen und welche Geschwindigkeit sie erreichen können.
3. Warum ist die Flughöhe von Passagierflugzeugen begrenzt?
4. Früher wurden zum Flugzeugbau Holz, Stoff und Draht verwendet. Welche Materialien nutzt man heute?
5. Starten Flugzeuge mit oder gegen den Wind? Begründe!
6. Gestalte ein Poster über das Leben eines Flugpioniers.

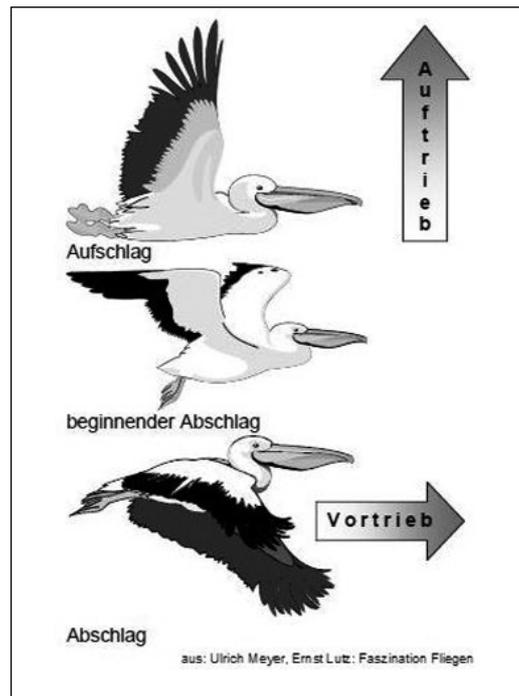
Vogelflug

Mit Ausnahme von Pinguin, Vogelstrauß, Kiwi und Emu können alle Vögel fliegen. Die Tragflächen der Vögel sind die mit Federn bedeckten Flügel. Sie haben sich im Laufe der Evolution aerodynamisch geformt.

Vögel haben keinen extra Antrieb wie Flugzeuge. Sie erzeugen **Vortrieb** und **Auftrieb** durch die Bewegung ihrer Flügel.



Bei den meisten Vögeln geschieht die Fortbewegung durch **Schlagflug (Ruderflug)**, bei dem die Flügel schnell auf und abgeschlagen werden.



Beim **Aufschlag** bewegt sich der Flügel nach oben. Durch Anströmung der Flügeloberseite entsteht **Auftrieb**. Beim **Abschlag** bewegt sich Flügel nach unten und erzeugt den **Vortrieb**. Um den Luftwiderstand und Kraftverbrauch möglichst gering zu halten, werden beim **Aufschlag** die Arm- und Handschwingen durchlässig gestellt. Manche Vögel

knicken die Flügel beim **Aufschlag** zusätzlich ein bisschen ein (z.B. Taube und Möwe). Beim **Abschlag** sind die Flügel vollständig ausgebreitet, die Schwungfedern bilden eine geschlossene Fläche.

Beim Landeanflug breitet der Vogel seine Flügel aus und gleitet wie ein Papierflieger im **Gleitflug** zu Boden.

Kleine Vögel wie Kolibri, Turmfalke, Lerche und Seeschwalbe beherrschen den **Rüttelflug** oder **Standschwebeflug**. Im Rüttelflug ist der Flügelschlag sehr schnell. Auf- und Niederschlag erfolgen in einer weitgehend waagerechten Ebene und bewegen etwa gleich große Luftmengen. Sie gleichen sich daher aus und der Vogel verliert nicht an Höhe.

Große Vögel wie Mäusebussard, Storch, Geier und Adler bevorzugen den **Segelflug** und den **Gleitflug**.

Beim **Segelflug** fliegt der Vogel mit ausgebreiteten Flügeln und lässt sich von **thermischen Aufwinden** tragen. Thermische Aufwinde entstehen, wenn sich die Luft durch die Sonneneinstrahlung und die Erwärmung des Bodens erwärmt und nach oben steigt. Der große Vorteil des **Segelfluges** ist der, dass man dabei viel Energie spart, denn der Flügelschlag mit großen Flügeln kostet sehr viel Energie.

Beim **Gleitflug** gleitet der Vogel mit ausgebreiteten Flügeln wie ein Papierflieger. Nachteil des **Gleitfluges** ist, dass die Vögel an Höhe verlieren.

Der Albatros ist ein sehr guter **Segelflieger**. Mit einer Spannweite von bis zu 3,2 m nutzt er die Winde, die über das Meer streichen und an der Meeresoberfläche durch das Wellenrelief nach oben abgelenkt werden. Er lässt sich vom Aufwind bis zu fünfzehn Meter hoch anheben.

Viele Pioniere der Luftfahrt, wie Otto Lilienthal oder die Gebrüder Wright, beobachteten vor ihren Flugversuchen Vögel und bauten ihre Apparate nach dem Vorbild der Vögel.

Aufgaben

1. Welche Flugarten beherrscht eine Amsel?
2. Beschreibe den Gleitflug, Segelflug und Ruderflug in jeweils einem Satz.
3. Begründe, warum ein Mäusebussard besser in der Luft gleiten kann als ein Kolibri!
4. Wer nutzt außer Vögeln den thermischen Aufwind?
5. Zugvögel sind Rekordhalter in vielen Disziplinen. Informiere dich über die Leistungen verschiedener Zugvogelarten.

Fragen zur Luft

1. **Nenne die korrekte Bezeichnung für die Lufthülle der Erde und seine zwei Hauptbestandteile.**

Atmosphäre; Stickstoff und Sauerstoff

2. **Finde heraus, woher der Name Stickstoff stammt.**

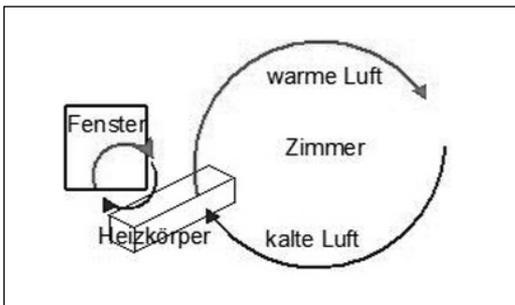
Die deutsche Bezeichnung Stickstoff erinnert daran, dass Stickstoff Flammen „erstickt“ oder dass ein Lebewesen (z.B. ein Mensch) in reinem Stickstoff erstickt.

3. **Worin unterscheidet sich die Luft, die ein Mensch ausatmet, von der Luft, die er zuvor eingeatmet hat?**

Ein: 78% Stickstoff, 21% Sauerstoff, 0,03% Kohlenstoffdioxid, 0,9 % sonstige Gase

Aus: 78% Stickstoff, 17% Sauerstoff, 4% Kohlenstoffdioxid, 0,9 % sonstige Gase

4. **Im Winter kann man an einem Heizkörper eine Luftzirkulation spüren. Wie kommt diese zustande? Zeichne dazu eine Skizze!**



5. **Ist es richtig, dass eine Luftpumpe Luft fördert?**

Falsch, eine Luftpumpe verdichtet Luft.

6. **Wie heißt das zu 98% aus Luft bestehende Verpackungsmaterial?**

Styropor

7. **Erkläre, wie sich der Luftdruck mit zunehmendem Abstand von der Erdoberfläche ändert?**

Mit zunehmender Höhe nimmt der Luftdruck ab, weil die Luftsäule, die über uns lastet, immer kürzer wird.

8. **Finde heraus, was man unter Vakuum versteht.**

Vakuum ist ein fast luftleerer Raum. Das Wort Vakuum leitet sich vom lateinischen Wort vacuus (=„leer“, „frei“) her.

Einen luftfreien Raum können jedoch auch

nicht die besten Vakuumpumpen erzeugen.

Zum Vakuum gibt es eine DIN-Norm (DIN 28400). Danach gilt: „Vakuum entspricht dem Druckbereich unterhalb des Atmosphärendrucks“. Danach herrscht bereits in jedem Raum mit verdünnter Luft Vakuum.

Ein Vakuum erzeugen heißt „evakuieren“.

9. **Erkläre, warum viele Lebensmittel unter Vakuum verpackt werden?**

Das Vakuumverpacken ist eine Konservierungsmethode. Das Vakuum ist kein Lebensraum, da Lebewesen auf Materie zu ihrem Stoffwechsel angewiesen sind. Allerdings können viele Lebewesen (Bakterien, Pflanzen) einen gewissen Zeitraum im Vakuum überleben. Sie vermehren sich dort jedoch nicht. Höhere Lebewesen können im Vakuum nicht überleben.

10. **Erkläre, warum ein Ball mit Luft mehr wiegt als ein Ball ohne Luft.**

Luft ist Materie und Materie (Masse) hat ein Gewicht. Luftgewicht + Leder ist höher als nur Leder.

Fragen zum Flugzeugflug

- 1. Benenne die beiden Kräfte, die beim Flugzeugflug eine Rolle spielen und erkläre ihre Wirkung.**
Schubkraft: Überwindung des Luftwiderstandes, erzeugt den Vortrieb
Auftriebskraft: Auftrieb lässt Flugzeug vom Boden abheben und fliegen. Auftrieb entsteht durch Druckunterschied zwischen Flügeloberseite und Flügelunterseite.
- 2. Finde heraus, in welcher Höhe Passagierflugzeuge fliegen und welche Geschwindigkeit sie erreichen können.**
Der neue Airbus A380 fliegt mit 950 Kilometern in der Stunde auf einer maximalen Höhe von 12.500 Metern. Die Boeing 777 fliegt mit einer durchschnittlichen Reisegeschwindigkeit von 892 Stundenkilometern und kann ebenso in einer Höhe von maximal 12500 Metern fliegen.
Die Concorde (bis 2003) benötigte für den Start bei einer Geschwindigkeit von 402 km/h nur 24 Sekunden und erreichte eine Höchstgeschwindigkeit von Mach 2.02 (2.146 km/h). Sie war das einzige Passagierflugzeug, das bis zu einer Flughöhe von 1920 Metern fliegen konnte.
- 3. Warum ist die Flughöhe von Passagierflugzeugen begrenzt?**
Ohne Luft kann es keinen Auftrieb an einem Flugzeugflügel geben. Weil mit zunehmender Höhe die Luft immer dünner wird, schwinden dort die Auftriebskräfte. Außerdem fehlt in großer Höhe der für die Verbrennung nötige Sauerstoff.
- 4. Früher wurden zum Flugzeugbau Holz, Stoff und Draht verwendet. Welche Materialien nutzt man heute?**
Aluminium, Glasfaser-Verbundstoffe, Kohlefaser-Verbundstoffe
- 5. Starten Flugzeuge mit oder gegen den Wind? Begründe!**
Der Auftrieb hängt von der Strömungsgeschwindigkeit an den Tragflächen ab. Startet das Flugzeug gegen den Wind, addieren sich Rollgeschwindigkeit des Flugzeugs und Windgeschwindigkeit. Es hebt also eher ab.
- 6. Gestalte ein Poster über das Leben eines Flugpioniers.**

Fragen zum Vogelflug

Hinweis: Ein Videofilm aus der Sendereihe „Quarks und Co.“ zum Thema „Fliegen“ geht unter anderem auf die Vorgänge beim Vogelflug ein.

1. Welche Flugarten beherrscht die Amsel?

Die Amsel ist ein kleiner Vogel. Deshalb fliegt sie im Ruderflug und im Gleitflug.

2. Beschreibe den Gleitflug, Segelflug und Ruderflug in jeweils einem Satz.

Gleitflug: Flug mit ausgebreiteten Flügeln; der Vogel verliert dabei an Höhe.

Segelflug: Flug mit ausgebreiteten Flügeln; der Vogel lässt sich durch Thermik oder Aufwind emportragen.

Ruderflug: Erzeugung von Vor- und Auftrieb durch abwechselndes Ab- und Aufschlagen der Flügel.

3. Begründe, warum ein Mäusebussard besser in der Luft gleiten kann als ein Kolibri!

Die große Flügelfläche des Mäusebussards wird von der Luft getragen. Durch das Gleiten wird am Flügel Auftrieb erzeugt. Der Kolibri hat sehr kleine Flügel, dessen Fläche zum Gleiten nicht geeignet ist. Er muss deshalb durch schnelles Flügelschlagen ständig Auftrieb (und Vortrieb) erzeugen.

4. Wer nutzt außer Vögeln den thermischen Aufwind?

Segelflieger fliegen normalerweise ohne Motor. Sie bewegen sich in der Luft, indem sie thermische Aufwinde nutzen.

Besonders geeignet für thermische Aufwinde sind Sandflächen, trockene Erde, Getreidefelder, Felsen oder Häuser. In der Nachbarschaft treten als Ausgleich Abwinde auf, zum Beispiel auf Wiesen, in Wäldern oder Gewässern.

5. Zugvögel sind Rekordhalter in vielen Disziplinen. Informiere dich über die Leistungen verschiedener Zugvogelarten.

Küstenseeschwalben fliegen im Laufe ihres Lebens eine Million Kilometer weit.

Sperbergeier können in Höhen von mehr als 11 000 Meter aufsteigen – dorthin, wo Passagierflugzeuge unterwegs sind.

Störche legen durchschnittlich 150 bis 300 Kilometer pro Tag zurück. Von Europa bis nach Südafrika sind die Vögel zwei bis vier Monate lang unterwegs.

Purpurschwalben legen manchmal 500 Kilometer an einem Tag zurück.

In Gruppen experimentieren

Die Experimente werden in Kleingruppen von vier Personen durchgeführt. Die Arbeit in der Gruppe ist nach dem Prinzip der nummerierten Köpfe organisiert. Jedes Gruppenmitglied bekommt pro Experiment eine Nummer zugewiesen und damit die Verantwortung für eine bestimmte Aufgabe. Nach jedem Experiment wechseln die Funktionen.

Folgestunde abgegeben, von der Lehrkraft korrigiert und bewertet. Die anderen Gruppenmitglieder legen ein Kurzprotokoll im Heft oder in der Mappe an. Das Kurzprotokoll umfasst Fragestellung, Beobachtung und Auswertung.



- ① Der **Gruppensprecher** sucht eine Experimentalanleitung aus und liest sie der Gruppe vor. Er ist dafür verantwortlich, dass die Gruppe vor Versuchsbeginn eine Hypothese entwickelt und nach der Durchführung das Experiment gemeinsam auswertet.
- ② Der **Laborant** holt das Material für das Experiment, führt es durch und bringt alles gereinigt zurück.
- ③ Der **Protokollant** schreibt das Gruppenprotokoll. Dieses wird (spätestens) in der

- ③ Der **Regelhüter** sorgt dafür, dass die Regeln eingehalten werden und dass die Gespräche innerhalb der Gruppe nicht zu laut werden. Dazu achtet er darauf, dass die Gruppenmitglieder eng genug beieinander sitzen.

Regeln beim Experimentieren

1. Die Gruppe verhält sich so, dass andere Gruppen nicht bei der Arbeit gestört werden.
2. Die Gruppe arbeitet als Team und bemüht sich um ein gutes Gruppenergebnis.
3. Vor Durchführung des Experiments muss sichergestellt sein, dass alle verstanden haben, worum es geht.
4. Jeder hält sich an seine Funktion.
5. Die Lösungskarten dürfen nur in Absprache mit der Lehrkraft vom Gruppensprecher geholt werden.
6. Die Arbeit an einer Experimentalstation sollte maximal 45 Minuten dauern.
7. Jeder muss in der Lage sein, die Arbeit seiner Gruppe vor der Klasse zu präsentieren (Zufallsabfrage).
8. Jeder geht mit den Materialien sehr vorsichtig um. Schäden werden nicht verheimlicht, sondern selbstverständlich angegeben.

Gliederung des Gruppenprotokolls

Name des Experiments

Namen: _____ **Datum:** _____
Der Name des Protokollanten wird unterstrichen.

Fragestellung

Am Anfang eines Protokolls steht die Fragestellung.

Hypothese

Was wird geschehen? Begründe die Vermutung. Über das mögliche Ergebnis des Experiments schreibt man eine Hypothese (= Vermutung).

Material

Die benötigten Geräte und Stoffe werden aufgeführt.

Durchführung

Es wird beschrieben, wie das Experiment durchgeführt wird, und der Versuchsaufbau skizziert.

Beobachtung

Was ist passiert? Was hast du beobachtet bzw. gemessen? Beobachtungen werden in einem Text aufgeschrieben. Messwerte gehören in eine Tabelle. Beobachtungen und Messwerte können auch in Skizzen oder Diagrammen dargestellt werden.

Auswertung

Die beim Experiment gemachten Beobachtungen und Messwerte werden hier erklärt. Die aufgestellte Hypothese wird überprüft. Forscher-Profis gehen auch auf mögliche Fehler ein, die beim Experimentieren gemacht wurden und schreiben, was man noch untersuchen könnte.



Experimente Luft und Fliegen

Name:

Experiment	Titel	So hat es geklappt ☺ ☹ ☹	So hat es mir gefallen ☺ ☹ ☹	Kontrolle
Luft I	Geisterflasche	<i>Demonstrationsexperiment</i>		
Luft II	Bockige Spritzen	<i>Demonstrationsexperiment</i>		
Luft 1	Kerze im Trinkglas			
Luft 2	Ballonwaage			
Luft 3	Geheimnisvoller Luftstrom			
Luft 4	Unsichtbar und doch da!			
Luft 5	Papier im Trinkglas			
Luft 6	Bierdeckeltrick			
Luft 7	Luftballon im Weltraum			
Luft 8	Zeitungsrick			
Flug 1	Magischer Luftzug			
Flug 2	Tragfläche im Luftstrom			
Flug 3	Schwebende Kugel			
Flug 4	Wirbelflieger			
Flug 5	Papiergleiter			
Flug 6	Flugwettbewerb			
Flug 7	Feder in Glasröhre			
Flug 8	Vogelfeder und Papierfeder			

Nummerierte Köpfe

(laminieren und ausschneiden)

Gruppensprecher

- Versuchsanleitung holen und vorlesen.
- Vor Versuchsbeginn gemeinsam mit der Gruppe Hypothese entwickeln.
- Das Experiment gemeinsam auswerten.
- Lösungskarte zum Vergleich holen.



Gruppensprecher

- Versuchsanleitung holen und vorlesen.
- Vor Versuchsbeginn gemeinsam mit der Gruppe Hypothese entwickeln.
- Das Experiment gemeinsam auswerten.
- Lösungskarte zum Vergleich holen.



Laborant

- Material für den Versuch holen.
- Experiment durchführen.
- Nach dem Experiment die Geräte reinigen.
- Material vollständig zurückbringen.



Laborant

- Material für den Versuch holen.
- Experiment durchführen.
- Nach dem Experiment die Geräte reinigen.
- Material vollständig zurückbringen.



Protokollant

- Hypothese und Beobachtungen sofort auf einen Notizzettel schreiben.
- Vollständiges Gruppenprotokoll schreiben.



Protokollant

- Hypothese und Beobachtungen sofort auf einen Notizzettel schreiben.
- Vollständiges Gruppenprotokoll schreiben.



Regelhüter

- Auf die Einhaltung der Regeln achten.
- Dafür sorgen, dass die Gruppe nicht zu laut ist und die anderen Gruppen nicht gestört werden.



Regelhüter

- Auf die Einhaltung der Regeln achten.
- Dafür sorgen, dass die Gruppe nicht zu laut ist und die anderen Gruppen nicht gestört werden.



Luft I: Geisterflasche

Fragestellung

In einer Plastikflasche ist heißes Wasser.

Was passiert, wenn man die Flasche in kaltes Wasser legt?

Hypothese

Was wird geschehen? Begründe die Vermutung!

Material

1 pneumatische Wanne, 1 Plastikflasche (0,33 Liter), heißes Wasser, kaltes Wasser

Durchführung

1. Fülle eine kleine pneumatische Wanne etwa 10 cm hoch mit kaltem Wasser.
2. Fülle in die Flasche etwa 3 bis 5 cm hoch heißes Wasser (aber vorsichtig!) und verschließe sie gut.
3. Lege die Flasche nun in die pneumatische Wanne mit dem kalten Wasser.



Beobachtung

Was ist passiert? Was hast du beobachtet?

Auswertung

Erkläre die Beobachtungen! War die Hypothese richtig? Wurden Fehler gemacht?

Zusatzaufgabe

Warum darf man keine Spraydosen ins Feuer werfen?

Luft II: Bockige Spritzen

Fragestellung

Eine Spritze ist mit Wasser, die andere mit Luft gefüllt. Die Öffnungen werden fest verschlossen.

Lassen sich die Kolben beider Spritzen gleich weit eindrücken?

Hypothese

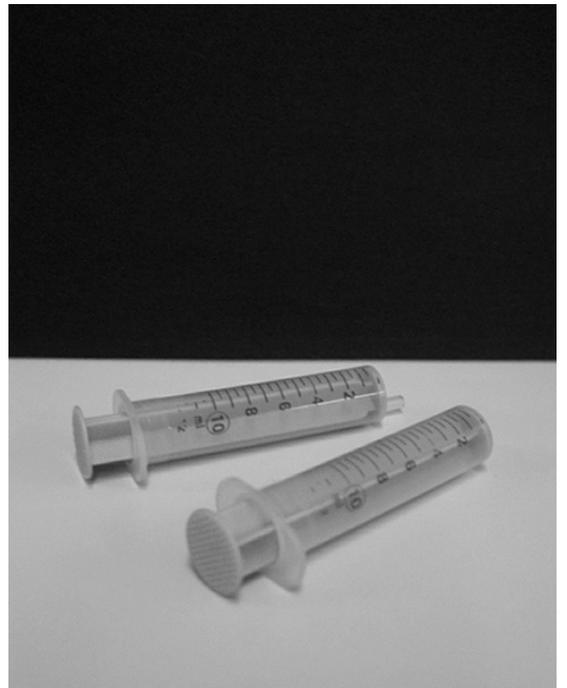
Was wird geschehen? Begründe die Vermutung!

Material

2 Spritzen (oder Kolbenprober)

Durchführung

1. Ziehe den Kolben der Spritze zurück auf den letzten Teilstrich. Bei einer 10 ml-Spritze z.B. auf 10 ml.
2. Verschließe die Öffnung vorne fest mit dem Daumen.
3. Drücke den Kolben so weit wie möglich nach vorne.
4. Notiere den Messwert.
5. Fülle nun die zweite Spritze mit Wasser (bei einer 10 ml-Spritze mit 10 ml) und führe die Schritte 2. bis 4. durch.



Beobachtung

Was ist passiert? Was hast du beobachtet?

Auswertung

Erkläre die Beobachtungen! War die Hypothese richtig? Wurden Fehler gemacht?

Zusatzaufgabe

Die mit Luft gefüllte Spritze wird warm, wenn man den Versuch oft durchführt! Wo kommt dieses Phänomen im Alltag vor?

Luft I: Geisterflasche

Fragestellung

In einer Plastikflasche ist heißes Wasser. Was passiert, wenn man die Flasche in kaltes Wasser legt?

Beobachtung

Die leere Flasche wird – wie von Geisterhand – eingebeult.

Auswertung

Die Luft in der Flasche zieht sich zusammen, wenn sie kalt wird. Da von außen keine Luft in die Flasche gelangen kann, entsteht in der Flasche ein Unterdruck. Der äußere Luftdruck kann die Flasche nun zusammendrücken.

Zusatzinformation

Spektakulär ist es, wenn man eine leere und geschlossene Plastikflasche in flüssigen Stickstoff hält. Die Temperatur von flüssigem Stickstoff beträgt minus 196 Grad Celsius. Die Luft in der Flasche kühlt ab und zieht sich zusammen, die Flasche sieht plötzlich aus, als wäre ein Elefant auf sie getreten.

Luft II: Bockige Spritzen

Fragestellung

Lassen sich die Kolben beider Spritzen gleich weit eindrücken?

Beobachtung

Der Kolben der Luft-Spritze lässt sich bis zu einem bestimmten Punkt vorschieben. Beim Loslassen bewegt er sich zurück. Der Kolben der Wasser-Spritze lässt sich nicht vorschieben.

Auswertung

Die Luftmoleküle lassen sich zusammendrücken. Die Wassermoleküle sind viel enger zusammen als die Luftmoleküle und können nicht zusammengedrückt werden.

Beim Zusammendrücken der Luft entsteht in der Spritze ein Überdruck. Der Kolben schnell nach dem Loslassen zurück.

Zusatzinformation

Die Eigenschaft, dass Körper unter großem Druck ihr Volumen ändern, nennt man Kompressibilität. Für feste Körper und Flüssigkeiten ist die Kompressibilität sehr klein, während sie für Gase sehr große Werte annimmt.

Luft 1: Kerze im Trinkglas

Fragestellung

Ein brennendes Teelicht schwimmt auf der Wasseroberfläche.

Was passiert, wenn man ein Glas darüber stülpt?

Hypothese

Was wird geschehen? Begründe die Vermutung!

Material

1 Petrischale, 1 wasserlöslicher Folienstift, 1 Teelicht,
1 Feuerzeug, 1 Trinkglas (0,2 ml)

Durchführung

1. Fülle eine Petrischale halbvoll mit Wasser.
2. Setze das Teelicht auf das Wasser und zünde es an.
3. Stülpe nun das Trinkglas über das Teelicht, so dass das Glas auf dem Boden der Petrischale steht.
4. Beobachte sehr genau, was im Trinkglas passiert.



Beobachtung

Was ist passiert? Was hast du beobachtet?

Auswertung

Erkläre die Beobachtungen! War die Hypothese richtig?
Wurden Fehler gemacht?

Zusatzaufgabe

In einigen Experimentalanleitungen steht, dass man mit diesem Versuch nachweisen kann, wie viel Sauerstoff im Trinkglas verbraucht wurde. Finde mehrere Gründe, warum dies nicht möglich ist.

Luft 2: Ballonwaage

Fragestellung

Wie verändert sich die Ballonwaage, wenn man die Luft aus einem Ballon herauslässt?

Hypothese

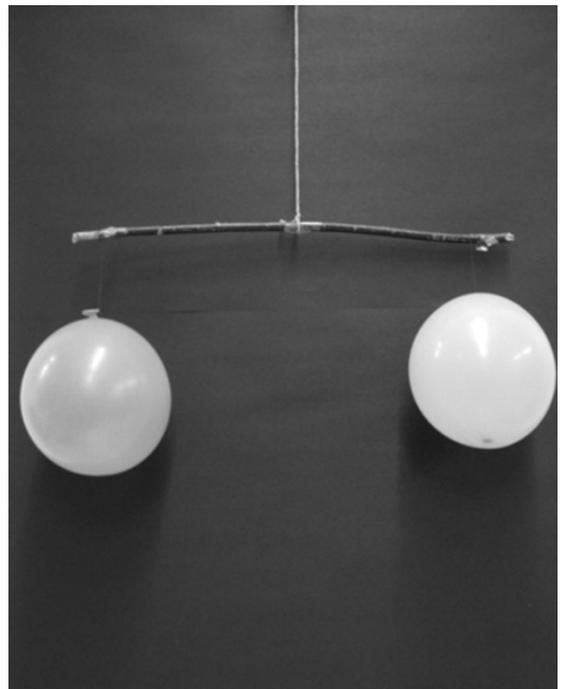
Was wird geschehen? Begründe die Vermutung!

Material

1 Holzstab (50 cm) mit Aufhängung (Paketband), Nähgarn zur Befestigung der Luftballons, 2 Luftballons, 1 Nadel

Durchführung

1. Zwei Luftballons werden etwa gleich stark aufgeblasen und zugeknötet.
2. Die Luftballons werden an beiden Enden des Stabes mit Nähgarn befestigt.
3. Halte den Stab am mittig angebrachten Band hoch und bringe den Stab durch Verschieben des Bandes in die Waagerechte.
4. Bitte einen Helfer, den Stab am Band zu halten.
5. Stich mit der spitzen Nadel direkt unter dem Knoten in die Ballonhülle und lasse die Luft entweichen. Der Luftballon darf dabei nicht platzen!



Beobachtung

Was ist passiert? Was hast du beobachtet?

Auswertung

Erkläre die Beobachtungen! War die Hypothese richtig? Wurden Fehler gemacht?

Zusatzaufgabe

Überlege Dir einen Versuch, um das Gewicht von Luft zu bestimmen.

Luft 3: Geheimnisvoller Luftstrom

Fragestellung

Zwischen Mund und brennendem Teelicht steht eine Flasche.

Was passiert, wenn man auf die Flasche pustet?

Hypothese

Was wird geschehen? Begründe die Vermutung!

Material

1 Weinflasche, 1 Teelicht, 1 Feuerzeug

Durchführung

1. Stelle hinter eine Weinflasche ein Teelicht.
2. Zünde das Teelicht an.
3. Puste auf der gegenüberliegenden Seite etwa in Höhe der Kerzenflamme auf die Flasche.

Beobachtung

Was ist passiert? Was hast du beobachtet?

Auswertung

Erkläre die Beobachtungen! War die Hypothese richtig?
Wurden Fehler gemacht?

Zusatzaufgabe

Führe einen Heimversuch durch, ob du den obigen Effekt auch bei Flüssigkeiten beobachten kannst.
Halte dazu einen kleinen „Ball“ (Löffel, Zitrone, Ei) in einen Wasserstrahl.



Luft 4: Unsichtbar und doch da!

Fragestellung

Lässt sich der Gefrierbeutel aus dem Glas herausziehen?

Hypothese

Was wird geschehen? Begründe die Vermutung!

Material

1 Einweckglas, 1 Gefrierbeutel (3 Liter), 1 Schere, Paketband

Durchführung

1. Bringe einen neuen Gefrierbeutel in das Innere eines Einweckglases und stülpe das offene Ende des Gefrierbeutels über den Glasrand.
2. Befestige nun den umgeschlagenen Teil des Gefrierbeutels fest am Einweckglas mit Paketband. Wickle dazu das Band viermal herum.
3. Bitte einen Helfer, das Einweckglas festzuhalten.
4. Greife in das Einweckglas und versuche, den Gefrierbeutel herauszuziehen.



Beobachtung

Was ist passiert? Was hast du beobachtet?

Auswertung

Erkläre die Beobachtungen! War die Hypothese richtig? Wurden Fehler gemacht?

Zusatzaufgabe

Verändert sich das Versuchsergebnis, wenn der Gefrierbeutel im Glas ein Loch hat?

Luft 5: Papier im Trinkglas

Fragestellung

Kann man ein Papierknäuel unter Wasser drücken, ohne dass es nass wird?

Hypothese

Was wird geschehen? Begründe die Vermutung!

Material

1 Trinkglas (0,2 l), 1 pneumatische Wanne, 1 Blatt Handtuchpapier

Durchführung

1. Fülle die pneumatische Wanne bis 5 cm unter den Rand mit Wasser.
2. Knülle das Handtuchpapier zu einem Knäuel zusammen.
3. Drücke das Knäuel so in das Glas, dass es nicht herausfallen kann.
4. Drehe dann das Glas um und tauche es bis auf den Grund in die pneumatische Wanne.

Beobachtung

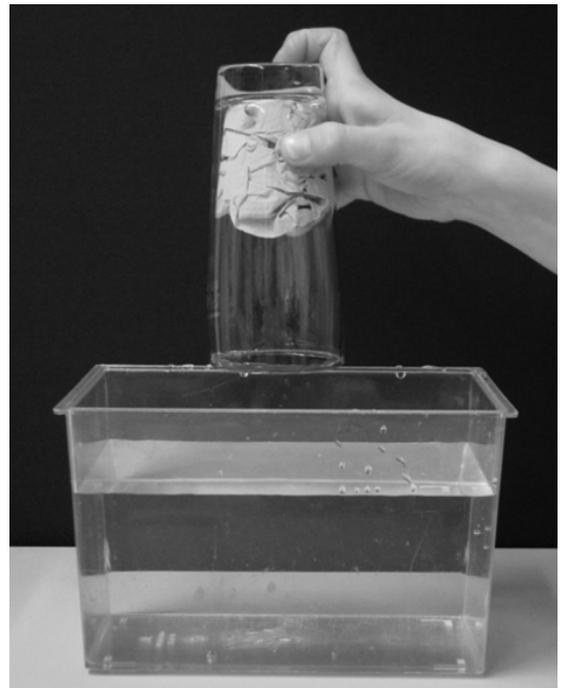
Was ist passiert? Was hast du beobachtet?

Auswertung

Erkläre die Beobachtungen! War die Hypothese richtig? Wurden Fehler gemacht?

Zusatzaufgabe

Informiere dich über Taucherglocken und deren Verwendung.



Luft 6: Bierdeckeltrick

Fragestellung

Ein mit Wasser gefülltes Trinkglas wird mit einem Bierdeckel abgedeckt.

Was passiert, wenn man das Trinkglas mit Bierdeckel umdreht?

Hypothese

Was wird geschehen? Begründe die Vermutung!

Material

1 Trinkglas (0,2 l), 1 Bierdeckel, 1 Plastischale, Wasser

Durchführung

1. Fülle ein Trinkglas zur Hälfte mit Wasser.
2. Halte das Trinkglas über das Becken.
3. Verdecke die Öffnung des Trinkglases mit dem Bierdeckel.
4. Halte den Bierdeckel mit der zweiten Hand fest und dreh das Trinkglas über der Schüssel vorsichtig auf den Kopf. Die Öffnung soll genau nach unten zeigen.
5. Jetzt kannst du den Bierdeckel loslassen.



Beobachtung

Was ist passiert? Was hast du beobachtet?

Auswertung

Erkläre die Beobachtungen! War die Hypothese richtig? Wurden Fehler gemacht?

Zusatzaufgabe

Funktioniert der Bierdeckeltrick auch, wenn man das Trinkglas schief hält?

Luft 7: Luftballon im Weltall

Fragestellung

Finde heraus, wie ein schlaff aufgeblasener Luftballon im Weltraum aussieht - also dort, wo keine Luft ist!

Hypothese

Was wird geschehen? Begründe die Vermutung!

Material

- 1 Weinflasche (mit schlaff aufgeblasenem Luftballon),
- 1 Vakuumpumpe, 1 Verschluss

Durchführung

1. Nimm die Weinflasche (mit dem schlaff aufgeblasenen Luftballon).
2. Setze den Verschluss auf die Flasche.
3. Pumpe mit der Vakuumpumpe Luft aus der Flasche.

Beobachtung

Was ist passiert? Was hast du beobachtet?

Auswertung

Erkläre die Beobachtungen! War die Hypothese richtig? Wurden Fehler gemacht?

Zusatzaufgabe

Eignet sich ein Schokokuss für ein Picknick im Weltraum?



Luft 8: Zeitungstrick

Fragestellung

Ein Frühstücksbrettchen liegt auf einem Tisch an der Kante und wird von einer Zeitung bedeckt.

Lässt sich mit dem Frühstücksbrettchen die Zeitung vom Tisch schlagen?

Hypothese

Was wird geschehen? Begründe die Vermutung!

Material

1 Zeitungsblatt, 1 Frühstücksbrettchen

Durchführung

1. Lege das Frühstücksbrettchen auf einen Tisch.
2. Schiebe das Frühstücksbrettchen etwa bis zur Hälfte über die Kante, so dass es nicht herunterfällt.
3. Lege einen unbeschädigten Zeitungsbogen mittig darüber.
4. Streiche die Zeitung mit beiden Händen von der Kante aus *glatt!* Es darf keine Luft mehr unter der Zeitung sein.
5. Schlage kräftig (Vorsichtig! Nicht zu heftig!) mit der Faust auf den überstehenden Teil des Frühstücksbrettchens.



Beobachtung

Was ist passiert? Was hast du beobachtet?

Auswertung

Erkläre die Beobachtungen! War die Hypothese richtig? Wurden Fehler gemacht?

Zusatzaufgabe

Was passiert, wenn man statt der Zeitung ein DIN-A4 Blatt nimmt?

Flug 1: Magischer Luftzug

Fragestellung

Was wird geschehen, wenn du kräftig zwischen zwei Papierstreifen pustest?

Hypothese

Was wird geschehen? Begründe die Vermutung!

Material

1 Blatt Papier (DIN-A4), 1 Schere

Durchführung

1. Schneide zwei Papierstreifen. Jeder soll die Länge eines DIN-A4-Blattes (ca. 30 cm) haben und 3 cm breit sein.
2. Nimm in jede Hand einen Streifen und halte sie im Abstand von etwa 7 cm nebeneinander!
3. Beuge dich vor und puste kräftig zwischen die Streifen!



Beobachtung

Was ist passiert? Was hast du beobachtet?

Auswertung

Erkläre die Beobachtungen! War die Hypothese richtig?
Wurden Fehler gemacht?

Zusatzaufgabe

Bei einfahrenden U-Bahnen und S-Bahnen tritt der im Versuch beobachtete Effekt ebenfalls auf. Erkläre.

Flug 2: Tragfläche im Luftstrom

Fragestellung

Wie verhält sich die selbstgebaute Tragfläche im Luftstrom?

Hypothese

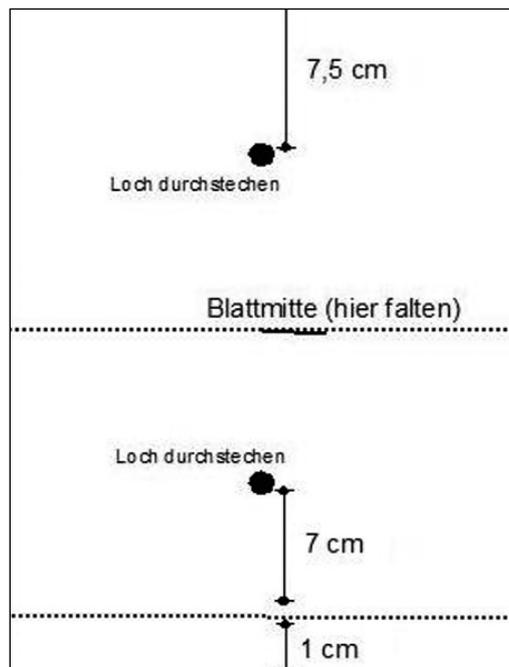
Was wird geschehen? Begründe die Vermutung!

Material

1 Blatt Papier, 1 Bleistift, 1 Geodreieck, Klebefilm, 1 halber Trinkhalm (mit Knick), 1 Holzstäbchen

Durchführung

1. Baue zuerst das Flügelmodell:
 - a) Ziehe auf einem DIN-A4-Blatt parallel zum unteren Rand im Abstand von 1 cm eine Linie.
 - b) Falte das Papier in der Blattmitte.
 - c) Markiere mittig zwei Punkte: einen 7 cm über dem Strich, einen 7,5 cm unterhalb vom oberen Rand.
 - d) Steche mit einem Bleistift kleine Löcher aus.
 - e) Klebe die Papierhälften mit Klebefilm so zusammen, dass der obere Rand mit der bei a) gezeichneten Linie zusammenfällt.
 - f) Schiebe den halben Trinkhalm von unten so durch die Löcher, dass die Tragflächenunterseite auf dem Knick liegt.
2. Nimm das Holzstäbchen zwischen Daumen und Zeigefinger und schiebe den Trinkhalm mit der Tragfläche auf das Holzstäbchen.
3. Laufe mit dem Flügelmodell durch den Klassenraum. Halte das Holzstäbchen dabei senkrecht.



Beobachtung

Was ist passiert? Was hast du beobachtet?

Auswertung

Erkläre die Beobachtungen! War die Hypothese richtig? Wurden Fehler gemacht?

Zusatzaufgabe

Erkläre, warum Rennwagen Heckflügel haben, die wie um 180° gedrehte Tragflächen gebaut sind.

Flug 3: Schwebende Kugel

Fragestellung

Welche Styroporkugel fliegt am höchsten?

Hypothese

Was wird geschehen? Begründe die Vermutung!

Material

1 Fön, 3 verschieden große Styroporkugeln

Durchführung

1. Lege eine Styroporkugel auf einen Fön, dessen Öffnung senkrecht nach oben zeigt.
2. Stelle den Fön an und lasse die Styroporkugel im Luftstrom aufsteigen.
3. Führe den Versuch mit allen Styroporkugeln durch.

Beobachtung

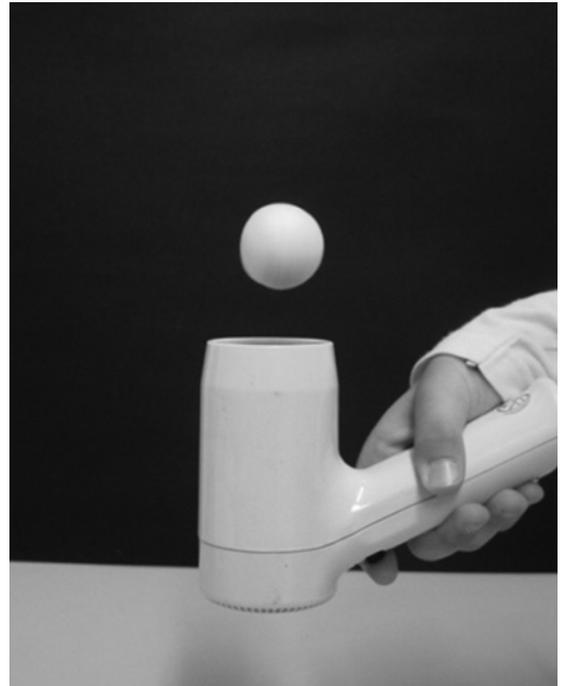
Was ist passiert? Was hast du beobachtet?

Auswertung

Erkläre die Beobachtungen! War die Hypothese richtig? Wurden Fehler gemacht?

Zusatzaufgabe

Lasse mehrere Bälle gleichzeitig schweben! Den kleinsten setzt du zuerst in den Luftstrom. Mit ein bisschen Geduld schweben gleich mehrere Bälle wie durch Zauberei!



Flug 4: Wirbelflieger

Fragestellung

Baue einen Wirbelflieger mit großen und einen mit kleinen Tragflügeln.

Welcher Wirbelflieger erreicht zuerst den Boden?

Hypothese

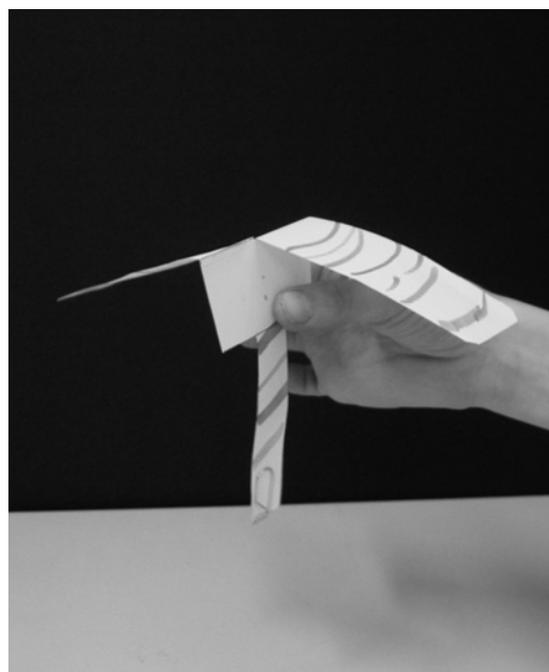
Was wird geschehen? Begründe die Vermutung!

Material

1 Blatt Papier (DIN-A4), 1 Geodreieck, 1 Schere, Büroklammern, 1 Bleistift

Durchführung

1. Baue aus Papier nach nebenstehender Anleitung einen Wirbelflieger mit großen Flügeln und einen mit kleinen Flügeln. Durchgehende Linie heißt: Ausschneiden! Gestrichelte Linie heißt: Falten!
2. Stecke eine Büroklammer an das untere Ende.
3. Lass beide Wirbelflieger aus gleicher Höhe mehrmals hintereinander fallen.



Beobachtung

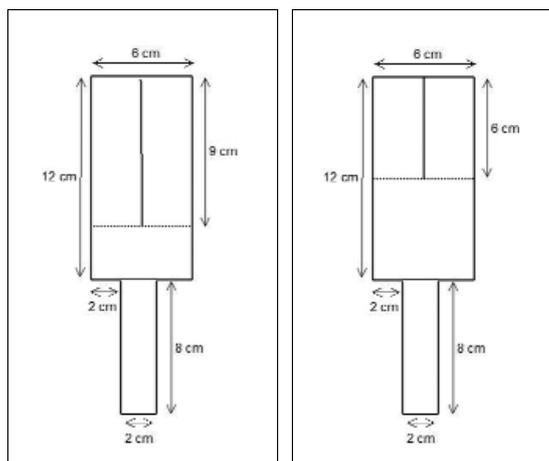
Was ist passiert? Was hast du beobachtet?

Auswertung

Erkläre die Beobachtungen! War die Hypothese richtig? Wurden Fehler gemacht?

Zusatzaufgabe

Flügel Früchte verschiedener Baumarten verhalten sich im Flug zu Boden wie ein Wirbelflieger. Finde heraus, welche Baumarten Flügel Früchte bilden und welchem Zweck sie dienen. Zeichne verschiedene Flügel Früchte in das Protokoll.



Flug 5: Papiergleiter

Fragestellung

Wie fliegt der Gleiter, wenn eine Steuerklappe „hoch“, die andere „herunter“ gestellt wird?

Hypothese

Was wird geschehen? Begründe die Vermutung!

Material

1 Blatt Papier (DIN-A4), 1 Schere

Durchführung

1. Bastle aus einem Blatt Papier (DIN-A4) einen Papierflieger wie auf den Fotos angegeben.
2. Schneide mit der Schere zwei Steuerklappen in die Flügel, etwa 1,5 cm tief und 4 cm breit.
3. Knicke eine Steuerklappe nach oben und eine nach unten.

Beobachtung

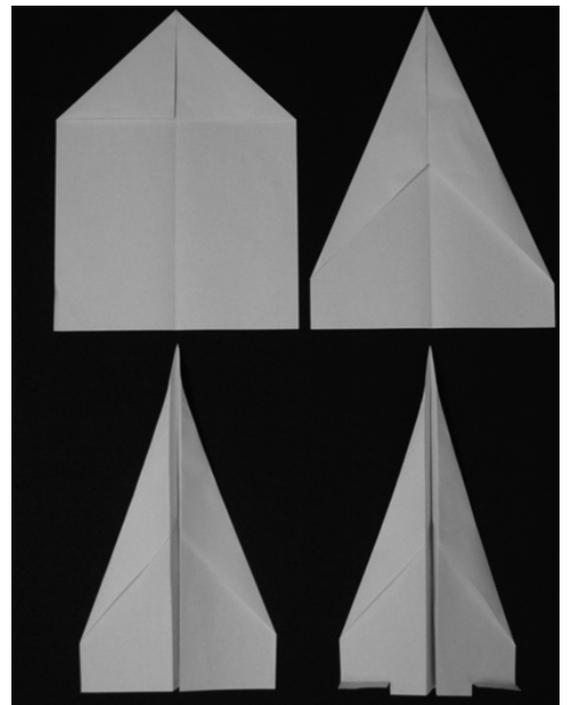
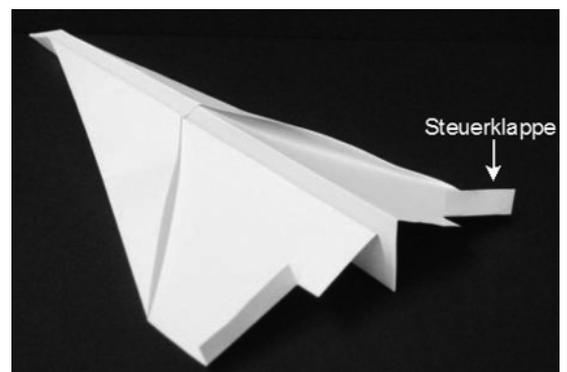
Was ist passiert? Was hast du beobachtet?

Auswertung

Erkläre die Beobachtungen! War die Hypothese richtig? Wurden Fehler gemacht?

Zusatzaufgaben

1. Wiederhole den Versuch mit unterschiedlichen Steuerklappen-Anordnungen und beschreibe das Flugverhalten.
2. Flugzeuge werden mit drei verschiedenen Steuerklappen gesteuert, die Ruder genannt werden. Finde heraus, wie sie heißen.



Flug 6: Flugwettbewerb

Fragestellung

Baue einen leichten, schweren, kleinen und großen Papierflieger.

Finde heraus, welcher Papierflieger am weitesten gleitet!

Hypothese

Was wird geschehen? Begründe die Vermutung!

Material

3 Blatt Papier (DIN-A4), 3 Blatt Papier (DIN-A3), 1 Schere, 1 Klebestift, 1 Digitalwaage (auf dem Materialtisch)

Durchführung

1. Bastle vier Papierflieger wie auf den Fotos angegeben.
Flieger 1: 1 DIN-A4-Bogen
Flieger 2: 2 übereinander geklebte DIN-A4-Bögen
Flieger 3: 1 DIN-A3-Bogen
Flieger 4: 2 übereinander geklebte DIN-A3-Bögen
2. Bestimme das Gewicht der vier Papierflieger.
3. Lasse die Flieger mehrmals von einem erhöhten Punkt aus gleiten.
4. Beachte, dass Wurfhöhe und Wurfkraft möglichst immer gleich sind.
5. Bestimme die Flugweiten. Errechne für jeden Flieger den Mittelwert.

Beobachtung

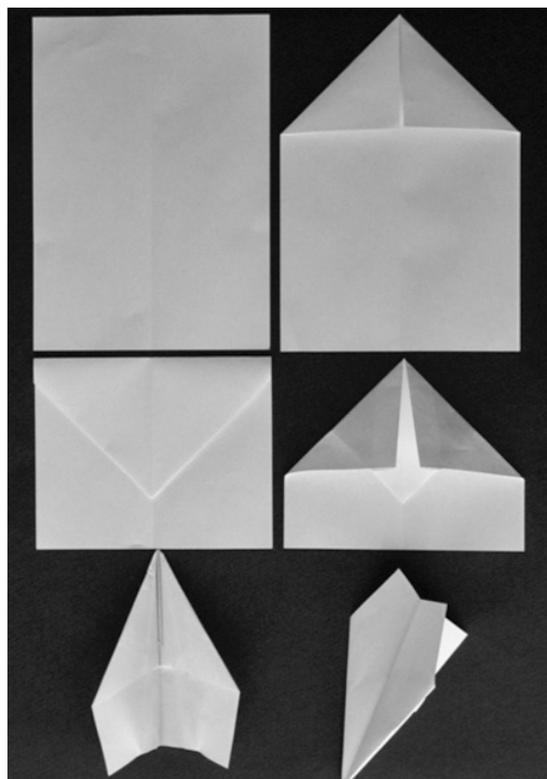
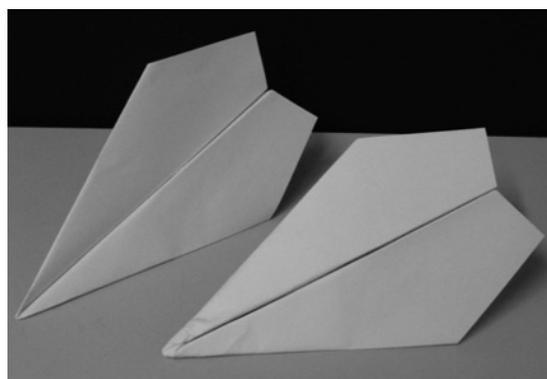
Was ist passiert? Was hast du gemessen?

Auswertung

Erkläre die Beobachtungen! War die Hypothese richtig? Wurden Fehler gemacht?

Zusatzaufgabe

Warum ist es wichtig, dass die Papierflieger im Versuch nach derselben Bauanleitung gebaut werden?



Flug 7: Feder in Glasröhre

Fragestellung

Kann eine Daunenfeder im Aufwind fliegen?

Hypothese

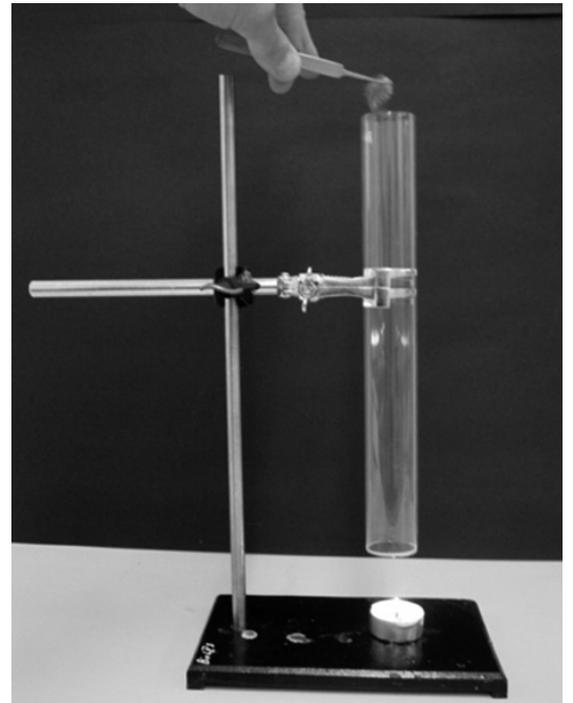
Was wird geschehen? Begründe die Vermutung!

Material

1 Stativ, 1 Doppelmuffe, 1 Stativklemme, 1 Glasrohr,
1 Pinzette, Daunenfedern, 1 Teelicht, 1 Feuerzeug

Durchführung

1. Spanne ein Glasrohr in ein Stativ ein.
2. Stelle unter das Glasrohr ein Teelicht. Der Abstand zwischen Glasrohr und Teelicht sollte 6 cm betragen.
3. Zünde das Teelicht an.
4. Halte mit einer Pinzette eine kleine Daunenfeder oben in das Glasrohr und lasse sie dann los.
5. Achte darauf, dass die Feder nicht anbrennt!
6. Führe den Versuch mehrfach durch.



Beobachtung

Was ist passiert? Was hast du beobachtet?

Auswertung

Erkläre die Beobachtungen! War die Hypothese richtig?
Wurden Fehler gemacht?

Zusatzaufgabe

Ein Vogel hat neben der Daunenfeder noch drei weitere Federnarten. Finde heraus, wie sie heißen und welche Funktion sie haben.

Flug 8: Vogelfeder und Papierfeder

Fragestellung

Ist eine Vogelfeder oder eine Papierfeder leichter?

Hypothese

Was wird geschehen? Begründe die Vermutung!

Material

1 große Vogelfeder, 1 Blatt kariertes Papier (DIN-A4),
1 Schere, 1 Digitalwaage (auf dem Materialtisch)

Durchführung

1. Lege die Vogelfeder auf ein Blatt kariertes Papier und fahre den Umriss mit einem Stift nach.
2. Schneide die gezeichnete Papierfeder aus.
3. Wiege die Vogelfeder und die Papierfeder.
4. Schneide von der schwereren Feder so viel ab, dass beide Federn das gleiche Gewicht haben.
5. Bestimme die abgeschnittene Fläche in Kästchen.



Beobachtung

Was ist passiert? Was hast du gemessen?

Auswertung

Erkläre die Beobachtungen! War die Hypothese richtig?
Wurden Fehler gemacht?

Zusatzaufgabe

Überlege Fragestellungen für Versuche, um weitere Eigenschaften einer Vogelfeder zu entdecken.

Flug 1 - 8: Lösungskarten

Luft 1: Kerze im Trinkglas

Fragestellung

Ein brennendes Teelicht schwimmt auf der Wasseroberfläche. Was passiert, wenn man ein Glas darüber stülpt?

Beobachtung

Das Teelicht wird zu Boden gedrückt. Es ist kein Wasser im Trinkglas. Nach dem Erlöschen der Kerze strömt Wasser in das Trinkglas. Das Teelicht schwimmt wieder.

Auswertung

Die Kerze wird angezündet und erhitzt die Luft. Diese dehnt sich aus und etwas Luft entweicht aus dem Glas. Im Glas entsteht ein Überdruck. Wenn die Kerze erlischt, zieht sich die abkühlende Luft im Glas wieder zusammen und es entsteht ein Unterdruck. Der Außendruck drückt nun das Wasser in das Glas.

Zusatzinformation

Kerzenwachs ist wie alle Wachse ein Gemisch aus verschiedenen Stoffen, die hauptsächlich aus den Atomen von Kohlenstoff (= C) und Wasserstoff (= H) bestehen. Beide verbrennen mit dem Luft-Sauerstoff (= O₂). Kohlenstoff verbrennt zu gasförmigen Kohlenstoffdioxid (= CO₂), Wasserstoff zu Wasser (= H₂O).

Luft 2: Ballonwaage

Fragestellung

Wie verändert sich die Ballonwaage, wenn man die Luft aus einem Ballon herauslässt?

Beobachtung

Der Stab neigt sich zu der Seite mit dem aufgeblasenen Luftballon.

Auswertung

Der Ballon, aus dem die Luft entwichen ist, hat an Masse verloren. Dies zeigt: Luft hat ein Gewicht.

Zusatzinformation

Luft hat ein **Gewicht**. Bei null Grad Celsius wiegt ein Liter Luft 1,29 g, bei Raumtemperatur (etwa 21°C) 1,2 g. Die Gewichtsabnahme lässt sich damit erklären, dass sich die Luft, wie jeder andere Stoff auch, bei Erwärmung ausdehnt.

Luft 3: Geheimnisvoller Luftstrom

Fragestellung

Zwischen Mund und brennendem Teelicht steht eine Flasche. Was passiert, wenn man auf die Flasche pustet?

Beobachtung

Man kann die Kerze hinter der Flasche auspusten.

Auswertung

Strömende Gase folgen gekrümmten Oberflächen, solange die Krümmung der Oberfläche nicht zu stark ist. Dies wird Umlenkeffekt oder Coanda-Effekt genannt.

Zusatzinformation

Der so genannte Coanda-Effekt wurde von dem rumänischen Luftfahrttechniker Henri Coanda (1885-1972) entdeckt. Er konnte ihn jedoch nicht erklären. Im Prinzip geschieht jedoch nicht viel mehr, als dass die ankommende Luft diejenige an der Krümmung verdrängt und den so entstandenen Raum dann selbst ausfüllt.

Der Coanda-Effekt spielt – wie auch das Bernoulli-Prinzip – beim Fliegen eine wichtige Rolle.

Luft 4: Unsichtbar und doch da!

Fragestellung

Lässt sich der Gefrierbeutel aus dem Glas herausziehen?

Beobachtung

Man kann den Gefrierbeutel nur ganz wenig herausziehen.

Auswertung

Wird der Beutel herausgezogen, so fällt der Innendruck im Raum zwischen Beutel und Glaswand, weil jetzt hier mehr Raum für die Luft verfügbar ist. Der Außendruck bleibt gleich, wird aber gegenüber dem Innendruck höher. Gegen den relativ höheren Außendruck kann man den Beutel kaum herausziehen.

Zusatzinformation

Unter Innendruck versteht man den Eigendruck, den ein Stoff (Luft) oder ein System (Glas + Luft + Gefrierbeutel) auf seine Umgebung ausübt und eine Ausdehnung seiner selbst anstrebt. Der Gegenspieler eines Innendrucks ist der Außendruck, also der Druck, der von außen auf das System (Glas + Luft + Gefrierbeutel) einwirkt und dessen Verdichtung anstrebt.

Luft 5: Papier im Trinkglas

Fragestellung

Kann man ein Papierknäuel unter Wasser drücken, ohne dass es nass wird?

Beobachtung

Es kommt kein Wasser in das Glas und das Papierknäuel wird nicht nass.

Auswertung

Luft ist ein Körper. Es füllt das Glas vollständig aus. Dort wo Luft ist, kann kein Wasser sein.

Zusatzinformation

In der Physik ist ein Körper, was Masse hat und Raum einnimmt. Ein Stück Holz, das Wasser in einem Glas oder die Luft in einem Luftballon sind Körper. Körper unterscheiden sich voneinander durch ihre Eigenschaften: Ein Holzstück hat eine bestimmte Form und eine bestimmte Farbe, es ist brennbar und fest. Das Wasser in einem Glas ist durchsichtig und flüssig, die Luft in einem Luftballon hat die Form des Luftballons und ist gasförmig. Die Eigenschaft eines Körpers, fest, flüssig oder gasförmig zu sein, nennt man seinen Aggregatzustand.

Luft 6: Bierdeckeltrick

Fragestellung

**Ein mit Wasser gefülltes Trinkglas wird mit einem Bierdeckel abgedeckt.
Was passiert, wenn man das Trinkglas mit Bierdeckel umdreht?**

Beobachtung

Wenn man das Glas mit dem Bierdeckel umdreht, bleibt der Bierdeckel am Glas haften und das Wasser fließt nicht heraus.

Auswertung

Dreht man das halb gefüllte Glas um, läuft ein kleines bisschen Wasser heraus. Es strömt jedoch keine Luft in das Glas. So entsteht im Glas ein kleiner Unterdruck gegenüber dem Luftdruck außen. Der relativ höhere Außendruck drückt den Bierdeckel gegen das Glas.

Zusatzinformation

Luftdruck entsteht durch die Gewichtskraft der Luftsäule, die auf der Erdoberfläche oder einem auf ihr befindlichen Körper (wassergefülltes Glas + Wasser + Bierdeckel) steht. Der mittlere Luftdruck der Atmosphäre beträgt auf Meereshöhe 1013 hPa.

Bei diesem Experiment spielt auch die Oberflächenspannung des Wassers eine Rolle: Sie verhindert, dass das Wasser durch den dünnen Spalt zwischen Bierdeckel und Glasrand herauslaufen kann.

Luft 7: Luftballon im Weltraum

Fragestellung

Finde heraus, wie ein schlaff aufgeblasener Luftballon im Weltraum aussieht - also dort, wo keine Luft ist!

Beobachtung

Der Luftballon wird größer. Die Luft im Ballon dehnt sich aus.

Auswertung

Aus der Weinflasche wird Luft herausgepumpt. Je mehr man abgepumpt hat, desto geringer ist der Luftdruck innerhalb des Gefäßes. Die Luftteilchen im Inneren des Luftballons dehnen sich aus und vergrößern den Ballon.

Zusatzinformation

Die Vakuumpumpe kann nur ein Teilvakuum erzeugen. In einer fast luftleeren Flasche könnte man den Effekt noch deutlicher sehen.

Auch wenn Vakuum vom lateinischen Wort "vacuus" für "leer" abstammt, so ist es doch in der Realität niemals ein vollständiges "Nichts". Selbst im Vakuum des Universums herrscht keine vollständige Leere.

Luft 8: Zeitungstrick

Fragestellung

Ein Frühstücksbrettchen liegt auf einem Tisch an der Kante und wird von einer Zeitung bedeckt. Lässt sich die Zeitung mit dem Frühstücksbrettchen vom Tisch schlagen?

Beobachtung

Das Frühstücksbrettchen bewegt sich kaum. Wenn man zu fest zuschlägt, kann man sich wehtun.

Auswertung

Beim Schlag wird das Frühstücksbrettchen ein wenig angehoben. In dem sich bildenden Raum zwischen Brett, Zeitung und Tischplatte kann die Luft nicht schnell genug nachströmen. Dadurch entsteht hier ein Unterdruck. Der Luftdruck außen drückt das Frühstücksbrettchen von oben auf den Tisch.

Zusatzinformation

Luftdruck entsteht durch die Gewichtskraft der Luftsäule, die auf der Erdoberfläche oder einem auf ihr befindlichen Körper (wassergefülltes Glas + Wasser + Bierdeckel) steht. Der mittlere Luftdruck der Atmosphäre beträgt auf Meereshöhe 1013 hPa.

Flug 1: Magischer Luftzug

Fragestellung

Was wird geschehen, wenn du kräftig zwischen zwei Papierstreifen pustest?

Beobachtung

Die Papierstreifen rücken zusammen, wenn man zwischen beide pustet.

Auswertung

Zwischen den Papierstreifen entsteht durch den Luftstrom nach dem Bernoulli-Prinzip ein Unterdruck. Der normale Luftdruck drückt von außen die Papierstreifen zusammen.

Zusatzinformation

Kurz formuliert lautet das Bernoulli-Effekt: „Schnell strömende Luft erzeugt Unterdruck“. Das Bernoulli-Prinzip spielt – wie auch der Coanda-Effekt – beim Fliegen eine wichtige Rolle.

Flug 2: Tragfläche im Luftstrom

Wie verhält sich die selbstgebaute Tragfläche im Luftstrom?

Beobachtung

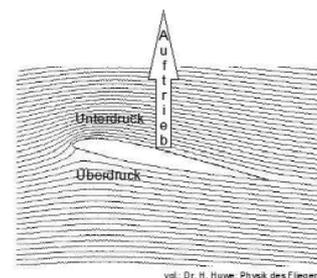
Bewegt man die selbstgebaute Tragfläche schnell durch die Luft, bewegt sie sich aufwärts.

Auswertung

Die selbstgebaute Tragfläche hat ein Profil wie eine Flugzeugtragfläche und erfährt wie diese Auftrieb.

Zusatzinformation

Wird ein Flügel von Luft umströmt, bildet sich auf der Oberseite ein Unterdruck und auf der Unterseite ein Überdruck. Durch diesen Druckunterschied entsteht Auftrieb. Die Auftriebskraft drückt den Flügel senkrecht nach oben aus der Strömungsrichtung heraus. Die unterschiedlichen Druckverhältnisse kommen dadurch zustande, dass durch die Flügelform die Luft unterschiedlich stark am Profil beschleunigt wird.



vgl. Dr. H. Hove: Physik des Fliegens

Flug 3: Schwebende Kugel

Fragestellung

Welche Styroporkugel fliegt am höchsten?

Beobachtung

Die kleinste Styroporkugel schwebt am höchsten, dann die mittlere und am niedrigsten schwebt die größte Styroporkugel.

Auswertung

Der Luftstrom treibt die Kugeln entgegen der Schwerkraft in die Höhe. Die kleine Styroporkugel hat das geringste Gewicht und fliegt deshalb am höchsten.

Zusatzinformation

Warum bleibt die Styroporkugel im Luftstrom und fällt nicht heraus? Dies liegt am Bernoulli-Prinzip. Dieses lautet kurz formuliert „Schnell strömende Luft erzeugt Unterdruck“. Da die Luft im Luftstrahl schnell strömt, herrscht dort ein Unterdruck. Außerhalb des Luftstrahls bewegt sich die Luft nicht. Dort herrscht der normale Druck und der ist höher als der im Luftstrom selbst. So wird die Styroporkugel von außen immer wieder in die Bahn zurückgedrückt.

Flug 4: Wirbelflieger

Fragestellung

Baue einen Wirbelflieger mit großen und einen mit kleinen Tragflügeln.
Welcher Wirbelflieger erreicht zuerst den Boden?

Beobachtung

Nach kurzem Sturzflug geht der Wirbelflieger in eine Drehbewegung über. Der Wirbelflieger mit den größeren Tragflächen wirbelt langsamer zu Boden.

Auswertung

Der Wirbelflieger mit den kleineren Tragflächen hat einen geringeren Luftwiderstand und fällt deshalb sehr rasch zu Boden.

Zusatzinformation

Flügel Früchte verschiedener Baumarten (Ahorn, Linde, Esche etc.) verhalten sich im Flug zu Boden wie ein Wirbelflieger. Sie erzeugen Auftrieb durch Autorotation. Als Massenschwerpunkt dient dem Samen in der Natur ein Kern. Der hier vorgestellte Wirbelflieger benutzt hierfür eine Büroklammer.

Flug 5: Papiergleiter

Fragestellung

Wie bewegt sich der Gleiter, wenn eine Steuerklappe „hoch“, die andere „herunter“ gestellt wird?

Beobachtung

Wenn eine Steuerklappe „hoch“, die andere „herunter“ steht, dreht sich der Gleiter um seine Längsachse. Dies nennt ein Pilot „Rollen“.

Auswertung

Die Steuerklappe, die „hoch“ steht, verringert den Auftrieb. Auf dieser Seite sinkt der Gleiter. Die Steuerklappe, die „herunter“ steht, erhöht den Auftrieb. Auf dieser Seite hebt sich der Gleiter.

Zusatzinformation

Woran liegt es, dass ein Papiergleiter mehr oder weniger sanft zu Boden gleitet, statt wie ein Blatt Papier unkontrolliert zu Boden zu taumeln? Das Geheimnis liegt an der Faltung. Durch geschicktes Falten des Papiers kommt ein größerer Teil des Gewichtes an die Spitze des Fliegers. Das Gewicht zieht ihn nach unten. Der mittlere und hintere Teil wirkt als Flügel und stabilisiert die Richtung.

Flug 6: Flugwettbewerb

Fragestellung

Baue einen leichten, schweren, kleinen und großen Papierflieger. Finde heraus, welcher Papierflieger am weitesten gleitet!

Beobachtung

Flieger 3 kann am weitesten fliegen.
[Die Flugweiten bitte in einer Tabelle angeben!]

Auswertung

Die Weite des Gleitflugs hängt vom Gewicht und von der Größe der Flügel ab. Der Flieger mit der größten Flügelfläche und relativ geringem Gewicht (Flieger 3) kann am weitesten gleiten.

Zusatzinformation

Hier einige Papierflugzeug Rekorde: Weitester Flug 58,82 Meter (Tony Fletch, La Crosse Centre, 1985); längste Flugdauer 27,6 Sekunden (Ken Blackburn, Georgia Dome, 1998); größte Spannweite eines Papierflugzeug 1,97 Meter (gebaut an der Technischen Universität Delft).

Flug 7: Feder in Glasröhre

Fragestellung

Kann eine Daunenfeder im Aufwind fliegen?

Beobachtung

Die Daunenfeder fällt nicht direkt auf die Kerze, sondern schwebt im Glasrohr.

Auswertung

Von der brennenden Kerze steigt warme Luft auf. Diese warme Luft hält die Daunenfeder im Glasrohr.

Zusatzinformation

Nur Vögel haben Federn. Federn sind leichte und doch widerstandsfähige Gebilde aus Keratin. Keratin (von griechisch keratos = Horn) ist ein Protein, das der Feder sowohl Elastizität wie Stabilität verleiht. Haare oder Fingernägel von Menschen bestehen auch aus Keratin. Wenn eine Feder verbrennt, erinnert deshalb der Geruch an verbrannte Haare.

Flug 8: Vogelfeder und Papierfeder

Fragestellung

Ist die Vogelfeder oder die Papierfeder leichter?

Beobachtung

Die Vogelfeder ist leichter als eine gleichgroße Feder aus Papier.

Beispiel: Eine Steuerfeder wiegt z.B. etwa 0,13 g, die gleich große Papierfeder 0,25 g.

Beide Federn sind gleich schwer, wenn man von der Papierfeder etwa die Hälfte abschneidet. [Zahl der Kästchen gehört in das Protokoll!]

Auswertung

Vogelfedern sind ein Wunderwerk der Evolution: Sie sind farbenprächtig, leicht und doch äußerst stabil.

Zusatzinformation

Wenn man eine Feder in die Hand nimmt, hält man sie fast immer an der Spule. Die Spule heißt weiter zur Federspitze Schaft. Links und rechts vom Schaft sind die Fahnen, die oft schön gefärbt sind. Mit einer guten Lupe erkennt man, wie kompliziert Federn aufgebaut sind. Die Fahne wird durch kleine Federäste gebildet. Winzige Häkchen halten die einzelnen Federäste zusammen.

Lösungshinweise zu den Zusatzaufgaben

Zusatzaufgabe Luft I: Geisterflasche

Warum darf man keine Spraydosen ins Feuer werfen?

Lösung: Hier sind die Verhältnisse genau umgekehrt: Das Gasvolumen in der Spraydose vergrößert sich infolge der Erwärmung. Die Spraydose würde explodieren.

Eine Spraydose gehört - wie andere Gefahrenstoffe auch - selbstverständlich nicht ins Feuer, sondern in den Hausmüll.

Zusatzaufgabe Luft II: Bockige Spritzen

Die mit Luft gefüllte Spritze wird warm, wenn man den Versuch oft durchführt! Wo kommt dieses Phänomen im Alltag vor?

Lösung: Wer schon mal einen Plattfuß am Fahrrad hatte, der weiß, dass eine Luftpumpe sehr warm wird. Hier wird Luft komprimiert und erwärmt sich dabei. Dies passiert auch in der Spritze.

Zusatzaufgabe Luft 1: Kerze im Trinkglas

In einigen Experimentalanleitungen steht, dass man mit diesem Versuch nachweisen kann, wie viel Sauerstoff im Trinkglas verbraucht wurde. Finde Gründe, warum dies nur sehr ungenau möglich ist.

Lösung: a) Heißluft kann unkontrolliert entweichen; b) die Kerze kann ausgehen, bevor aller Sauerstoff "verbraucht" ist; c) „Abgase“ der Kerzenflamme sind neu hinzugekommen.

Zusatzaufgabe Luft 2: Ballonwaage

Überlege dir einen Versuch, um das Gewicht von Luft zu bestimmen.

Lösung: Vakuumbbeutel oder Glaskolben mit Luft wiegen; anschließend Luft aus dem Beutel bzw. Kolben evakuieren (mit Wasserstrahlpumpe oder Vakuumpumpe) und erneut wiegen.

Zusatzaufgabe Luft 3: Geheimnisvoller Luftstrom

Führe einen Heimversuch durch, ob du den obigen Effekt auch bei Flüssigkeiten beob-

achten kannst. Halte dazu einen kleinen „Ball“ (Löffel, Zitrone, Ei) in einen Wasserstrahl.

Lösung: Den Coanda-Effekt kann man auch bei Flüssigkeiten beobachten. Man kann gut erkennen, wie das Wasser an einer runden Form entlang läuft.

Zusatzaufgabe Luft 4: Unsichtbar und doch da!

Verändert sich das Versuchsergebnis, wenn der Gefrierbeutel im Glas ein Loch hat?

Lösung: Wenn in der Tüte ein Loch ist, kann Luft in das Glas nachströmen. Der Innendruck wird deshalb stets mit dem Außendruck ausgeglichen. Nun lässt sich der Beutel recht leicht herausziehen. Je größer das Loch, desto leichter.

Zusatzaufgabe Luft 5: Papier im Trinkglas

Informiere dich über Taucherglocken und deren Verwendung.

Lösung: Die Taucherglocke ist ein Behälter, der mit Luft gefüllt ist und durch sein Gewicht – trotz der Luft im Inneren – im Wasser nicht aufschwimmt, sondern absinkt. Sie ermöglicht es, sich längere Zeit unter Wasser aufzuhalten und dort beispielsweise Arbeiten auszuführen. Man unterscheidet verschiedene Arten von Taucherglocken:

Offene Taucherglocke: Ein unten offener Holz- oder Metallkasten hängt an einer Eisenkette oder einem Stahlseil. Beim Absenken des Kastens im Wasser wird die Luftblase im Inneren durch den Wasserdruck so weit zusammengepresst, bis der Wasserdruck und der Luftdruck in der Blase gleich sind.

Geschlossene Taucherglocke: Sie dient vorrangig als Tauchertransportmittel beim Sättigungstauchen, bei dem die Taucher bereits an der Oberfläche auf den Umgebungsdruck in der Arbeitstiefe gebracht werden und längere Zeit unter diesem Druck leben. Sie müssen unter Erhaltung des Drucks in die Tiefe gebracht werden. Hierzu dient die geschlossene Taucherglocke.

Zusatzaufgabe Luft 6: Bierdeckeltrick

Funktioniert der Bierdeckeltrick auch, wenn man das Trinkglas schräg hält?

Lösung: Ein gewöhnlicher Bierdeckel haftet so stark am Trinkglas, dass man es sogar schief halten kann. Am sichersten ist es jedoch, wenn man das Glas senkrecht hält: Dann ist der Druck rund um die Trinköffnung gleich und das Wasser kann nicht auslaufen. Hält man das Glas jedoch schief, dann lastet auf einer Seite ein höherer Druck. Nutzt man anstelle des Bierdeckels eine glatte Postkarte, kann es leicht passieren, dass das Wasser dann ausläuft.

**Zusatzaufgabe Luft 7: Luftballon im Welt-
raum**

Eignet sich ein Schokokuss für ein Picknick im Weltraum?

Lösung: Nein, er eignet sich nicht. Der Schokokuss besteht überwiegend aus Luft, die vom Eischnee (Eiweiß und Zucker) eingeschlossen wird. Sobald der Außendruck fällt, dehnt die Luft in den Schaumporen die einhüllende Eischneehaut aus. Der Schokokuss wächst. Dabei können die Poren auch platzen, so dass die Luft aus ihnen entweicht. Die im Schokokuss eingeschlossene Luft dehnt sich mit absinkendem Außendruck aus. Der Schokokuss würde im Weltall geradezu „explodieren“.

Zusatzaufgabe Luft 8: Zeitungstrick

Was passiert, wenn man statt der Zeitung ein DIN-A4 Blatt nimmt?

Lösung: Verwendet man ein DIN-A4 Blatt, gelangt leichter Luft unter das Frühstücksbrettchen. Das führt dann dazu, dass das Frühstücksbrettchen heruntergeschlagen werden kann.

Zusatzaufgabe Flug 1: Magischer Luftzug

Bei einfahrenden U-Bahnen und S-Bahnen tritt der im Versuch beobachtete Effekt ebenfalls auf. Erkläre.

Lösung: Nicht ohne Grund wird in Bahnhöfen vor einfahrenden Zügen gewarnt: "Achtung, Achtung, Vorsicht an der Bahnsteigkante". Wenn ein Zug schnell an einem Passagier vorbei fährt, strömt die Luft zwischen Zug und Körper schnell hindurch. Dabei entsteht ein Unterdruck, der den

Passagier in Richtung Zug saugt. Der Effekt tritt auch auf, wenn ein Radfahrer von einem schnell fahrenden Lastwagen überholt wird.

**Zusatzaufgabe Flug 2: Tragfläche im Luft-
strom**

Rennwagen haben Heckflügel. Gebaut sind Heckflügel wie um 180° gedrehte Flügel. Finde dafür eine Erklärung.

Lösung: Heckflügel sorgen für Abtrieb, um den Druck auf die Antriebsräder zu verstärken.

Zusatzaufgabe Flug 3: Schwebende Kugel

Lasse mehrere Bälle gleichzeitig schweben! Den kleinsten setzt du zuerst in den Luftstrom. Mit ein bisschen Geduld schweben gleich mehrere Bälle wie durch Zauberei!

Zusatzaufgabe Flug 4: Wirbelflieger

Flügel Früchte verschiedener Baumarten verhalten sich im Flug zu Boden wie ein Wirbelflieger. Finde heraus, welche Baumarten Flügel Früchte bilden und welchem Zweck sie dienen. Zeichne verschiedene Flügel Früchte in das Protokoll.

Lösung: Flügel Früchte bilden Esche, Linde und Ahorn. Die Früchte sind mit einem oder mehreren flügelähnlichen Anhängseln ausgestattet, damit die Samen möglichst weit getragen werden.

Zusatzaufgabe Flug 5: Papiergleiter

1. Wiederhole den Versuch mit unterschiedlichen Steuerklappen-Anordnungen und beschreibe das Flugverhalten.

Lösung: Wenn beide Steuerklappen „hoch“ stehen, wird der Gleiter zunächst aufzusteigen versuchen, ehe er zu Boden stürzt. (Man muss kräftig werfen!) Stehen beide Steuerklappen „herunter“, stürzt der Gleiter direkt zu Boden.

2. Flugzeuge werden mit drei verschiedenen Steuerklappen gesteuert, die Ruder genannt werden. Finde heraus, wie sie heißen.

Lösung: Querruder (liegt im Experiment vor), Seitenruder und Höhenruder (wird in der Zusatzaufgabe untersucht).

Zusatzaufgabe Flug 6: Flugwettbewerb

Warum ist es wichtig, dass die Papierflieger im Versuch nach derselben Bauanleitung gebaut werden?

Lösung: In diesem Versuch werden die Papiergröße und das Gewicht verändert. Um nun Schlussfolgerungen aus der Veränderung der Größen ziehen zu können, müssen alle verwendeten Flieger exakt nach demselben Bauplan gefaltet werden.

Zusatzaufgabe Flug 8: Vogelfeder und Papierfeder

Überlege Fragestellungen für Versuche, um weitere Eigenschaften einer Vogelfeder zu entdecken.

Lösung: Welches Gewicht kann eine Feder tragen? Schwimmt eine Feder im Wasser? Kann eine Feder nass werden? Ist eine Feder luftdurchlässig?

Zusatzaufgabe Flug 7: Feder in Glasröhre

Ein Vogel hat neben der Daunenfeder noch drei weitere Federnarten. Finde heraus, wie sie heißen und welche Funktion sie haben.

Lösung: Der Vogel hat 4 verschiedene Federnarten: Daunenfeder, Deckfeder, Schwanzfeder und Schwungfeder. Die Daunenfedern halten die Vögel warm. Die Deckfedern halten ebenfalls warm und bilden Körperrumrisse. Mit den Schwanzfedern steuert der Vogel. Die Schwungfedern formen die Flügelflächen.

Experiment: Flaschenrakete

Fragestellung

Wie hoch fliegt deine Flaschenrakete?

Hypothese

Was wird geschehen? Begründe die Vermutung!

Material

PET-Flasche (1,5 Liter), Korken, Karton für die Flossen, Ballventil, scharfes Messer (Cutter), Schere, Klebeband, Stand-Fahrradpumpe

Durchführung

1. Schneide aus einem Pappkarton drei gleich große Flossen aus und befestige diese mithilfe eines Klebebandes an der PET-Flasche.
2. Suche einen Korken, der die Öffnung der Flasche fest verschließt.
3. Halbiere den Korken in der Länge mit dem Messer.
4. Bohre die Spitze des Ballventils durch den Korken.
5. Suche einen geeigneten Start- und Landeplatz.
6. Fülle die Rakete zu einem Drittel mit Wasser, verschließe sie mit dem Korken, schließe die Pumpe an und starte die Rakete.

Vorsicht: Je stärker der Korken abdichtet, desto größer kann der Druck in der Flasche werden! Drücke den Korken am Anfang nicht so fest rein!

Beobachtung

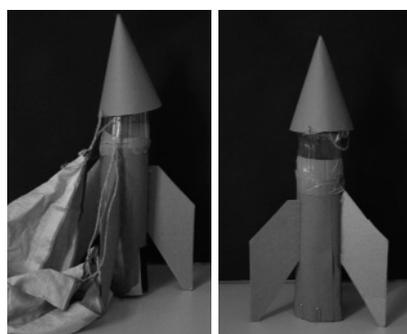
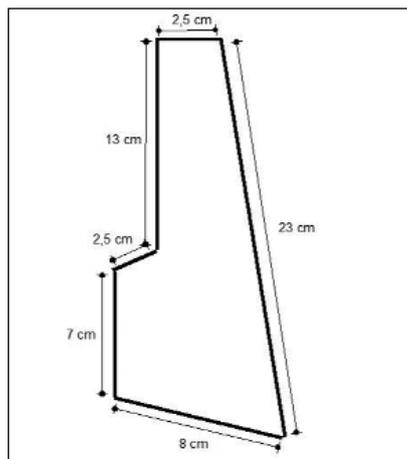
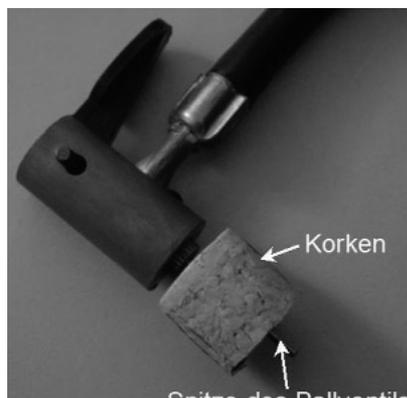
Versuch Nr.	1	2	3	4	5
Flughöhe					

Auswertung

Erkläre die Beobachtungen! War die Hypothese richtig? Wurden Fehler gemacht?

Zusatzaufgabe

Füge eine Spitze aus Pappe hinzu und male deine Flaschenrakete bunt an. Baue einen Fallschirm (Stofftaschentuch unter Spitze) für deine Flaschenrakete.



Experiment: Springbrunnen

Fragestellung

Welchen Weg nimmt das Wasser?

Hypothese

Was wird geschehen? Begründe die Vermutung!

Material

2 große Gläser, 1 Glas mit Deckel, 2 Trinkhalme, Knetmasse, 1 Holzklötz, 1 Plastikwanne (oder Spülbecken)

Durchführung

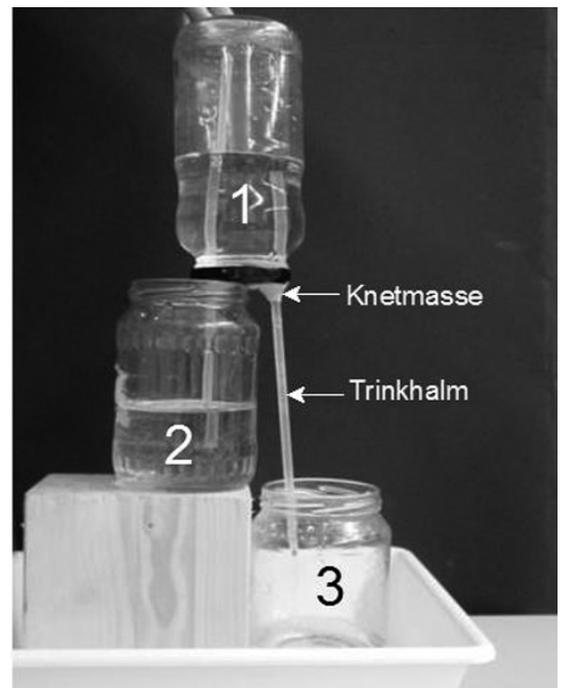
1. Bitte einen Erwachsenen, dir kurz zu helfen: Schlage zwei Löcher in den Deckel eines Marmeladenglases, so dass die Trinkhalme durchpassen.
2. Stecke durch das erste Loch einen Trinkhalm so weit hinein, dass er etwas 8 cm nach innen ragt.
3. Stecke durch das zweite Loch einen Trinkhalm so weit hinein, dass er 2 cm nach innen ragt.
4. Dichte mit Knetgummi die Fugen (zwischen Trinkhalm und Deckel) gut ab.
5. Fülle Glas 1 zur Hälfte mit Wasser. Verschließe es mit dem Deckel.
6. Fülle Glas 2 zu dreiviertel mit Wasser. Glas 3 bleibt leer.
7. Drehe nun das erste Marmeladenglas um und lasse den kurzen Trinkhalm in das zweite Marmeladenglas ragen.

Beobachtung

Halte die Ergebnisse schriftlich, in Skizzen oder Zeichnungen fest.

Auswertung

Erkläre die Beobachtungen! War die Hypothese richtig? Wurden Fehler gemacht?



Experiment: Fallschirm

Fragestellung

Mit oder ohne Öffnung? – Welcher Fallschirm trifft besser?

Hypothese

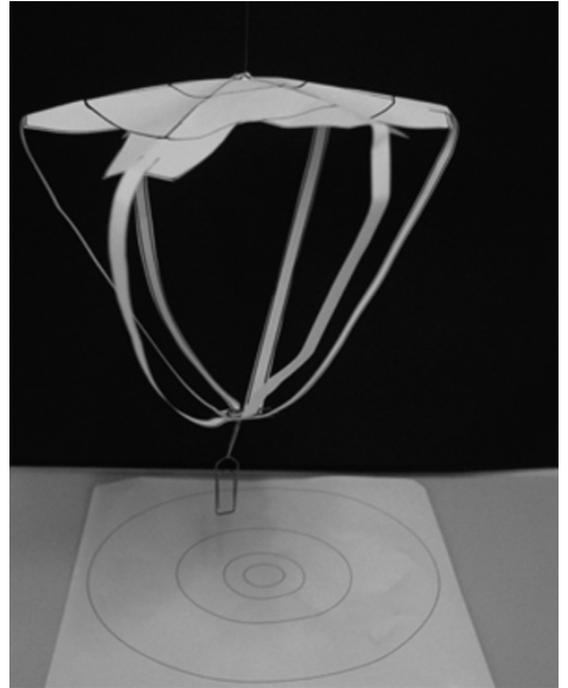
Was wird geschehen? Begründe die Vermutung!

Material

Kopiervorlage „Fallschirm“, 2 Büroklammern, Schere, Bleistift

Durchführung

1. Schneide den Fallschirm und die „Seile“ aus der Vorlage aus.
2. Klebe die „Seile“ an den Fallschirm und füge die freien Enden mit einer Büroklammer zusammen.
3. Füge eine Büroklammer als „Fallschirmspringer“ hinzu.
4. Zeichne eine „Zielscheibe“.
5. Lass den Fallschirm fünfmal aus derselben Höhe (z.B. von einem Stuhl) auf einen Zielpunkt fallen.
6. Schneide eine kleine, etwa erbsengroße Öffnung in die Mitte des Fallschirms und lass ihn erneut fünfmal über demselben Zielpunkt fallen.



Beobachtung

Versuch Nr.	1	2	3	4	5
Fallschirm					
Fallschirm mit Öffnung					

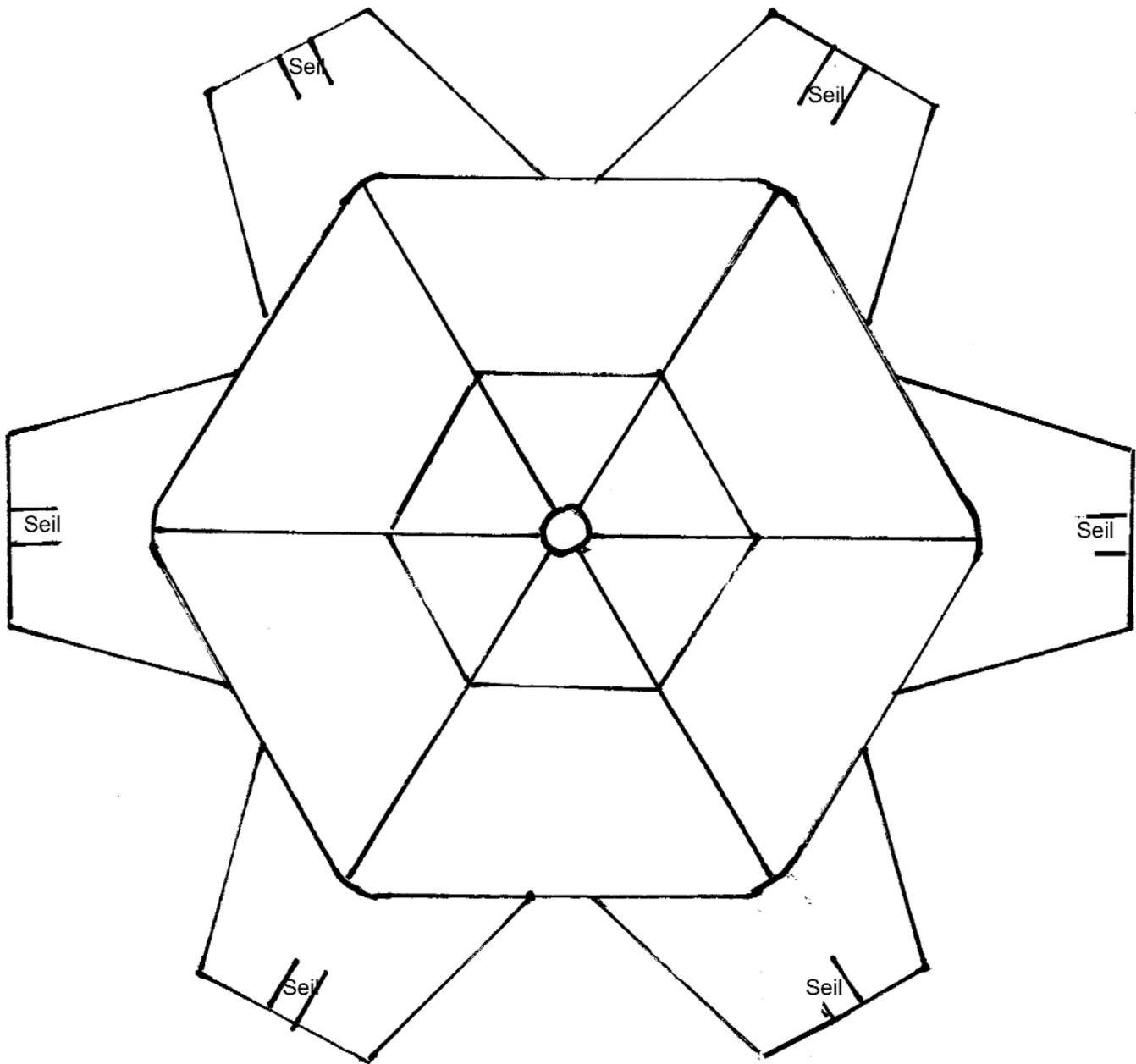
Auswertung

Erkläre die Beobachtungen! War die Hypothese richtig?
Wurden Fehler gemacht?

Zusatzaufgabe

Rundkappenfallschirme - wie oben gebaut - werden heute kaum noch als Personenfallschirme verwendet. Sie weisen ein hohes Verletzungsrisiko auf, da sie schnell sinken und schlecht zu steuern sind. Heute verwendet man Gleitfallschirme. Erkundige dich nach deren Funktionsprinzip.

Vorlage „Fallschirm“



- Seil
- Seil
- Seil
- Seil
- Seil
- Seil

Experiment: Zauberdose

Fragestellung

Was passiert mit der Zauberdose, wenn man sie mit Wasser gießt?

Hypothese

Was wird geschehen? Begründe die Vermutung!

Material

3 Brausetabletten (Multivitamin oder Calcium), 1 Kerze, 1 Blumentopf (ohne Loch) mit Blumenerde, 1 Filmdose, 1 Einmalhandschuh, 2 dickere Gummibänder, 1 Gießkanne mit Wasser, 1 Nagel, Feuerzeug

Durchführung

1. Bitte einen Erwachsenen, dir kurz zu helfen: Halte im Freien mit einer Zange einen Nagel in eine Kerzenflamme und bohre mit dem heißen Nagel etwa 20 Löcher in den Boden der Filmdose.
2. Lege 3 Brausetabletten in die Filmdose.
3. Ziehe den Einmalhandschuh einige Zentimeter über die Dosenöffnung.
4. Schlage den Rand um und befestige ihn mit 2 Gummibändern.
5. Stopfe den gesamten Handschuh vorsichtig in die Dose.
6. Gib etwas Erde in den Blumentopf und stelle die Filmdose darauf.
7. Fülle den Blumentopf nun behutsam mit Blumenerde auf, bis die Filmdose mit dem Handschuh nicht mehr zu sehen ist.
8. Jetzt musst du nur noch deine „Zauberdose“ mit Wasser gießen.



Beobachtung

Halte die Ergebnisse schriftlich, in Skizzen oder Zeichnungen fest.

Auswertung

Erkläre die Beobachtungen! War die Hypothese richtig? Wurden Fehler gemacht?

Experiment: Drehflieger

Fragestellung

In der Natur gibt es verschiedene Formen der Samenverbreitung. Ganz bekannt sind die Flügelfrüchte vom Ahorn. So einen Drehflieger kann man aus Papier bauen. Ein guter Drehflieger rotiert lange in der Luft, bevor er den Boden berührt.

Baue den besten Drehflieger der Klasse!

Material

1 Blatt Papier (DIN-A5), 2 Büroklammern, Klebe, Schere

Durchführung

1. Baue nach der Anleitung einen Drehflieger.
2. Füge zwei Büroklammern als Gewicht an den unteren Teil des Drehfliegers.
3. Führe Flugversuche durch (s. Tabelle).
4. Vergleiche die Flugeigenschaften deines Drehfliegers mit denen deiner Mitschüler.

Beobachtung

Halte die Beobachtungen schriftlich, in Skizzen oder Zeichnungen fest oder notiere sie in einer Tabelle.

	V1	V2	V3	V4	V5
Flugzeit [in sec.]					

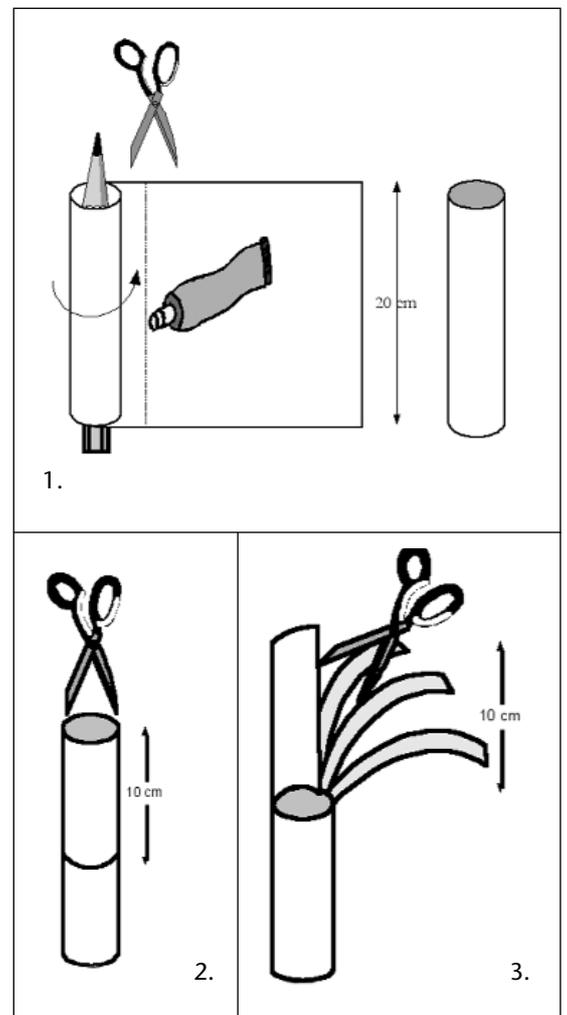
Flugzeit [in sec.]

Auswertung

Erkläre die Beobachtungen!

Zusatzaufgabe

Verändere den Drehflieger so, dass er noch „langsamer“ zu Boden gleitet. Erfinde auch andere Drehflieger.



Experiment: Warme Luft

Warme Luft dehnt sich aus! - Beweise es!

Aufgabe

Plant in der Gruppe ein Experiment, um die Fragestellung zu lösen. Führt dieses Experiment anschließend auch durch.

Material

1 Fön, 1 Ballon, weiteres Material auf Anforderung

Arbeitsteilung in der Gruppe

Teilt in der Gruppe die Funktionen Gruppensprecher, Protokollant und Laborant ein.

Der **Gruppensprecher** leitet die Arbeit der Gruppe. Er darf die Hilfskarten lesen und gibt die Informationen an die Gruppe weiter.

Der **Protokollant** schreibt ein Gruppenprotokoll.

Der **Laborant** ist für Material und Versuchsdurchführung zuständig. Er fertigt eine Skizze vom geplanten Versuch an und fordert mit dieser bei der Lehrkraft Material an.

Hilfskarten

Die Hilfskarten enthalten Hinweise. Auf der **Vorderseite** steht eine Frage oder ein Denkanstoß. Auf der **Rückseite** wird die Frage beantwortet.

Die Hilfskarten bleiben auf dem Lehrerpult. Sie werden in der Reihenfolge der Nummerierung genutzt.

Der Gruppensprecher liest zuerst die **Vorderseite** und teilt die Informationen der Gruppe mit. Gemeinsam wird die Frage beantwortet oder der Denkanstoß diskutiert.

Bei Bedarf liest der Gruppensprecher auch die Antwort auf der **Rückseite**.

Der Protokollant notiert im Protokoll, welche Hilfen die Gruppe verwendet hat.



Warme Luft dehnt sich aus! - Beweise es!

<p>Hilfe 1</p> <p>Erklärt euch gegenseitig die Aufgabe noch einmal mit euren eigenen Worten. Klärt dabei, wie ihr die Aufgabe verstanden habt und was noch unklar ist.</p>	<p>Antwort 1</p> <p>Luft dehnt sich aus, wenn man sie erwärmt. Dies sollen wir beweisen. Dazu haben wir einen Ballon, dessen Innenluft wir mit einem Fön erwärmen können.</p>
<p>Hilfe 2</p> <p>Was kann man am Luftballon beobachten, wenn sich die erwärmte Innenluft ausdehnt?</p>	<p>Antwort 2</p> <p>Das Volumen des Luftballons wird größer. Die Ballonhaut spannt sich.</p>
<p>Hilfe 3</p> <p>Messen und Wiegen sind im Allgemeinen gute Methoden. Kann man sie in diesem Versuch verwenden?</p>	<p>Antwort 3</p> <p>Wiegen: Wenn sich ein Körper durch Erwärmung ausdehnt, nimmt sein „Gewicht“ nicht zu. Messen: Ausdehnung der Ballonhaut vor und nach dem Erwärmen messen.</p>
<p>Hilfe 4.1</p> <p>Wie kann man die Volumenausdehnung bestimmen?</p>	<p>Antwort 4.1</p> <p>Man kann den Umfang des Ballons oder eine Strecke auf dem Ballon vor und nach dem Erwärmen messen!</p>
<p>Hilfe 4.2</p> <p>Wie kann man die Volumenausdehnung mit einem Faden bestimmen?</p>	<p>Antwort 4.2</p> <p>Mit einem Faden kann man den Umfang messen. Dann erwärmt man den Ballon, legt den Faden erneut um den Ballon und vergleicht die Längen.</p>
<p>Hilfe 4.3</p> <p>Wie kann man die Volumenausdehnung mit Stift und Geodreieck bestimmen?</p>	<p>Antwort 4.3</p> <p>Man kann mit Stift und Geodreieck auf den Ballon eine gerade Linie zeichnen. Die Länge wird vor und nach dem Erwärmen gemessen.</p>
<p>Hilfe 5</p> <p>Wie erklärt man die im Versuch gemachten Beobachtungen?</p>	<p>Antwort 5</p> <p>Körper, die erwärmt werden, dehnen sich nach allen Richtungen aus – egal ob sie fest, flüssig oder gasförmig sind. Je stärker der Körper erwärmt wird, desto stärker ist die Bewegung seiner Teilchen und umso mehr Platz brauchen die Teilchen. Das bedeutet, dass sich der Körper ausdehnt.</p>

Experiment: Piratenversuch

Da hat der alte Pirat aber Pech gehabt: Gerade wollte er seine Schatztruhe in Sicherheit bringen, da fiel ihm der Schlüssel zur Truhe auf den Meeresgrund. Könnt ihr ihm helfen, den Schlüssel wieder nach oben zu bekommen? Denkt daran, dass der Pirat den Schlüssel holen soll und Piraten bekanntlich wasserscheu sind.

Bring den Piraten zu seinem Schlüssel, ohne dass er nass wird!

Aufgabe

Plant in der Gruppe ein Experiment, um die Fragestellung zu lösen. Führt dieses Experiment anschließend auch durch.

Material

1 Pirat (= Gummibärchen), 1 Boot (= Teelichtbecher), 1 pneumatische Wanne, weiteres Material auf Anforderung

Arbeitsteilung in der Gruppe

Teilt in der Gruppe die Funktionen Gruppensprecher, Protokollant und Laborant ein.

Der **Gruppensprecher** leitet die Arbeit der Gruppe. Er darf die Hilfskarten lesen und gibt die Informationen an die Gruppe weiter.

Der **Protokollant** schreibt ein Gruppenprotokoll.

Der **Laborant** ist für Material und Versuchsdurchführung zuständig. Er fertigt eine Skizze vom geplanten Versuch an und fordert mit dieser bei der Lehrkraft Material an.

Hilfskarten

Die Hilfskarten enthalten Hinweise. Auf der **Vorderseite** steht eine Frage oder ein Denkanstoß. Auf der **Rückseite** wird die Frage beantwortet.

Die Hilfskarten bleiben auf dem Lehrerpult. Sie werden in der Reihenfolge der Nummerierung genutzt.

Der Gruppensprecher liest zuerst die **Vorderseite** und teilt die Informationen der Gruppe mit. Gemeinsam wird die Frage beantwortet oder der Denkanstoß diskutiert.

Bei Bedarf liest der Gruppensprecher auch die Antwort auf der **Rückseite**.

Der Protokollant notiert im Protokoll, welche Hilfen die Gruppe verwendet hat.



Kommt der Pirat an den Schlüssel, ohne nass zu werden?

<p>Hilfe 1</p> <p>Erklärt euch gegenseitig die Aufgabe noch einmal mit euren eigenen Worten. Klärt dabei, wie ihr die Aufgabe verstanden habt und was noch unklar ist.</p>	<p>Antwort 1</p> <p>Wir sollen den Piraten mit seinem Boot zu seinem Schlüssel auf den Grund des Wasserbeckens bringen. Dabei darf der Pirat nicht nass werden, da er wasserscheu ist.</p>
<p>Hilfe 2</p> <p>Wie gelangen Menschen trocken an den Grund von tiefen Gewässern, ohne nass zu werden?</p>	<p>Antwort 2</p> <p>Mit einem U-Boot oder einer Taucherglocke gelangen Menschen trocken an den Grund von tiefen Gewässern, ohne nass zu werden.</p>
<p>Hilfe 3</p> <p>Welchen Gegenstand kann man in diesem Versuch als Taucherglocke verwenden?</p>	<p>Antwort 3</p> <p>Man kann ein Glas verwenden. Dies wird über das Teelichtboot an der Wasseroberfläche gehalten und dann nach unten gedrückt.</p>
<p>Hilfe 4</p> <p>Nun ist der Pirat samt Boot auf dem Grund des Wasserbeckens. Wie kommt er nun an den Schlüssel?</p>	<p>Antwort 4</p> <p>Man kann unter dem Boot einen Magneten befestigen, an dem der Schlüssel haften bleibt.</p>
<p>Hilfe 5</p> <p>Wie erklärt man die im Versuch gemachten Beobachtungen?</p>	<p>Antwort 5</p> <p>Das leere Glas ist nicht leer, sondern mit Luft gefüllt. Diese Luft bleibt beim Überstülpen im Glas und verdrängt das Wasser. So entsteht im Glas ein luftgefüllter und wasserfreier Raum, in dem der Pirat bis zum Grund des Bodens kommt.</p>

Experiment: Luft in Waschflasche

Fragestellung

Was geschieht, wenn Du in das gebogene Rohr hineinpustest?

Hypothese

Was wird geschehen? Begründe die Vermutung!

Material

4 Waschflaschen mit jeweils zwei verschieden langen Rohren

Durchführung

1. Nimm eine Waschflasche.
2. Entscheide, was geschehen wird.
3. Puste über das gebogene Rohr Luft in die Waschflasche.
4. Beobachte genau, was passiert.
5. Wiederhole diese Schritte mit den anderen Waschflaschen.

Beobachtung

Haltet die Beobachtungen schriftlich, in Skizzen oder Zeichnungen fest.

Auswertung

Erkläre die Beobachtungen! War die Hypothese richtig? Wurden Fehler gemacht?



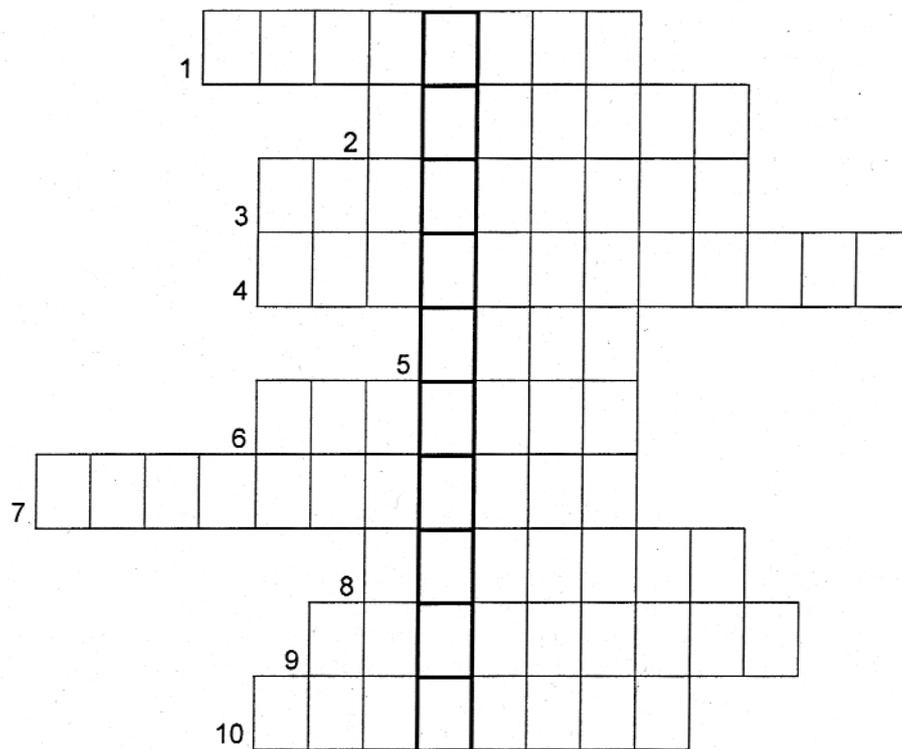
Arbeitsblatt: Flugzeug-TÜV

Flugtag der Klasse:		Gruppe:					Name:					
	Name	Rumpf gerade, parallel	Leitwerk korrekt	Flügel fest, gewinkelt	Gleichgewicht im Schwerpunkt	Verarbeitung sauber, stabil	Flugverhalten	Landung flacher Winkel	Gesamt			
Punkte		0 - 2	0 - 2	0 - 2	0 - 1	0 - 2	0 - 5	0 - 2	16			
1.												
2.												
3.												
4.												
5.												
6.												
7.												
8.												
9.												

Arbeitsblatt: Kreuzworträtsel

waagrecht:

1. Dies braucht ein Flugzeug zur Überwindung der Erdanziehungskraft.
2. Wird in Flugzeugturbinen verbrannt.
3. Flugart eines großen Vogels.
4. Fluggerät, das in der Luft stillstehen kann.
5. Dicke Luft über Großstädten.
6. Wirft man im Ballon ab, um zu steigen
7. Manche Kunstflugzeuge haben zwei davon.
8. Dieser Vogel „fliegt“ nur unter der Wasseroberfläche.
9. Testanlage, in der Luftwiderstand gemessen wird.
10. Diesen Aggregatzustand nimmt Luft an, wenn man sie auf unter 200 Grad Celsius abkühlt.



senkrecht (stark umrandet): Das Lösungswort ist ein wichtiger Bestandteil eines Fallschirms.

Lösungshinweise zum Zusatzmaterial

Flaschenrakete

Die Flaschenrakete fliegt nach dem Rückstoßprinzip und kann 10 – 20 Meter Höhe erreichen.

Durch das im Korken befindliche Ventil presst man mit einer Fahrradpumpe Luft in die Flasche. Wenn der Druck in der Flasche groß genug ist, fliegt der Korken unten raus. Wegen des Wassers kann die Luft aber nicht schlagartig entweichen, sondern muss zuerst das Wasser herausdrücken. Dabei wird so viel Schub „produziert“, dass die Flasche bis zu 20 m hoch steigt.

Springbrunnen

Wasser steigt aus dem Glas 2 über den Trinkhalm nach oben in das Glas 1. Dort sprudelt es aus dem Trinkhalm. Gleichzeitig fließt Wasser über den langen Trinkhalm nach unten in Glas 3. Doch warum? Beim Umdrehen des Glases mit dem Deckel tropft ein wenig Wasser aus den Trinkhalmen. Damit entsteht im Glas 1 ein Unterdruck. Um den Druck auszugleichen, wird das Wasser aus dem mittleren Glas (Glas 2) in das obere Glas gesogen.

Fallschirm

Ein **Fallschirm** vergrößert den Luftwiderstand und verringert deshalb die Fallgeschwindigkeit. Zweck ist, eine Person oder einen Gegenstand aus großer Höhe unversehrt auf den Boden zu bringen.

Beobachtung

Fallschirm ohne Loch: Die Ergebnisse auf der Zielscheibe sind schwer vorhersagbar: Der Fallschirm driftet oft aus dem Zentrum des Kreises ab. Der Luftwiderstand bewirkt Kräfte am Rand des Fallschirms, die ihn leicht gekippt zu Boden gleiten lassen.

Fallschirm mit Loch: Das kleine Loch verursacht einen ruhigeren Fall, weil ein Teil der unter dem Fallschirm strömenden Luft nicht an den Rändern abgelenkt, sondern durch das Loch in der Mitte nach oben entweicht.

Zusatzaufgabe

Moderne Gleitfallschirme verringern das Sinken durch Luftwiderstand und hauptsächlich Auftrieb. Ihr Querprofil entspricht dem einer Flugzeugtragfläche. Der Flächenschirm

ist an der vorderen Kante geöffnet und an der hinteren geschlossen, so dass er von der anströmenden Luft gefüllt wird und sich versteift (selbsterzeugendes Profil). Gleitfallschirme sinken nicht senkrecht zu Boden, sondern können teilweise große horizontale Strecken überwinden. Die rechte und die linke Seite der Hinterkante können getrennt voneinander durch Steuerleinen heruntergezogen und so zur von vorne anströmenden Luft quergestellt werden. Dadurch lässt sich die Vorwärtsfahrt einseitig abbremsen und der Schirm genau steuern. Zur Landung wird die Vorwärtsfahrt durch starkes Herunterziehen beider Kantenteile im Optimalfall auf Null abgebremst. Im Sportbereich werden heute fast ausschließlich Gleitfallschirme verwendet.

Zauberdose

In diesem Versuch gelangt beim Gießen der „Zauberdose“ Wasser durch die Löcher in die Filmdose. Dort reagiert das Wasser mit dem enthaltenen Säuerungsmittel (oft Wein- oder Zitronensäure) und setzt dann aus Natriumhydrogencarbonat (NaHCO_3) Kohlenstoffdioxid (CO_2) frei. Weil dabei aus dem Feststoff (Brausetablette) und der Flüssigkeit (Wasser) mit ihren vergleichsweise geringen Volumina ein großes Gasvolumen entsteht, wird der Handschuh aufgeblasen. Durch den Auftrieb des Gases bricht der Handschuh nach oben durch die Erde und richtet sich auf, denn nach oben hin erfährt das Gas den geringsten Widerstand (dünnste Stelle mit Erde). Wenn die Gasentwicklung aufhört und das Kohlenstoffdioxid aus dem Handschuh über die Löcher in der Filmdose entweicht, fällt die „Zauberdose“ wie verwelkt in sich zusammen.

Drehflieger

Keine Angaben zur Lösung.

Warme Luft

s. Hilfskarten

Neben dem Material werden die Hilfskarten auf dem Lehrertisch ausgelegt. Um ein vorzeitiges Durchsehen der Hilfen zu verhindern, werden die Hilfskarten in der Mitte (gestrichelte Linie) gefaltet und ggf. mit einer Büroklammer geschlossen.

Piratenversuch

s. Hilfskarten

Neben dem Material werden die Hilfskarten auf dem Lehrertisch ausgelegt. Um ein vorzeitiges Durchsehen der Hilfen zu verhindern, werden die Hilfskarten in der Mitte (gestrichelte Linie) gefaltet und ggf. mit einer Büroklammer geschlossen.

Luft in Waschflasche

Beobachtungen:

Flasche 1: Wasser wird in die zweite Röhre gedrückt.

Flasche 2: Im Gefäß steigen Wasserblasen auf. Luft tritt aus der zweiten Röhre aus.

Flasche 4: Im Gefäß steigen Wasserblasen auf. In der zweiten Röhre steigt Wasser auf.

Flasche 4: Luft tritt aus der zweiten Röhre aus.



Flugzeug-TÜV

Den Flugzeug-TÜV kann man nur dann durchführen, wenn die Schülerinnen und Schüler eigene Flugzeuge gebaut haben. Es gibt Bausätze (ca. 4 Euro), aus denen Schülerinnen und Schüler selbstständig Flugzeuge bauen können. Beispiele: Phantomion Jet, Pito-Flieger, Max Bee-Flieger.

Kreuzworträtsel

1. Auftrieb, 2. Kerosin, 3. Gleitflug, 4. Hubschrauber, 5. Smog, 6. Ballast, 7. Tragflaeche, 8. Pinguin, 9. Windkanal, 10. fluessig

Lösungswort: Reissleine

Arbeitsblatt: Bist du ein guter Experimentator?

Teste deine Fähigkeiten, Experimente auszuwerten, Hypothesen zu entwickeln und Experimente zu planen.



1. Drehflieger

Eine Schülergruppe hat im Unterricht Drehflieger gebaut. Nun wollen sie testen, welcher Drehflieger am längsten braucht, bevor er den Boden erreicht. Dazu sind sieben Schüler auf einen Tisch gestiegen. Das Bild wurde unmittelbar vor dem Start aufgenommen.

Wird der Test korrekt durchgeführt?

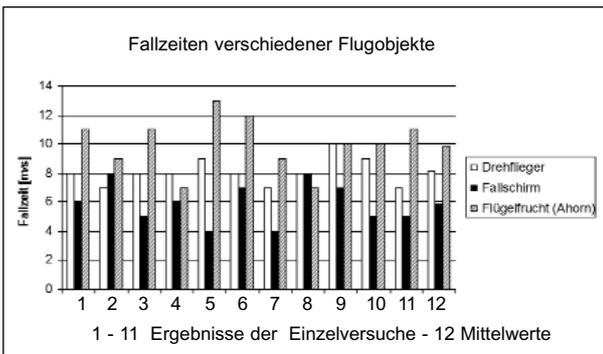


2. Kölner Dom

In der WDR-Sendung Kopfball können Fernsehzuschauer dem „Kopfball-Team“ Fragen schicken, die sie dann beantworten. Zur Beantwortung der Zuschauerfrage, um die es hier geht, musste der Kopfball-Reporter auf die Aussichtsplattform des Kölner Doms in 95 Meter Höhe steigen. Vor dem Aufstieg maß er unten mit einem kleinen Barometer (s. Abb. links) 1006,3 Hektopascal. Oben angekommen waren es nur noch 995,2 Hektopascal.

Gib an, welche Fragestellung der Kopfball-Reporter überprüfen sollte! Formuliere auch mögliche Hypothesen.

Quelle: WDR-Fernsehen



3. Fallzeit verschiedener Flieger

In einer Klasse haben Schülerinnen und Schüler in 11 Gruppen Fallversuche mit selbstgebaute Drehfliegern und Fallschirmen sowie Flügel Früchten (Ahorn) durchgeführt. Die Messwerte sind in dem Diagramm angegeben.

- Gib an, welcher Fragestellung in diesem Experiment nachgegangen wurde?
- Beschreibe die im Diagramm angegebenen Messwerte.
- Werte das Experiment aus.
- Erkläre, warum die einzelnen Messwerte so stark abweichen.

4. Schall

Töne sind Schallwellen. Zupft man die Saite eines Musikinstrumentes an, schwingt sie hin und her. Sie versetzt die Luft um sich herum in Schwingungen. Über die Luft übertragen gelangen diese Schwingungen an unser Ohr. Dort treffen sie aufs Trommelfell, was dann auch wieder in Schwingungen versetzt wird. So können wir den Ton "hören".

Plane ein Experiment, um folgende Fragestellung zu lösen: Wie schnell ist der Schall in der Luft?

Lösung: Bist du ein guter Experimentator?

1. Drehflieger

Versuchsansatz als Bild vorgegeben; nach Versuchsbedingung fragen

Lösung: Der Test wird nicht korrekt durchgeführt. Um die Flugeigenschaften der Drehflieger miteinander vergleichen zu können, müssen sie aus derselben Höhe abgeworfen werden.

2. Kölner Dom

Versuchsdurchführung und Beobachtung in Textform vorgegeben; nach Fragestellung und Hypothesen fragen

Fragestellung: Nimmt der Luftdruck ab, wenn man auf den Kölner Dom steigt?

Beschreibung der Beobachtungen: Mit zunehmender Höhe nimmt der Luftdruck ab. Das Barometer zeigt dann einen geringeren Wert.

Erklärung: Mit zunehmender Höhe lastet weniger Luft über dem entsprechenden Ort. Deshalb nimmt der Luftdruck ab. Mit dem Luftdruck ist es ähnlich wie mit dem Druck unter Wasser: Je mehr Wasser über einem ist, desto höher ist der Druck, weil mehr Wasser auf einem lastet. Bei der Luft ist das im Prinzip dasselbe Phänomen: Obwohl wir es im täglichen Leben kaum merken: Luft hat ein Gewicht: Und je mehr Luft über einem ist, desto höher ist der (Luft-)Druck.

3. Fallzeit verschiedener Flieger

Versuchsbeobachtung grafisch vorgegeben; nach Fragestellung fragen und Auswertung fragen

- a) **Fragestellung:** Welches Flugobjekt hält sich am längsten in der Luft?
- b) **Beschreibung der Messwerte:** Die Drehflieger brauchen im Mittel 8 Sekunden, bevor sie den Boden erreichen, die Fallschirme 6 Sekunden und die Flügel Früchte des Ahorns etwa 10 Sekunden.
- c) **Auswertung** Die Flügel Früchte sind von den drei untersuchten die besten „Flieger“. Darin zeigt sich eine gute Anpassung. In der Natur dienen die Flügel Früchte zur Verbreitung von Samen.
- d) **Erklärung der Abweichungen:** Die einzelnen Flugkörper (Drehflieger, Fallschirm, Flügel Früchte) unterschieden sich jeweils voneinander. Jeder Drehflügelsame ist

einzigartig, ebenso die selbstgebauten Fallschirme und Drehflieger. Auch wenn man mit demselben Flieger mehrere Versuche durchführt, weichen die Einzelergebnisse voneinander ab.

4. Schallwellen

Fragestellung vorgegeben; Planung eines Experimentes

Material: Messtrecke genau bekannter Länge (z. B. 100-m-Bahn), 1 Stoppuhr, 1 Starterklappe, evtl. Augenbinde.

Durchführung: Starter A steht mit Starterklappe an der Ziellinie, Stopper B mit Stoppuhr an der Startlinie. Stopper B startet die Uhr, wenn sich die Klappe schließt und stoppt sie, wenn der Ton zu hören ist. Wichtig ist es, dass die Schülerinnen und Schüler den Versuch mehrfach durchführen und zur Minimierung des Messfehlers die Ergebnisse mitteln.

Auswertung: Schall legt in einer Sekunde etwa 330 m zurück.

Auf diesem Wert werden die Schülerinnen und Schüler nicht kommen, da das Messverfahren nicht genau ist. Sie sollten aber auf den exakten Wert hingewiesen werden.

Entwicklung eines zweistufigen Diagnosetestbogens

1. Schritt: Auswahl des Inhalts

Was sollen Schülerinnen und Schüler zu einem bestimmten Thema wissen bzw. können? Formuliere Aussagen dazu:

- Vakuum ist ein fast luftleerer Raum.
- In einem luftleeren Raum herrscht Vakuum.
- Ein Vakuum erzeugen heißt „evakuieren“.
- Evakuiert man ein Gefäß, sinkt der Innendruck gegenüber dem Außendruck.

2. Schritt: Erklärungsmuster aus dem Alltag suchen

Über welche Alltagstheorien verfügen die Schülerinnen und Schüler? Welche Fehlvorstellungen haben Schülerinnen und Schüler bei diesem Thema?

- „Vakuum (Unterdruck) saugt!“
- „Im Vakuum ist keine Luft.“
- „Der Raum zwischen den Teilchen kann nicht leer sein!“
- „Wenn keine Luft vorhanden wäre, müsste dort Vakuum sein, und das kann ich mir nicht vorstellen!“

3. Schritt: Konstruktion des Diagnosetestbogens

Jeder Diagnosetestbogen besteht aus zwei Teilen. In der Einleitung wird ein inhaltlicher Aspekt (Fachwissen) beschrieben. Daraus leitet sich für den ersten Teil eine Wissensfrage

ab, die einfach und klar beantwortet werden kann (Entscheidungsfrage mit 2-3 Aussagen).

Im zweiten Teil wird der Schüler aufgefordert, aus verschiedenen Begründungen für seine Antwort die nach seinem Verständnis richtige anzugeben. Zur Erklärung werden 3 - 4 Begründungen angeboten (vgl. Beispiel Vakuumglocke, Aquarium).

4. Schritt: Durchführung des Tests

5. Schritt: Auswertung und Verbesserung des Tests

Die Auswertung einer solchen Erhebung liefert interessante Erkenntnisse. Es lässt sich für jeden Schüler diagnostizieren, ob er das richtige Konzept verwendet, d.h. ob seine Denkstrategien, sein Verständnis zu den durch die Sache gegebenen Anforderungen passen.

6. Schritt: Konsequenzen für die Unterrichtspraxis

Beispiele für einen zweistufigen Diagnostestbögen

Vakuumglocke

Unter einer Vakuumglocke liegt ein schwach aufgeblasener Luftballon. Wenn man mithilfe der Pumpe die Luft aus der Vakuumglocke herauspumpt,

- schrumpft der Luftballon.
- bleibt der Luftballon unverändert.
- dehnt sich der Luftballon aus.

Die Begründung dafür ist:

- Die Luft im Luftballon bleibt im Luftballon.
- Die Luft im Luftballon entweicht aus dem Luftballon.
- Die Luftteilchen im Luftballon verteilen sich bei größer werdendem Innendruck in einem kleineren Volumen.
- Die Luftteilchen im Luftballon verteilen sich bei sinkendem Innendruck in einem größeren Volumen.



Aquarium

Im Klassenraum steht an einem hellen Platz ein verschlossenes Gurkenglas als Aquarium. Es ist mit mehreren grünen Wasserpflanzen bepflanzt worden. Im Aquarium leben auch zwei Spitzschlammschnecken. Obwohl sie im Wasser leben, sind sie Lungenschnecken. Spitzschlammschnecken sind wechselwarme Tiere und ernähren sich von Wasserpflanzen, Algenaufwuchs und Kleinstlebewesen. Das Aquarium ist nicht vollständig mit Wasser gefüllt. Welche Bedeutung hat der Luftraum im Aquarium?

- Der Luftraum im Aquarium ist ein Versehen.
- Die Schnecken benötigen den Luftraum zur Atmung.
- Die Wasserpflanzen benötigen den Luftraum zur Atmung.

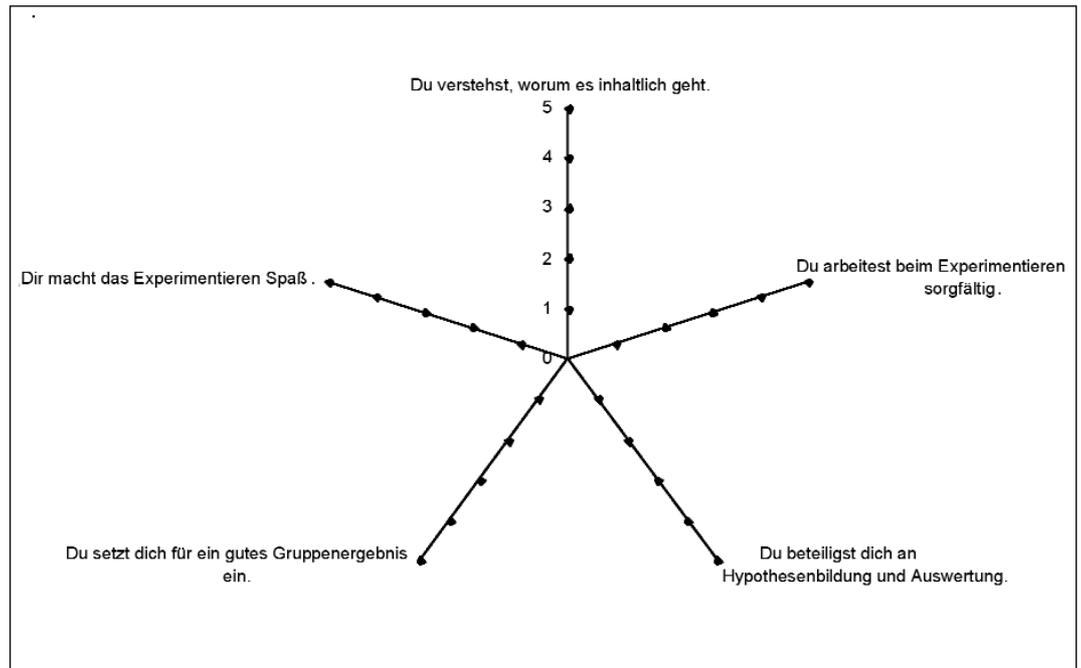
Die Begründung dafür ist:

- Die Wasserpflanzen nehmen den Sauerstoff für ihre Atmungs Vorgänge aus dem Luftraum.
- Die Spitzschlammschnecken nehmen den Sauerstoff für ihre Atmungs Vorgänge aus dem Luftraum.
- Die Wasserpflanzen nehmen den zur Fotosynthese nötigen Sauerstoff aus dem Luftraum.
- Das Glas lässt sich nicht schließen, ohne dass etwas Luft zwischen Wasser und Deckel eingeschlossen wird.



Rückmeldung: So schätze ich deine Beteiligung ein

Name:



gelingt dir nie (0) - gelingt dir selten (1) - gelingt dir ab und zu - (2) - gelingt dir häufig (3) - gelingt dir sehr häufig (4) - gelingt dir immer (5)

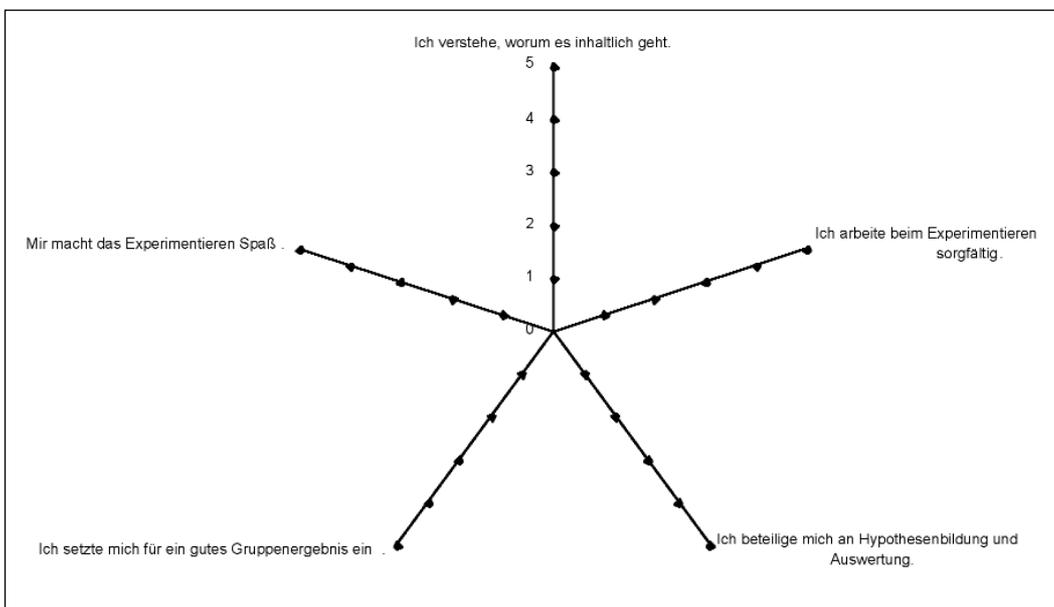
Wenn man Schülerinnen und Schüler im Experimentalunterricht beobachtet, kann man verschiedene Aktivitätsarten unterscheiden. Deine Beteiligung beim Experimentieren zeigte folgenden Aktivitätstyp:

- „Alleskönner“** Der Alleskönner liest aufmerksam die Arbeitsanleitungen und kümmert sich um Gruppenprozesse. Er beobachtet das experimentelle Vorgehen und beteiligt sich am Experiment.
- „Zuschauer“** Der Zuschauer beobachtet das experimentelle Vorgehen und andere Prozesse, die innerhalb und außerhalb der Gruppe stattfinden.
- „Experimentator“** Der Experimentator zeigt seine größte Aktivität beim Experimentieren und beim Vor- und Nachbereiten von Arbeitsschritten.
- „Passiver Schüler“** Der passive Schüler hat keinen Bezug zum Experiment.

Rückmeldung: So schätze ich meine Beteiligung ein

Name:

In dem Spinnendiagramm sind fünf Kriterien vorgegeben. Vergib für jede Achse 0 – 5 Punkte. Dabei gilt: *gelingt mir nie* (0) - *gelingt mir selten* (1) - *gelingt mir ab und zu* (2) - *gelingt mir häufig* (3) - *gelingt mir sehr häufig* (4) - *gelingt mir immer* (5). Verbinde anschließend die Punkte auf den einzelnen Achsen mit Linien. Du kannst nun ablesen, ob deine Beteiligung gleichmäßig ist oder besondere Stärken oder Schwächen hat.



gelingt mir nie (0) - gelingt mir selten (1) - gelingt mir ab und zu (2) - gelingt mir häufig (3) - gelingt mir sehr häufig (4) - gelingt mir immer (5)

Beantworte bitte auch die folgenden drei Fragen:

Das hat mir beim Experimentieren zum Thema Luft und Fliegen besonders gefallen:

.....

Dies hat mir beim Experimentieren zum Thema Luft und Fliegen weniger gut oder nicht gefallen:

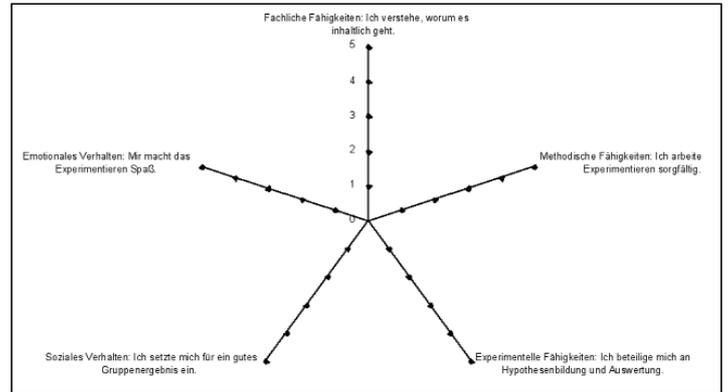
.....

Dies sollte beim Experimentieren zum Thema Luft und Fliegen anders gemacht werden:

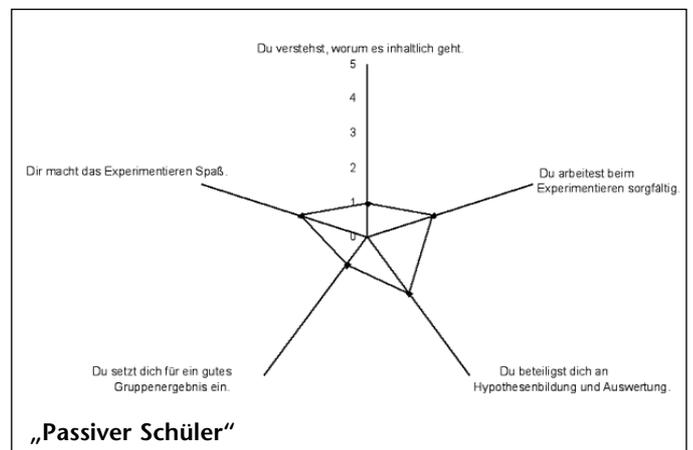
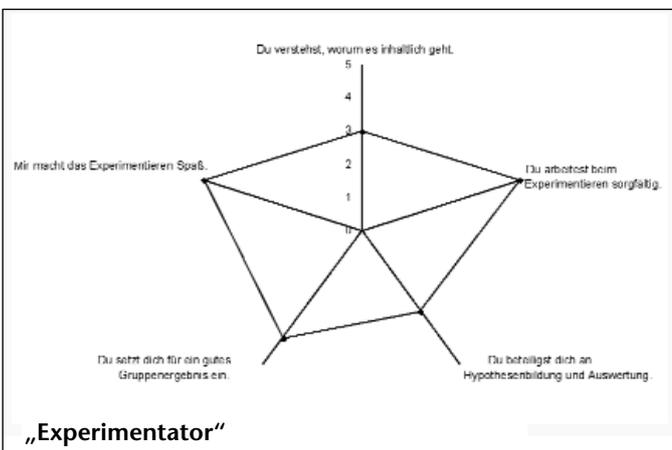
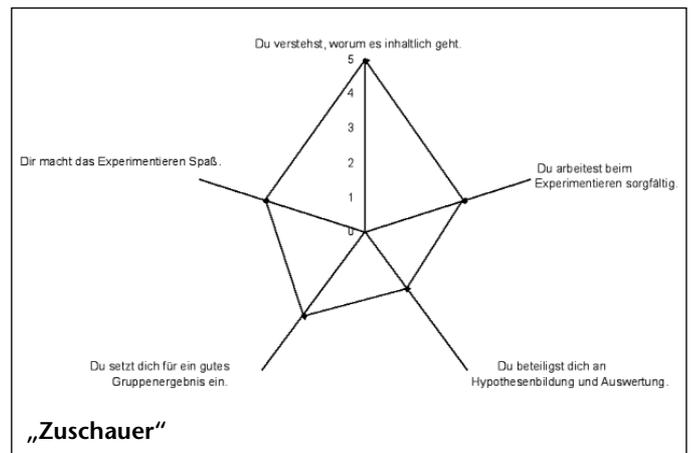
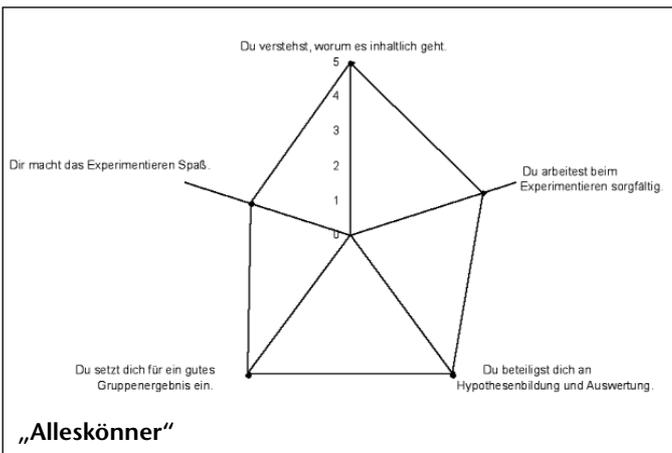
.....

Hinweise zum Feedback

Die Spinnendiagramme sind so konzipiert, dass verschiedene Aktivitätsbereiche berücksichtigt werden. Gefragt wird nach fachlichen, methodisch und experimentellen Fähigkeiten sowie sozialem und emotionalem Verhalten.



Die Einteilung in die vier Schülertypen „**Alleskönner**“, „**Zuschauer**“, „**Experimentator**“ und „**Passiver Schüler**“ basiert auf einer Studie von Scharfenberg, Bogner und Klautke. In dieser Studie wurden die Aktivitäten von Schülerinnen und Schüler in einem außerschulischen Gen-Labor beobachtet. Beobachtet wurden die neun Kategorien: Activity not visible, No experimental relation, Out-group interaction, Advising interaction, In-group interaction, In-group observing of lab-work, Reading instruction, Preparing or reworking Steps, Experimental Steps. Laut der Studie von Scharfenberg, Bogner und Klautke verteilt ein ‚all-rounder‘ seine Zeit relativ gleichmäßig auf die Aktivitäten Interaktionen, Lesen der Anleitungen, Zuschauen und experimentelles Handeln. ‚**Observer**‘ und ‚**high-experimenter**‘ werden durch die Namen gebenden Kategorien charakterisiert und ‚**passive students**‘ zeichnen sich durch einen hohen Anteil an der Kategorie ‚kein Bezug zum Experiment‘ aus. Die vier Schülertypen sind auf dem Arbeitsblatt „So schätze ich deine Beteiligung ein“ charakterisiert. Im Folgenden sind Beispiele für Spinnendiagramme der Schülertypen abgebildet.



Bewertung Protokoll

(Ausschneiden und an das Protokoll heften)

Name:						
Formale Aspekte	Vollständigkeit	<input type="checkbox"/>				
	Schriftbild, Übersichtlichkeit	<input type="checkbox"/>				
	Rechtschreibung	<input type="checkbox"/>				
	Skizzen und Zeichnungen	<input type="checkbox"/>				
Inhaltliche Aspekte	Hypothese	<input type="checkbox"/>				
	Beobachtungen	<input type="checkbox"/>				
	Auswertung	<input type="checkbox"/>				
	Überprüfung der Hypothese	<input type="checkbox"/>				
Kommentar						
Gesamturteil						

✂

Name:						
Formale Aspekte	Vollständigkeit	<input type="checkbox"/>				
	Schriftbild, Übersichtlichkeit	<input type="checkbox"/>				
	Rechtschreibung	<input type="checkbox"/>				
	Skizzen und Zeichnungen	<input type="checkbox"/>				
Inhaltliche Aspekte	Hypothese	<input type="checkbox"/>				
	Beobachtungen	<input type="checkbox"/>				
	Auswertung	<input type="checkbox"/>				
	Überprüfung der Hypothese	<input type="checkbox"/>				
Kommentar						
Gesamturteil						

✂

Name:						
Formale Aspekte	Vollständigkeit	<input type="checkbox"/>				
	Schriftbild, Übersichtlichkeit	<input type="checkbox"/>				
	Rechtschreibung	<input type="checkbox"/>				
	Skizzen und Zeichnungen	<input type="checkbox"/>				
Inhaltliche Aspekte	Hypothese	<input type="checkbox"/>				
	Beobachtungen	<input type="checkbox"/>				
	Auswertung	<input type="checkbox"/>				
	Überprüfung der Hypothese	<input type="checkbox"/>				
Kommentar						
Gesamturteil						

Checkliste

Kreuze bei den nachfolgenden Fragen an, wie sicher du bei der Bearbeitung bist. Wenn du bei allen Aufgaben (sehr) sicher bist, bist du bereits gut auf den Test vorbereitet. Sieh dir dort, wo du „unsicher“ oder „sehr unsicher“ bist, die angegebenen Arbeitsblätter, Experimente sowie Protokolle an und lies in den Sachinformationen.

Wie sicher bist du bei der Bearbeitung der Aufgabe?	sehr sicher	sicher	unsicher	sehr unsicher
1. Ich kann ein Protokoll schreiben und die einzelnen Abschnitte in ihrer Bedeutung erklären. Info: Hinweise zur Durchführung der Experimente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Ich kann Ergebnisse der Experimente zum Thema Luft und Fliegen beschreiben und erklären. Info: Protokolle zum Lernzirkel Luft und Fliegen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Ich kann selbstständig eigene Experimente zum Themenbereich Luft und Fliegen planen, durchführen und auswerten. Info: Experimente „Warme Luft“, „Piratenversuch“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Ich kenne die Zusammensetzung der Luft und ihre Bedeutung für das Leben auf der Erde. Info: Sachinformationen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Ich kann Kompressibilität und Ausdehnungsbestreben als Eigenschaften der Luft erklären. Info: Sachinformationen, Experimente „Warme Luft“, „Bockige Spritzen“, „Geisterflasche“, „Kerze im Trinkglas“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Ich kann beschreiben, wie sich ein Vakuum herstellen lässt und wo es im Alltag verwendet wird. Info: Sachinformationen, Experimente „Luftballon im Weltraum“, „Unsichtbare Luft“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Ich kenne die vier Faktoren, die für den Auftrieb verantwortlich sind. Info: Sachinformationen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Ich kann erklären, dass sich durch unterschiedliche Druckverhältnisse am Flügel Auftrieb entwickelt. Info: Sachinformationen, Experiment „Tragfläche im Luftstrom“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Ich kann ein Flugobjekt als funktionstüchtiges Modell herstellen. Info: Experimente „Flugwettbewerb“, „Tragfläche im Luftstrom“, „Papiergleiter“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Ich kann die Eigenschaften einer Vogelfeder beschreiben. Info: Sachinformationen, Experimente „Vogelfeder“, „Feder in Glasröhre“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Ich kenne die verschiedenen Flugarten der Vögel. Info: Sachinformationen, Experimente „Vogelfeder“, „Feder in Glasröhre“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Test Luft und Fliegen, Gruppe A

1. Welche Aussage ist wahr, welche ist falsch? Lies genau! (8 P)

- | | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
| A: Der Luftdruck nimmt mit steigender Höhe ab. | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| B: In der Luft der Atmosphäre sind etwa 21% Stickstoff. | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| C: Warme Luft dehnt sich aus. | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| D: Der durchschnittliche Luftdruck auf Meereshöhe beträgt 2013 hPa. | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| E: Luft kann man bei ganz tiefen Temperaturen verflüssigen. | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| F: In Vakuum verpackte Lebensmittel verderben nicht so schnell. | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| G: Der Auftrieb hängt von Größe und Profil der Tragfläche ab. | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| H: Kleine Vögel bevorzugen die Flugart des Segelflugs. | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |

2. Benenne, was in 100 Litern Luft enthalten ist. (6 P)

.....

.....

.....

3. Erkläre, warum Flugzeuge nicht mit dem Wind starten. (4 P)

.....

.....

.....

.....

4. Eine Flasche mit einem übergestülpten Luftballon wird in eine pneumatische Wanne mit heißem Wasser gehalten. Beschreibe und erkläre, was man beobachten kann. Löse auf der Rückseite. (6 P)

.....

.....

.....

.....



5. Zu einem vollständigen Versuchsprotokoll gehört auch die Auswertung. Erläutere, was alles in eine Versuchsauswertung gehört. Löse auf der Rückseite. (4 P)

6. Viel Erfolg!

Test Luft und Fliegen, Gruppe B

1. Welche Aussage ist wahr, welche ist falsch? Lies genau! (8 P)

- | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------------|
| A: In Vakuum verpackte Lebensmittel bleiben länger haltbar. | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| B: Der durchschnittliche Luftdruck auf Meereshöhe beträgt 1013 hPa. | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| C: Luftdruck wird mit einem Manometer gemessen. | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| D: Warme Luft dehnt sich aus. | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| E: Luft kann man unter Druck bei ganz hohen Temperaturen verflüssigen. | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| F: Der Luftdruck nimmt mit steigender Höhe zu. | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| G: Für den Auftrieb ist das Profil der Tragfläche nicht wichtig. | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |
| H: Große Vögel bevorzugen die Flugart des Segelflugs. | <input type="checkbox"/> wahr | <input type="checkbox"/> falsch |

2. Schreibe auf, was in 100 Litern Luft enthalten ist. (6 P)

.....

.....

.....

3. Erkläre, warum Flugzeuge gewöhnlich gegen den Wind starten (4 P)

.....

.....

.....

.....

.....



4. In einem Trinkglas wurde ein Teelicht angezündet, ein angefeuchtetes Löschblatt auf das Trinkglas gelegt und anschließend ein zweites Trinkglas präzise mit der Öffnung auf das erste Glas gedrückt. Beschreibe und erkläre, was man beobachten kann. Benutze bei Bedarf auch die Rückseite. (6 P)

.....

.....

.....

.....

.....

5. Zu einem vollständigen Versuchsprotokoll gehört auch die Auswertung. Erläutere, was alles in eine Versuchsauswertung gehört. Löse auf der Rückseite. (4 P)

6. Viel Erfolg!

Test Luft und Fliegen, Lösungen

Gruppe A

1. wahr, falsch, wahr, falsch, wahr, wahr, wahr, falsch – 8 P
2. In 100 Liter Luft sind 78 Liter **Stickstoff**, 21 Liter **Sauerstoff** und 1 Liter andere Bestandteile wie **Edelgase** und **Kohlenstoffdioxid** enthalten. – 6 P
3. Startet das Flugzeug mit dem Wind, verringert sich die Rollgeschwindigkeit des Flugzeugs um die Windgeschwindigkeit. Es müsste mit größerer Geschwindigkeit anfahren. – 4 P
4. Die Luft in der Flasche wird erwärmt und dehnt sich aus. Der Innendruck steigt und der Luftballon wird größer. – 6 P
5. Die beim Experiment gemachten Beobachtungen und Messwerte werden hier erklärt. Die aufgestellte Hypothese wird überprüft. Forscher-Profis gehen auch auf mögliche Fehler ein, die beim Experimentieren gemacht wurden, und schreiben, was man noch untersuchen könnte. – 4 P

Gruppe B

1. wahr, wahr, falsch, wahr, falsch, falsch, falsch, wahr – 8 P
2. In 100 Liter Luft sind 78 Liter **Stickstoff**, 21 Liter **Sauerstoff** und 1 Liter andere Bestandteile wie **Edelgase** und **Kohlenstoffdioxid** enthalten. – 6 P
3. Startet das Flugzeug gegen den Wind, addieren sich Rollgeschwindigkeit des Flugzeugs und Windgeschwindigkeit. Es hebt also eher ab. – 4 P
4. Die Luft im unteren Glas ist warm. Nach Erlöschen des Teelichts kühlt die Luft wieder ab und zieht sich zusammen. Da keine Luft nachströmen kann, entsteht im Glas ein Unterdruck. Der Luftdruck außen drückt beide Gläser fest zusammen. – 6 P
5. Die beim Experiment gemachten Beobachtungen und Messwerte werden hier erklärt. Die aufgestellte Hypothese wird überprüft. Forscher-Profis gehen auch auf mögliche Fehler ein, die beim Experimentieren gemacht wurden, und schreiben, was man noch untersuchen könnte. – 4 P

1	2	3	4	5	6
28 - 25	24 - 21	20 - 16	15 - 11	10 - 5	4 - 0

Literaturverzeichnis

- Bresler et al.: Naturwissenschaften 5/6, Berlin, 2005.
- Full, Roland: Natur und Technik, Arbeitsheft zum naturwissenschaftlichen Arbeiten, 5. Jahrgangstufe, Donauwörth, 2005.
- Hammann, Marcus et al.: Fehlerfrei Experimentieren. MNU 59/9, 15.7.2006, 292-298.
- Konopka, Hans-Peter (Hrsg.): Netzwerk Naturwissenschaft 5/6, Braunschweig 2005.
- Liebers, Prof. Dr. Klaus: Naturwissenschaften – Vom Fliegen, Berlin 1998.
- Marquardt, Eva Maria: 14 Stunden ohne Pause. Süddeutsche Zeitung, 14./15. Februar 2009, S. 22.
- Meyer U., Mutz, E.: Faszination Fliegen, Anregungen für Schülerversuche – Impulse für Lehrkräfte, Unterrichtsmaterialien für Schulklassen und Lerngruppen ab Jahrgang 5, 2. Auflage 2006, Behörde für Bildung und Sport, Hamburg.
- Press, Hans Jürgen: Spiel – das Wissen schafft, Ravensburg 1967.
- Schmidkunz, H.: Experimentieren bewerten. Kompetenzprofil für experimentelles Arbeiten. Unterricht Biologie, Heft 17, 2006, S. 91 – 93.
- Scharfenberg, F-J; Bogner, F/X; Klautke, S: A category-based video-analysis of students' activities in an out-of-school hands-on gene technology lesson, International Journal of Science Education, 30(4), 451-467 (2008).
- Schnabel, Ulrich: Hier irrt die Schulweisheit. Warum kann ein Flugzeug fliegen. Die Zeit, 17.05.2001.
- Wiebel, Klaus: Natur Be-Greifen, Teilsatz 1 und 2, Lichtenau, 1998.
- Wodzinski, Rita: Wie erklärt man das Fliegen in der Schule, in: Plus lucis 2/99, S. 18-22.
- Würmli, Marcel: Der Kinderbrockhaus, Band 1-3, 4. Auflage, Mannheim 2004.
- http://www.wissen.swr.de/warum/fliegen/the_menseiten/t4/s2.html: 27.04.2008, Wie kommt der Auftrieb zustande?
<http://www.ifdn.tu-bs.de/chemiedidaktik/agnespockelslabor/download/magie/Zauberdose.pdf>: 12.05.2007, Prof. Dr. Petra Mischnick (Projektleitung), Die Zauberdose.
- <http://www.schul-physik.de/lw/pdf/Begleittext.pdf>: 23. Juni 2008, Detlef Kaack: Flug & Fliegen, Begleitmaterial für einen Praktikumstag.
- <http://erlebnis-wissen.lufthansa.com/index.php?id=1302m>: 13.07.2008, Klaus Walther (Leitung der Konzernkommunikation der Deutsche Lufthansa AG), Die Aerodynamik.
- <http://zexperimentis.de/PagesVersucge/312Coanda.html>: 25.07.08, Natalie Amecke, Wie bläst man eine Kerze hinter einer Flasche aus? Experiment zum Coanda-Effekt.
- <http://www.kopfball.de/arcflm.phtml?kbsec=arcflm&selFilm=655&dr=datum>: 23. Juni 2008, Axel Bach und Dirk Gilson: Warum ist die Luft in der Höhe dünner?
- http://www.physikdidaktik.uni-osnabrueck.de/angebote/ptd/ptd2007_vortragsmanuskript_wodzinski.pdf: 11.11.2008, Rita Wodzinski: Druck als Zustandsgröße in der Sekundarstufe I.
- http://www.hveser.de/kmkprojekt/material/Nawi/Diagnose/Tiefe/Diagnoseinstrument_geeignet/Zweistufiger_Test_Kurzfassung.doc, 2.11.2008: Udo Klinger, Entwicklung eines zweistufigen Diagnosetestbogens.
- <http://www.luftfahrtwerkstatt.de/FMB>: 13.03.2009: Huwe, Dr. Holger: Die Physik des Fliegens, oder Warum fliegen Flugzeuge? Arbeitsmaterialien zu Follow Me Box für Schülerinnen und Schüler der Klassenstufen 5 und 6.

Besonderer Dank für Beratung und Unterstützung gilt:

Jörg Dresbach
Zentrum für Schulbiologie und Unterricht,
LI-Hamburg

Karin Elbers
Gymnasium Ohlstedt, Hamburg

Heike Elvers
LI-Hamburg

Detlef Kaack
LI-Hamburg

Walter Krohn
Grüne Schule, Hamburg

Wolfgang Pioch
Gymnasium Buckhorn, Hamburg

Ute Strubel
Gymnasium Kaiser-Friedrich-Ufer

Kontaktdaten des Autors
Lars Janning, Gymnasium Allee,
Zentrum für Schulbiologie und Unterricht,
LI-Hamburg
lars.janning@li-hamburg.de