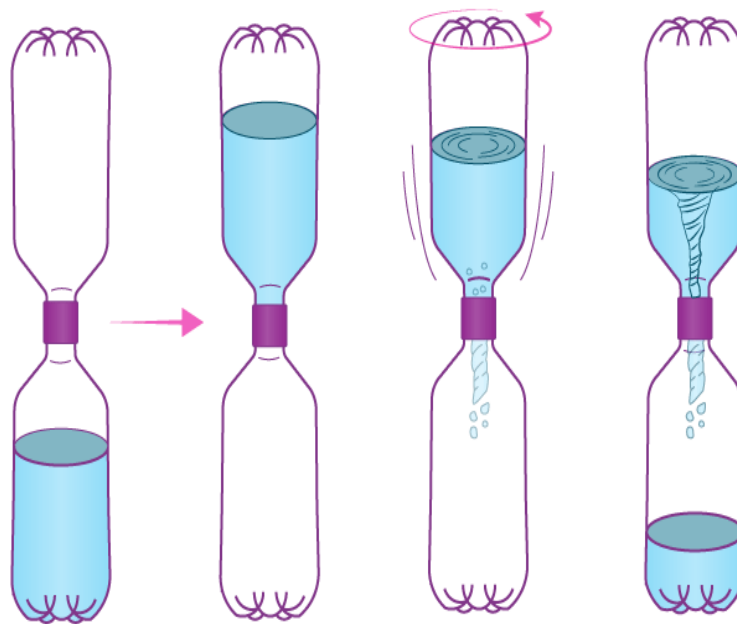


## Erklärungen zum Forscherheft: Luft

### 1. Tornado in der Flasche – Experiment

Du brauchst: zwei große, dickwandige Plastikflaschen, einen Adapter, Wasser

Die Kinder füllen eine von zwei gleich großen Plastikflaschen zu etwa zwei Dritteln mit Wasser und geben eventuell noch etwas Farbstoff hinzu. Dann schrauben sie den Adapter für einen Flaschentornado fest auf die Flasche, setzen die leere Flasche auf und schrauben diese ebenfalls in den Adapter. Nun werden die Flaschen gedreht, sodass die leere Flasche unten ist.



An genau derselben Stelle, an der bereits etwas ist (nämlich die Luft), kann unmöglich gleichzeitig noch etwas anderes sein (z. B. Wasser). Oder bildlich gesprochen: Dort, wo Peggy sitzt, kann unmöglich auch noch Steffi sitzen. Sie kann nebenan sitzen oder auf Peggys Schoß, aber eben nicht genau an derselben Stelle. In den vermeintlich leeren Flaschen befindet sich Luft. Erst wenn sie aus den Flaschen entweicht und damit Platz geschaffen wird, gelingt es, die Flaschen mit einem anderen Stoff wie Luft oder Wasser zu füllen.

## Erklärungen zum Forscherheft: Luft

### 2. Windmusiker – Bastelanleitung

Sammelt Alltagsgegenstände aus Metall, Ton, Holz oder Glas und befestigt sie mit einer Schnur an einem Kleiderbügel aus Draht. Hängt das Windspiel dann an einen zugigen Ort oder nutzt einen Stock oder Stab als Schlegel, um Töne zu erzeugen.

Abhängig vom verwendeten Stoff erzeugen Windspiele unterschiedlich intensive Töne in verschiedenen Klangfarben. Auch die **Härte des Klöppels** beeinflusst die Stimmung:

- **Metall:** Metallröhrchen sind ein weitverbreitetes Material. Der Klang ist hell, nachhallend und kühl.
- **Terracotta:** Klangkörper aus Ton klingen im Vergleich zu Metall etwas dumpfer und wärmer.
- **Bambus** ist das übliche Holz für Windspiele mit besonders warmem und markantem Klang.
- **Glas** erzeugt, je nach Größe der Klangkörper, ein schönes, reines Geräusch.

Es gibt zwei Arten von Windspielen, die das Auge oder das Ohr ansprechen:

- Unsere Windmusiker sind Windspiele, die keine Klangfolgen, sondern ein harmonisches Klimpern oder Klacken von sich geben. Sie können aber auch aus Hohlkörpern aus Holz oder Metall wie Röhrenglocken bestehen. Freischwingend aufgehängt, bringt der Wind die Röhren zur Kollision, was die zufälligen Tonfolgen erzeugt. Die sogenannten **kinematischen Windspiele** werden vom Wind bewegt, lösen aber optische Effekte aus. Auch Windräder sind im Grunde auch Windspiele.

### Flaschenorgel – Experiment

Du brauchst: Flaschen, Schnur, Besenstiel

Aus 8 etwa gleichgroßen Flaschen kannst du eine prima Flaschenorgel herstellen. Fülle die Flasche verschieden hoch mit Wasser und hänge sie mit einer stabilen Schnur an einem Besenstiel (oder einem Ast) auf. Mit einem Löffel oder einem selbstgebauten Klöppel (Ästchen mit einer Perle) bringst du die Flaschen zum Klingen.

#### Was passiert, wenn du über den Flaschenrand bläst?

Wenn du **schräg über die Öffnung** der Flasche bläst (nicht direkt hinein), dann:

- teilst du den Luftstrom am Flaschenrand
- ein Teil der Luft geht **in die Flasche**
- ein Teil geht **darüber hinweg**

Dadurch gerät die **Luft in der Flasche in Schwingung**.

👉 **Schall = schwingende Luft**

**Die Luft in der Flasche schwingt wie eine Feder**

## Erklärungen zum Forscherheft: Luft

Die Luft im Inneren der Flasche wirkt wie eine **elastische Feder**:

- Du bläst Luft hinein → Druck steigt
- Die Luft „drückt zurück“
- Es entsteht ein **ständiges Hin- und Herschwingen**. Diese Schwingung breitet sich als **Ton** aus. Man nennt das ein **Helmholtz-Resonator**

**Warum ändert sich der Ton, wenn mehr Wasser in der Flasche ist?**

- **Viel Wasser** → wenig Luft → **hoher Ton** - mehr Luft braucht **länger** für eine Schwingung
- **Wenig Wasser** → viel Luft → **tiefer Ton** - weniger Luft kann **schneller** schwingen

**Warum entsteht ein stabiler Ton?**

Beim Blasen:

- der Luftstrom wird am Flaschenrand immer wieder **unterbrochen**
  - die Luft schwingt mit einer **bestimmten Eigenfrequenz**
  - genau diese Frequenz wird verstärkt
- Deshalb hörst du **einen klaren Ton** und kein Rauschen.

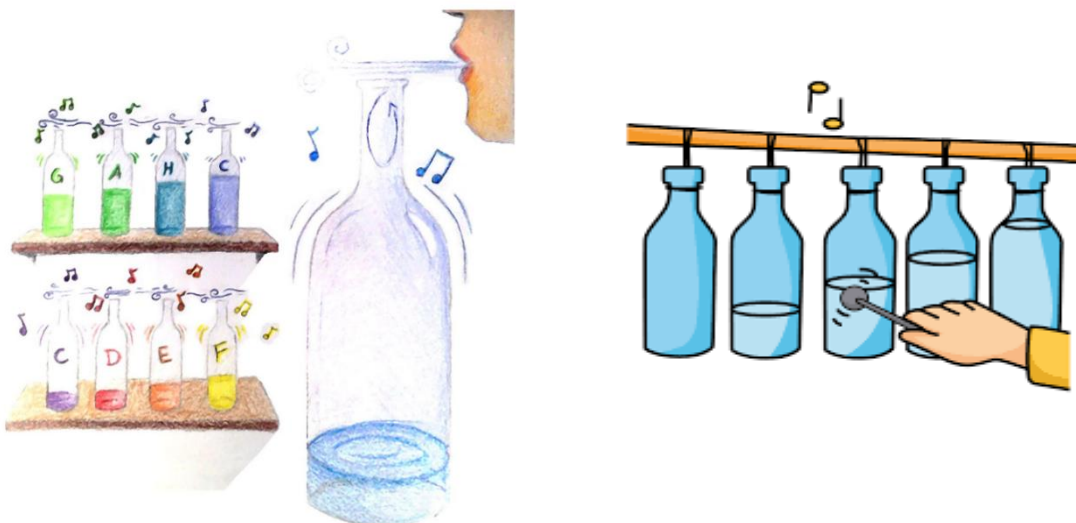
**Warum klappt es manchmal nicht?**

Typische Gründe:

- Du bläst **zu direkt hinein** → kein sauberes Schwingen
- Du bläst **zu schwach oder zu stark**
- Der Winkel stimmt nicht

Die Flasche klingt, weil die **Luft im Inneren schwingt**.

Das Wasser bestimmt, **wie viel Luft schwingen kann** – und damit die Tonhöhe.



## Erklärungen zum Forscherheft: Luft

### Heulschlauch – Experiment

Du brauchst: einen Plastikschauch mit 8-10 cm Durchmesser (ohne scharfkantige Enden)

Hält man diesen Heulschlauch an einem Ende fest und wirbelt ihn im Kreis herum, so entstehen ab einer bestimmten Drehgeschwindigkeit schaurig heulende oder pfeifende Töne. Je schneller man den Heulschlauch dreht, desto höher werden diese Töne. Es entsteht eine sogenannte Naturtonreihe. Interessant ist auch das Zusammenspiel mehrerer Heulschläuche. Alternativ kann man einen Heulschlauch auch als Flüsterrohr bzw. Sprachrohr verwenden. Auf der einen Seite spricht jemand leise hinein, auf der anderen Seite ist das Gesagte von einer anderen Person gut zu hören, da der Schall gebündelt zum Ohr geleitet wird. Auf diese Art und Weise funktioniert auch die altbekannte Flüstertüte.

#### **Wie funktioniert ein Heulrohr?**

Wirbelt man das Heulrohr in der Luft herum, so wirkt auf die Luft die Fliehkraft. Das bedeutet, dass die Luft im Rohr nach außen gepresst wird und entsprechend neue Luft nachströmen muss. Ohne diesen Luftstrom funktioniert das Heulrohr nicht. Dies kann man ausprobieren, indem man die eine Seite des Heulrohres verschließt, während es rotiert. Sind beide Seiten des Rohres jedoch offen, strömt Luft durch das Rohrinne. Dadurch bilden sich stehende Wellen aus. Dabei sind die Frequenzen der im Rohr erzeugbaren stehenden Wellen ganzzahlige Vielfache der tiefsten möglichen Frequenz, der sogenannten Grundfrequenz. Verdoppelt sich die Frequenz, so liegt das musikalische Intervall einer Oktave vor. Normalerweise kann man mit dem Heulrohr drei bis vier Töne erzeugen. Dreht man es noch schneller, können es natürlich noch mehr werden.

#### **Was sind stehende Wellen?**

In Instrumenten aller Art werden stehende Wellen erzeugt. Solche stehenden Wellen lassen sich leicht veranschaulichen. Bindet man etwa ein Seil an einen Baum oder einen anderen festen Punkt und bewegt das lose Ende einmal kräftig hoch und runter, wandert eine Welle durch das Seil. Am Baum angekommen, wird die Welle reflektiert und läuft wieder zurück. Schickt man nicht nur eine, sondern mehrere Wellen in kurzen Abständen durch das Seil überlagern sich diese Wellen beim Vor- und Zurücklaufen. Es bildet sich eine stehende Welle mit einer ganz bestimmten Grundschwingung aus. Das heißt, die Wellenbäuche und die sogenannten Wellenknoten befinden sich immer an ein und derselben Stelle. Voraussetzung ist natürlich, dass man das Seil sehr regelmäßig anschlägt. Bei Instrumenten hängt der Ton bzw. die Tonhöhe ab von der Frequenz dieser Grundschwingung. Der Kammerton A hat zum Beispiel eine Frequenz von 440 Hertz. Das bedeutet: Schlägt man eine Stimmgabel an, schwingt sie genau 440 Mal pro Sekunde. Diese Schwingungen breiten sich in der Luft aus und lassen uns den Kammerton A hören.

## Erklärungen zum Forscherheft: Luft

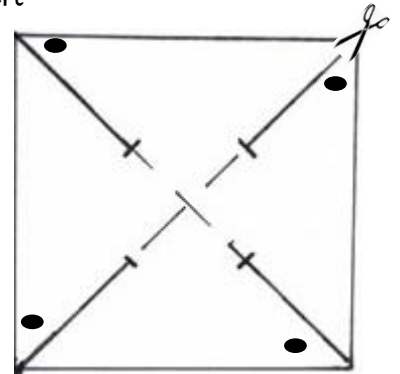
### 3. Ein Windrad bauen – Bastelanleitung

Du brauchst:

- ein quadratisches Stück Papier (15x15cm), eine Schere, eine Stecknadel, einen Klebestift, eine kleine Holzperle und einen Korken

#### Anleitung für das Windrad

1. Schneide das Papier entlang der gestrichelten Linien ein.
2. Klebe nun die Ecken mit den schwarzen Punkten in der Mitte übereinander.  
(Also nur jede zweite Ecke! Hole dir dabei Hilfe!)
3. Nimm eine Pinnnadel und durchsteche die schwarzen Punkte damit. Zehe die Pinnnadel wieder heraus.
4. Nimm die Stecknadel und schiebe sie durch das Loch.
5. Stecke danach die Holzperle auf die Nadel.
6. Suche nun das Loch im Korken und schiebe die Nadel hinein.
7. Schreibe deinen Namen oder male dir ein Zeichen auf dein Windrad.
8. Dein Windrad ist fertig!  
Probiere es aus.



Wann dreht es sich am schnellsten?



Wie funktioniert ein Windrad?

## Erklärungen zum Forscherheft: Luft

Windräder sind traditionelle Spielzeuge, die den Wind nutzen, um sich zu bewegen. Das Herzstück eines Windrads ist sein Rotor, der Teil, der sich frei um eine Achse dreht. Wenn der Wind die Rotorblätter trifft, übt er eine Kraft aus, die den Rotor in Bewegung setzt. Diese Kraft resultiert aus dem Druckunterschied zwischen den beiden Seiten des Blattes: der Vorderseite, auf die der Wind direkt trifft, und der Rückseite, auf der der Wind eine Zone mit niedrigem Druck erzeugt.

### **Magnus-Effekt:**

Der Magnus-Effekt ist das physikalische Phänomen, das auftritt, wenn ein Fluid (wie Luft) um ein sich bewegendes Objekt strömt. Wenn der Wind die Rotorblätter des Windspiels trifft, ist die Luftgeschwindigkeit auf der Vorderseite der Blätter höher als auf der Rückseite. Dieser Geschwindigkeitsunterschied verursacht einen Druckunterschied zwischen den beiden Seiten.

### **Druckdifferential:**

Der Druckunterschied zwischen der Vorder- und Rückseite der Rotorblätter des Windspiels erzeugt eine Kraft, die das Windrad zum Drehen bringt. Die Vorderseite, die direkt vom Wind getroffen wird, hat einen höheren Druck, während die Rückseite, die weniger Widerstand ausgesetzt ist, einen niedrigeren Druck aufweist. Dieser Druckunterschied erzeugt eine Netto-Kraft, die das Windrad in Bewegung setzt.

## Drehflieger – Bastelanleitung

Wie kann ein Drehflieger steigen, sinken oder schweben?

- Steigen: Flügelblätter werden steiler → mehr Auftrieb
- Sinken: Flügelblätter flacher → weniger Auftrieb
- Schweben: Auftrieb = Gewicht → bleibt auf gleicher Höhe

Beim Hubschrauber drehen sich oben auf dem Hubschrauber die Rotorblätter.

Diese Rotorblätter sind wie Flugzeugflügel geformt – leicht gebogen.

Wenn sie sich drehen, passiert Folgendes:

- Die Rotorblätter drücken Luft nach unten
- Gleichzeitig strömt die Luft oben schneller als unten entlang
- Dadurch entsteht Auftrieb (nach oben gerichtete Kraft)

Je schneller sich die Rotorblätter drehen oder je steiler sie angestellt sind, desto mehr Auftrieb entsteht.

Wenn der Auftrieb größer ist als das Gewicht, hebt der Hubschrauber ab.

## Erklärungen zum Forscherheft: Luft

### Die Luftballonrakete – Experiment

Du brauchst: eine feine, glatte Schnur - ca. 10 m, einen Trinkhalm, einen Luftballon, etwas Klebeband, eine Wäscheklammer oder Haushaltsclip

Zuerst einen Trinkhalm auf die Angelschnur fädeln. Bitte nun die Kinder, die Enden der Schnur möglichst straff zwischen zwei Stühle zu spannen. Möglicherweise können sich zwei Kinder zur Beschwerung auf die Stühle setzen. Alternativ funktioniert das auch zwischen zwei Bäumen, Tür und Fenster oder einfach mit den Händen.

Jetzt ist Puste gefragt: Ein Kind bläst einen Luftballon auf und verschließt ihn mit der Wäscheklammer oder einem Haushaltsclip. Die Kinder könnten ihre Ballons noch als Rakete verzieren. Anschließend kann die Ballonrakete mit zwei Klebestreifen am Halm befestigt werden.

So funktioniert es:

Rückstoß

Luft kann jedoch nicht nur bremsen, sondern mithilfe des Rückstoßprinzips z.B. eine kleine Rakete antreiben. Als Rückstoß bezeichnet man die Gegenreaktion, die auftritt, wenn eine Masse beschleunigt wird. Die Richtung des Rückstoßes ist der Richtung der Beschleunigung entgegengesetzt. Das angetriebene Objekt, zum Beispiel eine Rakete, wird durch den Rückstoß mit der gleichen Kraft nach vorn beschleunigt, mit der das Antriebsmedium (zum Beispiel Luft) nach hinten ausgestoßen wird. Im Raketenbau und bei Düsenflugzeugen wird dieses Prinzip für die Beschleunigung verwendet. Aber auch Quallen und Tintenfische können sich fortbewegen, indem sie Wasser in einen körpereigenen Hohlraum einströmen lassen und anschließend durch eine Kontraktion des umgebenden Gewebes entgegen ihrer Bewegungsrichtung ausstoßen.

## Erklärungen zum Forscherheft: Luft

### 4. Warme und kalte Luft – Experiment

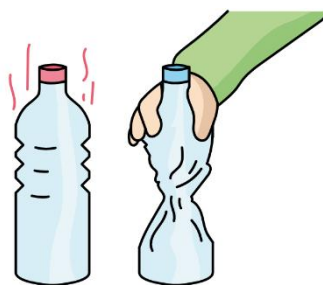
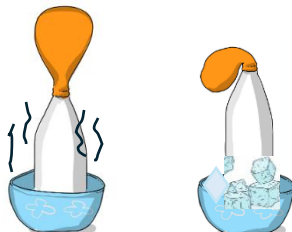
Stelle je eine Schüssel mit heißem und eiskaltem Wasser (am besten mit Eiswürfeln) bereit. Die Kinder dürfen einen Luftballon über den Hals einer festen Plastikflasche stülpen. Die Flasche mit dem schlaff herunterhängenden Ballon wird nun für etwa eine Minute ins warme Wasser gestellt. Danach in das mit kaltem Wasser.

Hintergrund:

Warme Luft braucht mehr Platz als kalte. Deshalb hat sich auch der Luftballon aufgerichtet, nachdem die Flasche ins warme Wasser gestellt wurde. Der Effekt lässt sich hier auch umdrehen: Hält man die Flasche in kaltes Wasser, braucht die Luft wieder weniger Platz und der Ballon fällt in sich zusammen, manchmal wird er sogar in die Flasche hineingezogen. Das lässt sich solange wiederholen, wie das Wasser in den Schüsseln noch warm bzw. kalt genug ist.

So funktioniert es:

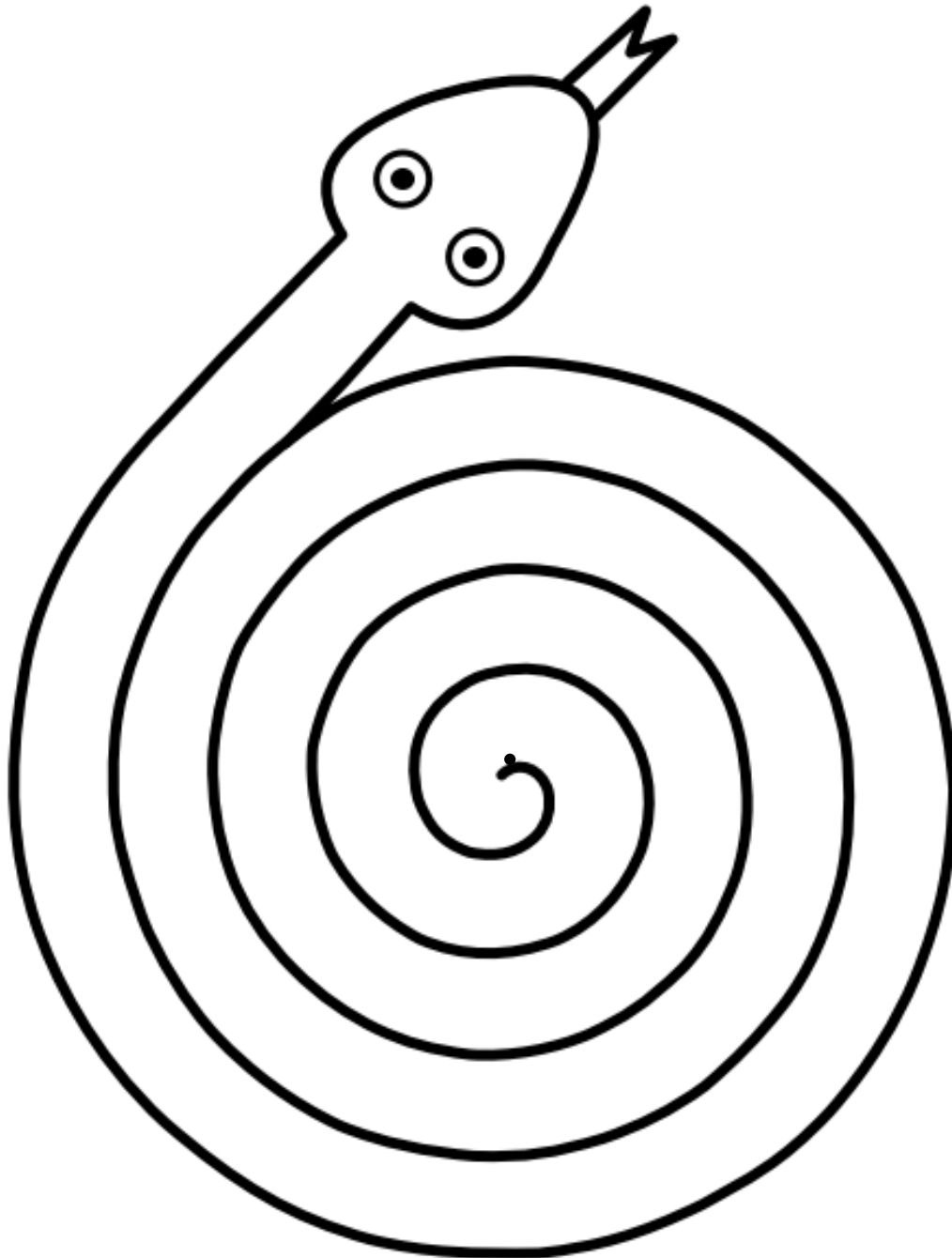
Luft besteht aus vielen kleinen, sich ständig bewegenden Teilchen. Diese Bewegung nennt man auch Wärmebewegung oder Brownsche Molekularbewegung. Je schneller sich diese Teilchen bewegen, desto wärmer ist es. Dabei schubsen und stoßen sich die Luftteilchen voneinander ab, so dass der Abstand zwischen ihnen immer größer wird. Die Teilchen derselben Menge Luft nehmen also mehr Raum ein, wenn die Luft warm ist. Im Versuch „Flaschengeister“ werden die Flasche und damit die in ihr enthaltene Luft erwärmt. Dabei dehnt sich die Luft aus und braucht mehr Platz. Die feste Plastikflasche kann aber ihre Form nicht verändern und sich ausdehnen. So muss die Luft ausweichen: Sie strömt in den Ballon. Da sich die Luftteilchen bei Erwärmung weiter voneinander entfernen, ist warme Luft weniger dicht und somit leichter. Ein Liter kalte Luft ist schwerer als ein Liter warme, fällt daher nach unten und drückt die warme Luft nach oben. Leichte Gegenstände, wie etwa die Papiersteifen, die sich im aufsteigenden warmen Luftstrom befinden, werden so bewegt.



Erklärungen zum Forscherheft: Luft

## 5. Wind kannst du spüren

Papierschlange – Kopiervorlage



Du brauchst: eine Schere, einen Schlangenvorlage, einen Bindfaden, eine Pinnnadel, Klebstreifen und einen Holzstab (Schaschlikspieß, Stöckchen)

## Erklärungen zum Forscherheft: Luft

Schneide die Papierschlange an der schwarzen Linie entlang aus und befestige einen Faden am Schwanzende. Das andere Fadenende befestige mit einem Klebstreifen an einem Stöckchen oder Schaschlikspieß fest. Halte die Schlange nun über die Heizung.

Erklärung dazu

Stell dir vor, die Papierschlange ist ein ganz leichter „Fähnchen-Kreisel“

Die Heizung sorgt dafür, dass **Luft warm wird** – und genau das setzt alles in Gang.

Die aufsteigende warme Luft versetzt die Papierspirale in Bewegung, die Spirale beginnt sich zu drehen. Hier wird Wärmeenergie in Bewegungsenergie umgewandelt. Die erwärmte Luft über der Heizung hat eine geringere Dichte als die restliche Luft im Raum. Sie wird damit leichter als die kühlere Luft und steigt nach oben. Dort stoßen die Moleküle der erwärmten Luft gegen die Papierspirale und versetzen diese durch Abgabe eines Teiles ihrer Energie in Bewegung.

### 1. **Warme Luft steigt auf**

Die Heizung erwärmt die Luft direkt darüber. Warme Luft ist leichter als kalte, deshalb steigt sie nach oben – wie bei einem unsichtbaren Aufzug.

### 2. **Ein kleiner Luftstrom entsteht**

Während die warme Luft aufsteigt, strömt von der Seite kühlere Luft nach. So entsteht ein sanfter Luftwirbel über der Heizung.

### 3. **Die Papierschlange wird angestoßen**

Die aufsteigende Luft trifft auf die schrägen Windungen der Papierschlange.

Ähnlich wie Wind ein Windrad dreht, schiebt der Luftstrom die Schlange seitlich an.

### 4. **Drehen statt nur hochfliegen**

Weil die Schlange spiralig geformt ist, wird sie nicht einfach nach oben gedrückt, sondern beginnt sich **zu drehen**.

Ein schönes Alltagsbeispiel dafür, wie man **Wärme sichtbar machen kann**, ohne sie direkt zu sehen

## Regenschirm – Experimente im Selbstversuch

Wenn du mit aufgespanntem Regenschirm läufst, passieren mehrere physikalische Dinge gleichzeitig:

### 1. **Luftwiderstand (der größte Effekt)**

Der Schirm vergrößert deine **Stirnfläche** enorm.

Beim Laufen muss die Luft verdrängt werden → der **Luftwiderstand** steigt. Deshalb fühlt sich schnelleres Laufen mit Schirm **überproportional anstrengend**. Du wirst langsamer oder brauchst mehr Energie.

### 2. **Auftrieb (minimal, aber real)**

## Erklärungen zum Forscherheft: Luft

Durch die **gewölbte Form** des Schirms strömt die Luft unterschiedlich schnell über Ober- und Unterseite. Das erzeugt einen **kleinen Auftrieb nach oben** (ähnlich wie bei einem Flügel). Du hebst nicht ab, aber der Schirm *will* theoretisch ein bisschen nach oben.

### 3. Kräfte und Drehmomente

Wenn Wind dazukommt: Der Schirm wirkt wie ein **Segel**. Böen erzeugen **Drehmomente** → der Schirm zieht nach hinten oder zur Seite. Deshalb klappt er gern um oder verdreht sich. Deine Hand muss ständig gegensteuern.

### 4. Schwerpunkt & Stabilität

Der Schirm liegt **über deinem Körperschwerpunkt**. Er bewegt sich und reagiert träge. Dein Gleichgewichtssystem arbeitet mehr → unbewusst spannst du Muskeln an.

Du läufst mit einem ineffizienten, schlecht steuerbaren Mini-Fallschirm durch die Gegend.



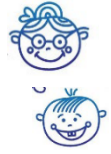


Erklärungen zum Forscherheft: Luft

## Fächer aus Pappteller

Du benötigst folgende Materialien, um Fächer zu basteln.

- Weißer Pappteller
- Filzstifte
- Schere
- Lineal
- Bleistift
- Musterklammern
- Lochzange

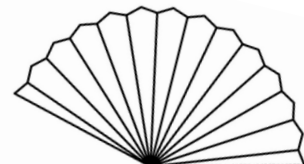


### **Bastelanleitung:**

1. Teile den Pappteller zuerst in acht gleich große Stücke. Benutze dafür ein Lineal und einen Bleistift.

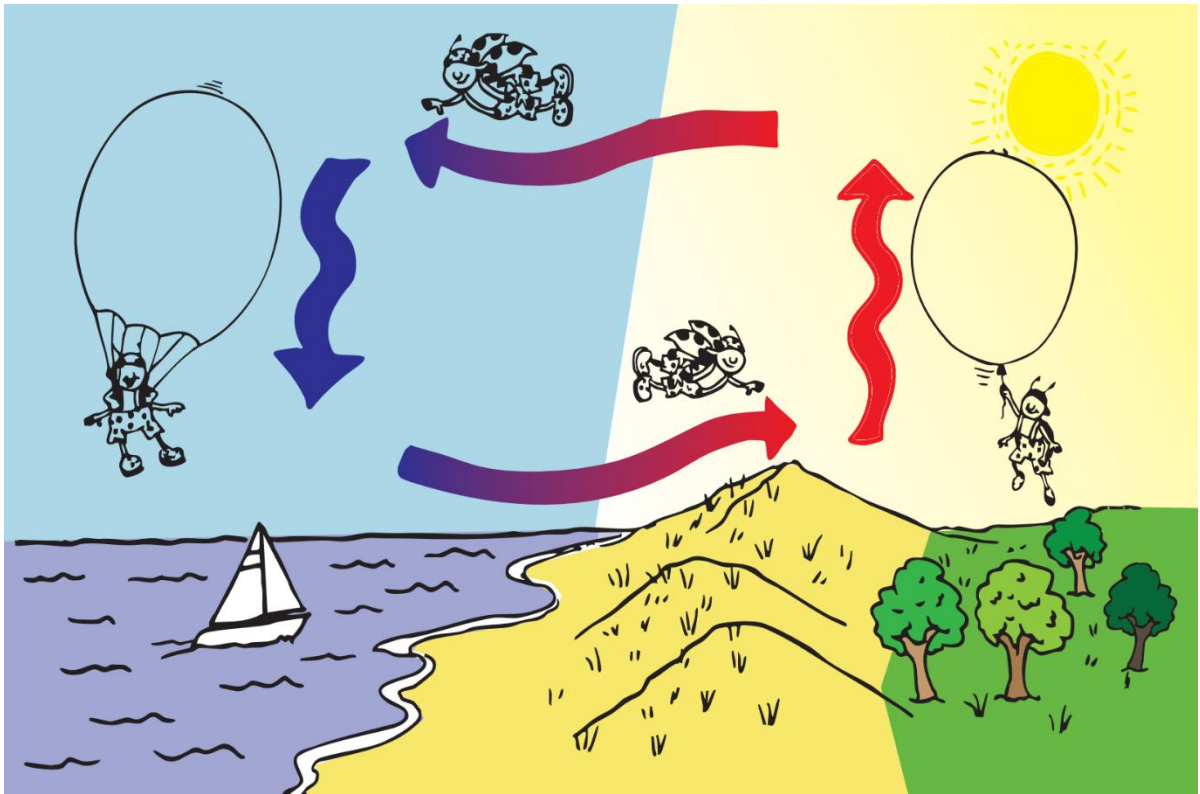


2. Schneide anschließend die „Tortenstücke“ mit einer Schere aus.
3. Bemale dazu jedes Stück Pappteller mit einer Farbe deiner Wahl.
4. Lege nun alle Pappteile übereinander und löchere sie mit einer Lochzange am spitzen Ende.
5. Zum Schluss verbindest du alle abgerundeten Dreiecke mit einer Musterklammer durch die Löcher.



## Erklärungen zum Forscherheft: Luft

### Wie entsteht Wind – Legebild



Wind entsteht vor allem durch die Kraft der Sonne. Wenn die Sonnenstrahlen den Erdboden aufheizen, erwärmt sich darüber auch die Luft. Die Warmluft dehnt sich aus und wird dadurch dünner und leichter: die Luftmasse steigt nach oben. In Bodennähe entsteht so Tiefdruck. Wo es kalt ist, sinkt die Luft dagegen ab und am Boden bildet sich Hochdruck. Um den Druckunterschied zwischen benachbarten Luftmassen auszugleichen, strömt kältere Luft dorthin, wo warme Luft aufsteigt. Das geschieht umso schneller, je größer der Temperaturunterschied zwischen den Luftschichten ist. So gerät die Luft in Aktion – es weht ein mehr oder weniger starker Wind.

Besonders gut lässt sich die Entstehung von Wind am Meer beobachten. Tagsüber erwärmt sich die Luft über dem Land schneller als über dem Wasser. Die warmen Luftmassen steigen nach oben und saugen die kühle und schwere Luft über der See an: Der Wind weht vom Meer zum Land. Nachts ändert der Wind seine Richtung. Weil das Wasser die Wärme länger speichert als das Land, ist auch die Luft darüber noch wärmer und steigt auf. Dann bläst der Wind vom Land zum Meer.

Woher der Wind weht, wird immer mit der Himmelsrichtung angegeben. In unseren Breiten ist das oft aus westlicher Richtung, wir leben in der sogenannten Westwindzone. Die heißen Passatwinde wehen dagegen zuverlässig aus östlicher Richtung zum Äquator hin. Und die polaren Ostwinde transportieren eisige Luftmassen vom Pol zum Polarkreis.