

## Energieoptimierte Fortbewegung Bsp. Vögel 8 – Flügelform



Immer wieder kann man Vögel beobachten, die ohne Flügelschlag scheinbar schwerelos durch die Lüfte gleiten. Bei der Konstruktion von Flugzeug-Tragflächen haben die Ingenieure immer wieder bei den Vogelflügeln abgeschaut: Die Federn der Flügel bilden beim Abwärtsschlag und während des Gleitens durch die Luft eine geschlossene, leicht gewölbte Tragfläche.

Abb. 1: Rotmilan auf Beutesuche

### Material:

dickeres Papier, Büroklammern

### Aufgaben:

1. Puste wie in Abbildung 2 von vorn über ein gewölbtes Blatt Papier. Bei dickerem Papier kannst du es auf der gegenüberliegenden Seite mit Büroklammern beschweren, damit es sich wölbt.

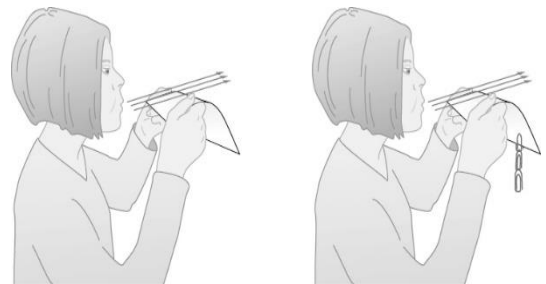


Abb. 2:

2. Notiere deine Beobachtung.

---

---

---

---

3. Übertrage deine Beobachtung auf den Vogelflügel

---

---

---

---

---



Immer wieder kann man Vögel beobachten, die ohne Flügelschlag scheinbar schwerelos durch die Lüfte gleiten. Bei der Konstruktion von Flugzeug-Tragflächen haben die Ingenieure immer wieder bei den Vogelflügeln abgeschaut: Die Federn der Flügel bilden beim Abwärtsschlag und während des Gleitens durch die Luft eine geschlossene, leicht gewölbte Tragfläche.

Abb. 1: Rotmilan auf Beutesuche

### Material:

dickeres Papier, Büroklammern

### Aufgaben:

1. Puste wie in Abbildung 2 von vorn über ein gewölbtes Blatt Papier. Bei dickerem Papier kannst du es auf der gegenüberliegenden Seite mit Büroklammern beschweren, damit es sich wölbt.
2. Notiere deine Beobachtung.

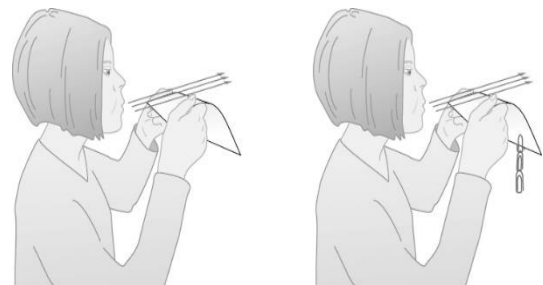


Abb. 2:

Beim Drüberpusten bewegt sich das gewölbte Blatt nach oben.

3. Übertrage deine Beobachtung auf den Vogelflügel

Fliegt ein Vogel, strömt die Luft am ausgebreiteten Flügel von vorn nach hinten vorbei. Wie beim gewölbten Papier erfährt der Flügel und mit ihm der Vogel dadurch einen Auftrieb. Durch die besondere Flügelform kann er beim Fliegen enorm Energie sparen.

Die Übertragung auf den Vogelkörper kann durch ein einfaches **Lehrer-Demonstrationsexperiment** veranschaulicht werden. Dieses kann man mit einer formativen Clicker-Frage verknüpfen.

#### Material:

- Vogelbalg mit ausgebreiteten Flügeln (**pestizidfrei!**, ggf. **Abzug!**)
- Tafelwaage (Digitalwaage)
- Föhn (Einstellung Kaltluft)

#### Clickerfrage:

*Beim Anblasen des Vogelmodells beobachtet man, dass die angezeigte Masse ...*

- ... zunimmt, da die Masse der Föhn-Luft ebenfalls addiert werden muss.*
- ... gleich bleibt, da der Föhn die vorhandene Luft lediglich durch andere Luft ersetzt. Die Luftmenge über der Waage bleibt gleich und damit auch die Masse.*
- ... nimmt ab, da die vorbeiströmende Luft dem Vogelmodell Auftrieb gibt. Die angezeigte Masse wird daher kleiner, da das Modell die Waage weniger stark belastet.*

#### Methode Clickerfrage:

- (1) Fragestellung vorstellen
- (2) erste geheime Abstimmung
- (3) Beratung in Partnerarbeit (3 – 5 Minuten)
- (4) zweite geheime Abstimmung
- (5) Auflösung, d. h. in diesem Fall: Versuchsdurchführung

#### Durchführung:

Anblasen des Vogelbalgs auf der Waage.

#### Beobachtung:

- Vogel bewegt Tafelwaage nach oben → „geringere“ Masse
- Digitalwaage zeigt geringere Masse an

#### Deutung:

Durch die Luftströmung erhalten Flügel und Vogel Auftrieb. Das Vogelmodell drückt daher weniger stark auf die Waage. Scheinbar hat das Modell an Masse verloren. (→ Lösung c korrekt)

#### Problem:

Wechsel des Bezugssystems → Die Masse nimmt durch Auftrieb nur scheinbar ab!



Fotos: Thomas Armbruster, ZPG BNT