

## Energieoptimierte Fortbewegung Bsp. Vogel 6 – Vogelfeder 1

Vogelflügel sind stets ähnlich aufgebaut. Man gliedert sie, je nachdem welche Knochen im Inneren beteiligt sind, in Armschwinge, Handschwinge und Daumenfittich. Die luftundurchlässige Flügelfläche oder Tragfläche wird vor allem von Schwungfedern gebildet.

Neben den Schwungfedern tragen Vögel unter anderem noch flauschige Daunen als „warme Unterwäsche“ sowie Deck- und Körperfedern, die dem Vogel seine Außenform und sein arttypisches Aussehen verleihen. Zudem helfen sie ihn trocken zu halten. Die Steuerfedern sitzen am Schwanz.

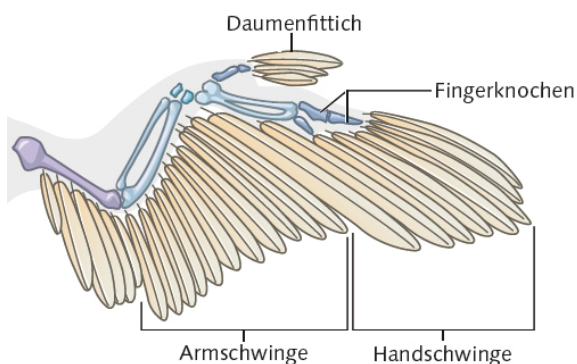


Abb. 1: Vogelflügel

Abgesehen von den Daunen sind die Federn ähnlich aufgebaut: Am langgezogenen Schaft sitzen zur Seite feine Ästchen, die zusammen die Tragflächen bilden. Die schmale Seite ist die Außen-, die breite die Innenfahne. Der Schaft geht in die Spule über, mit der die Feder in der Vogelhaut befestigt ist. Schaft und Spule bilden zusammen den hohlen Kiel.

Alle Federn bestehen wie z. B. die Fingernägel, Krallen und Hufe der Säugetiere aus Hornsubstanz. Diese ist härter als Holz, jedoch leichter und biegsamer als Knochen. Eingelagerte Farbstoffe verleihen den Federn ihre besondere Färbung.

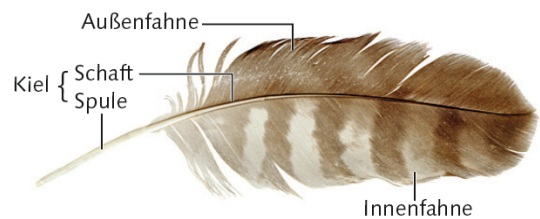


Abb. 2: Deckfeder

### Material:

- |                 |                  |                    |
|-----------------|------------------|--------------------|
| • Schwungfedern | • Waage          | • Streichhölzer    |
| • Stereolupe    | • Pipetten       | • Stofftaschentuch |
| • Papier        | • Kerze          | • Strohhalm        |
| • Schere        | • Wattekügelchen | • Holzstäbchen     |

### Aufgaben:

1. Nenne Eigenschaften (Vermutungen), die Schwungfedern erfüllen müssen, damit ein Vogel fliegen kann. Begründe deine Vermutungen, denke dabei an die Vorteile, die der Vogel durch die Eigenschaft gewinnt.
2. Plane Experimente zur Überprüfung der Hypothesen mithilfe der vorgegebenen Materialien.
3. Führe deine Experimente durch und protokolliere.



### Knobelaufgabe:

Früher verwendete man zum Schreiben anstatt eines Füllers häufig Federkiel.

- a. Erläutere, warum sich Federn als Schreibgeräte eignen.
- b. Erkläre den Struktur-Funktion-Zusammenhang des hohlen Federkiels für den Vogel.
- c. Fertige mit Hilfe eines scharfen Messers aus einer Schwungfeder deinen eigenen Federkiel zum Schreiben.

**Verletzungsgefahr!**  
Beim Anspitzen eines Federkiels kann dieser splintern.  
**Schutzbrille tragen!**

Um zu zeigen, dass Federn luftundurchlässig sind, benötigst du folgendes Material:

- Schwungfeder
- Kerze
- Streichhölzer
- Strohhalm
- Stofftaschentuch

Um zu zeigen, dass Federn wasserabweisend sind, benötigst du folgendes Material:

- Schwungfeder
- Wasser
- Pipette

Um zu zeigen, dass Federn leicht sind, benötigst du folgendes Material:

- Schwungfeder
- Papier
- Schere
- Waage

**Material:**

- Schwungfeder
- Wasser und Pipette
- Kerze und Streichhölzer
- Strohhalm
- Stofftaschentuch
- Papier und Schere
- Waage

Lies zunächst die Versuchsdurchführung und formuliere zu jedem Experiment eine Versuchsfrage. Führe dann die Experimente durch, protokolliere deine Beobachtungen und vergleiche mit den Hypothesen.

**Durchführung:**

1. Versuche eine brennende Kerze durch eine Schwungfeder hindurch auszublasen. Puste die Luft dabei durch einen Strohhalm. Versuche dasselbe durch ein gespanntes Stofftaschentuch.
2. Gib mit einer Pipette ein paar Wassertropfen auf die Federfahne.
3. Vergleiche die Masse einer Feder mit dem von Papier.  
(Tipp: Wiege die Feder und zum Vergleich ein entsprechend ausgeschnittenes Papierfeder.)

1. Schwungfedern müssen luftundurchlässig sein. Würden die Schwungfedern Luft durchlassen, wären sie keine gute Tragfläche.  
Schwungfedern müssen wasserabweisend sein. Nasse Federn würden die Masse deutlich vergrößern. Der Vogel wäre zu schwer zum Fliegen.  
Schwungfedern müssen sehr leicht sein, damit die Gesamtmasse des Vogels gering bleibt.

2. praktische, individuelle Schülerlösungen

3. Experiment 1 (Kerze):

Eine Kerze lässt sich durch ein Stofftaschentuch hindurch auspusten, durch eine Feder hingegen nicht. → Federn sind luftundurchlässig.

Experiment 2 (Wasser):

Tropft man mit einer Pipette Wasser auf eine Feder, perlt das Wasser ab. Die Feder bleibt trocken. → Federn sind wasserabweisend.

Experiment 3 (Papierfeder):

Die Masse einer Feder ist deutlich kleiner als die einer gleich großen Papierfeder. → Federn sind sehr leicht.

**Knobelaufgabe:**

- a. Federkielen sind innen hohl. Taucht man sie in Tinte, füllt sich ein Teil des Hohlraums mit Tinte, ähnlich einer Tintenpatrone. Führt man die angeschrägte Spule über Papier, fließt die Tinte wieder heraus.
- b. Ein hohler Federkiel ist besonders leicht. Eine geringe Masse erleichtert das Fliegen.

(Weitere, hier nicht erwartete Aspekte, da u. a. an andere Stelle thematisiert: Hohle, luftgefüllte Federn sind gute Isolatoren. Röhren sind elastischer als Stäbe desselben Materials und desselben Durchmessers.)

- c. individuelle, praktische Schülerlösung

**Sicherheits-Hinweis:**

Beim Anspitzen eines Federkiels kann dieser splintern. Es besteht Verletzungsgefahr! **Schutzbrille** tragen!