



# Der Vogelflug

Perfekte Anpassung an die Fortbewegung in der Luft



WIEBKE HOMANN – WIEBKE JÜRGENS

## Online-Ergänzung

**W. HOMANN - W. JÜRGENS: Der Vogelflug – perfekte Anpassung an die Fortbewegung in der Luft**

**Arbeitsblatt 1: „Mäusebussard und Feldhase sind etwa gleich groß - könnten Hasen fliegen, wenn sie Flügel wie Vögel hätten?“**

Wie du weißt, gehören Feldhasen zu den Säugetieren. Dass Feldhasen nicht fliegen können, ist wohl jedem klar. Aber stell dir einmal vor, Feldhasen hätten Flügel wie Vögel, könnten sie dann fliegen?

Recherchiere im Lehrbuch und im Internet den Bau und die Besonderheiten des Vogelkörpers und notiere die wichtigsten Funktionen der Anpasstheit des Vogelkörpers an die Fortbewegung in der Luft. Vergleiche die Merkmale mit einem Feldhasen.

	<b>Vogel - Mäusebussard</b>	<b>Säugetier - Feldhase</b>
		
<b>Körperlänge</b>	<b>51-58 cm</b>	<b>42-68 cm</b>
<b>Bauweise und Festigkeit des Skelettes</b>	Die großen Knochen sind luftgefüllt	Die großen Knochen sind markgefüllt
	Anzahl der Knochen geringer	Anzahl der Knochen höher
	Beckenknochen miteinander verschmolzen – erhöht Festigkeit, spart Gewicht	Beckenbereich nicht verwachsen
	Sehr großes Brustbein als Ansatz für die Flugmuskulatur	Kleines Brustbein
<b>Körperform</b>	Aerodynamisch/ widerstandsarm	Keine spezielle Anpassung
<b>Körperschwerpunkt</b>	Tiefer Körperschwerpunkt beim Fliegen sichert stabile Fluglage	Mittiger Körperschwerpunkt
<b>Atmung</b>	Wirkungsvolle Atmung – Gasaustausch sowohl beim Ein- als auch beim Ausatmen durch Luftsäcke hinter den Bronchien	Gasaustausch in der Lunge nur beim Einatmen
<b>Herztätigkeit</b>	Hohe Herzschlagfrequenz	Normale Herzschlagfrequenz
<b>Energiehaushalt</b>	Schneller Stoffwechsel und hohe Körpertemperatur (42°C)	Normaler Stoffwechsel und Körpertemperatur
<b>Fortpflanzung/ Entwicklung der Eier</b>	Die Eier entwickelt sich außerhalb des Körpers – spart Gewicht	Die Eier entwickeln sich innerhalb der Gebärmutter
<b>Körperbedeckung</b>	Federn – extrem leicht, hoher Luftwiderstand	Haare – kein Luftwiderstand
<b>Gewicht</b>	<b>800 – 1300 Gramm</b>	<b>2500 – 6400 Gramm</b>

**„Könnten Feldhasen fliegen, wenn sie Flügel wie Vögel hätten?“**

Nein, sie sind zu schwer und verfügen nicht über einen so leistungsstarkes Herz-Kreislaufsystem.

---

**W. HOMANN - W. JÜRGENS: Der Vogelflug – perfekte Anpassung an die Fortbewegung in der Luft**

**Arbeitsblatt 2.1: „Die Marabus in Zoos versuchen offenbar häufig, aus ihrem Gehege zu entkommen. Warum schaffen es die Vögel nicht, aus dem offenen Gehege zu fliegen?“**

In Zoos sieht man häufig große Vögel wie Störche, Marabus, Pelikane oder Flamingos in offenen Gehegen. Die Tiere schlagen mit den Flügeln, schaffen es aber offensichtlich nicht, über den Zaun zu fliegen.



**Betrachte den abgebildeten Marabu: trotz der großen Flügel kann er nicht aus dem Gehege fliegen – warum?**

**Stelle Vermutungen an und notiere sie stichpunktartig.**

---

---

---

Recherchiere im Internet über das Stutzen der Vogelflügel. Diskutiert in der Klasse sowohl die Rolle der Schwungfedern für das Fliegen als auch Tierschutzaspekte bei diesem Eingriff.

**Was wird gestutzt?**

---

**Welchen Effekt hat das?**

---

**Ist das aus Tierschutzsicht sinnvoll?**

---

**Welche Funktionen haben die Schwungfedern für das Fliegen?**

Führe die nachfolgenden Experimente zu Federn durch.

**W. HOMANN - W. JÜRGENS: Der Vogelflug – perfekte Anpassung an die Fortbewegung in der Luft**

**Arbeitsblatt 2.2: Experimente zu Vogelfedern**

**1. Aufbau und Merkmale der Schwungfeder**

Fertige mit Bleistift eine grobe Skizze der Schwungfeder an und beschrifte anschließend die mit bloßem Auge sichtbaren Teile!

Nenne Merkmale dieser Federart und deren Bedeutung für das Fliegen!

Schau dir die Feder unterm Lichtmikroskop an. Trenne dann vorsichtig mit einem Zahnstocher die Äste.

- Welche Strukturen kannst du erkennen? Fertige dazu mit Bleistift eine Skizze an und beschrifte diese!
- Welche Funktion haben die beobachteten Strukturen für den Vogel?
- Fällt dir ein Alltagsgegenstand ein, an den dich die Strukturen erinnern?

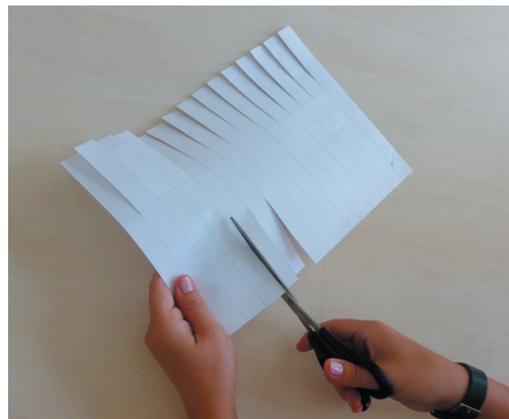
**2. Modellexperiment zum Vogelflügel**

Materialien:

2 Blatt Papier (DIN A4), Schere, (ggf. Bleistift und Lineal)

Durchführung:

Schneide eines der zwei Papierblätter möglichst gleichmäßig wie auf der Abbildung gezeigt ein. (Um ein gleichmäßigeres Ergebnis zu erhalten, kannst du das Blatt auch ausmessen und mit Linien die Einschnittlinien vorzeichnen). Lasse anschließend beide Blätter gleichzeitig zu Boden fallen.



**Was kannst du beobachten?**

---

**Wie lässt sich deine Beobachtung erklären?**

---

Die Blätter dienen als Modelle für den Vogelflügel.

**Welcher Vorteil ergibt sich aus euren Beobachtungen für den Vogel?**

---

---

**W. HOMANN - W. JÜRGENS: Der Vogelflug – perfekte Anpassung an die Fortbewegung in der Luft**

**Arbeitsblatt 2.3: Experimente zu Vogelfedern**

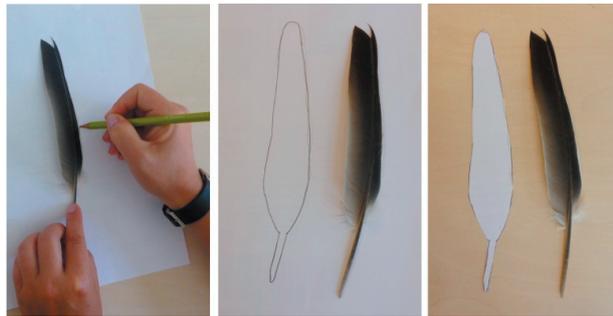
**3. Das Federgewicht**

Material:

Schwungfeder, Feinwaage, Papier, Bleistift, Schere

Durchführung:

Lege die Feder auf die Feinwaage und notiere das Gewicht. Lege die Feder anschließend auf ein Blatt Papier und zeichne den Umriss auf. Schneide den Umriss anschließend aus und bestimme das Gewicht der "Papierfeder".



**Gewicht der Feder:** \_\_\_\_\_ **Gewicht der Papierfeder:** \_\_\_\_\_

**Was kannst du beobachten?**

\_\_\_\_\_

**Wie lässt sich das erklären?**

\_\_\_\_\_

**Welcher Vorteil ergibt sich daraus für den Vogel?**

\_\_\_\_\_

**4. Federn und Dornen**

Materialien:

Schwungfeder, Dornen vom Schwarzdornstrauch (alternativ Zahnstocher)

**Achtung:** Bitte vorsichtig mit den spitzen Dornen umgehen!

Durchführung:

Halte die Schwungfeder auf dem Tisch zwischen zwei Fingern straff. Nun fahre mit dem Dorn/Zahnstocher vorsichtig parallel zum Schaft nach oben durch die Federäste, sodass sich diese trennen. Fahre anschließend mit zwei Fingern von der Spule die Äste entlang nach außen.

Was kannst du beobachten? Wie lässt sich das erklären? Welcher Vorteil ergibt sich daraus für den Vogel?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

W. HOMANN - W. JÜRGENS: Der Vogelflug – perfekte Anpassung an die Fortbewegung in der Luft

### Arbeitsblatt 3.1: Der Flug des Weißstorchs: Fliegen ohne Flügelschlag



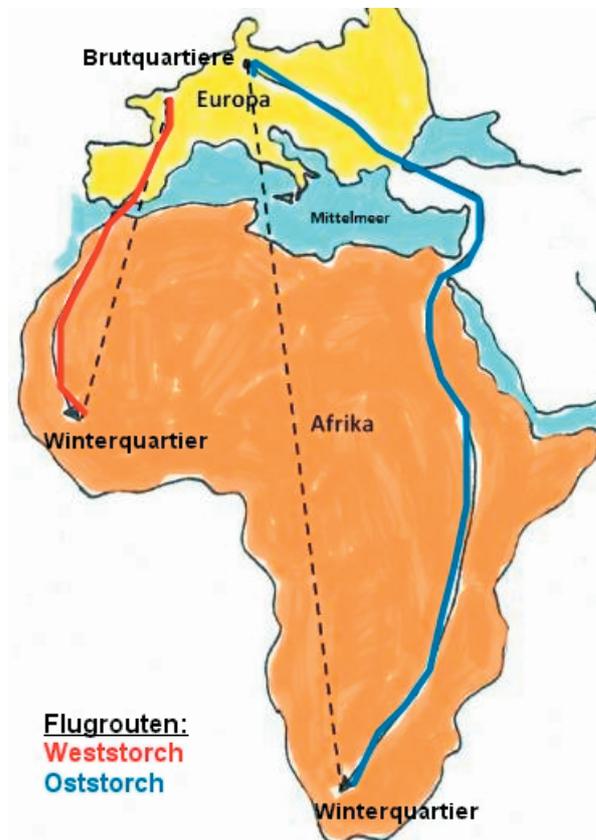
Weißstörche sind Zugvögel, Wanderer zwischen den Welten, die jedes Jahr lange Strecken zwischen ihren Brut- und Winterquartieren zurücklegen. Um zu ihren teilweise 10 000 km entfernten Winterquartieren in Afrika zu gelangen, legen sie jeden Tag eine durchschnittliche Strecke von ca. 180-300 km zurück, und das größtenteils ohne mit den Flügeln zu schlagen.

Wie kann das gehen?

Sammele Informationen zum Segelflug und führe die Experimente auf den folgenden Seiten durch.

Betrachte die Karte mit den Flugrouten der Störche.

- **Fallen dir Gemeinsamkeiten auf, wenn du beide Zugrouten anschaust?**
- **Warum wählen die Störche nicht die gestrichelte Route, obwohl diese viel kürzer ist?**



W. HOMANN - W. JÜRGENS: Der Vogelflug – perfekte Anpassung an die Fortbewegung in der Luft

### Arbeitsblatt 3.2: Der Flug des Weißstorchs: Fliegen ohne Flügelschlag

**Problemfrage:** Wie schafft es der Weißstorch so viele Kilometer ohne Flügelschlag zurückzulegen?



**Zur Wiederholung:**

Vögel fliegen, indem sie auf eine spezielle Art mit den Flügeln schlagen, wodurch sie sich in der Luft nach oben und vorn drücken (Ruderflug). Der Flügelschlag sorgt hauptsächlich für den Vortrieb des Vogels und liefert den für den Auftrieb nötigen „Wind“. Der Auftrieb entsteht aufgrund der besonderen Form des Flügels.

Informiert euch über den Aufbau des Vogelflügels und zeichnet eine Skizze des Tragflächenprofils!

- **Wie entsteht die Auftriebskraft am Tragflächenprofil?**  
Zeichnet in eure Skizze den Luftstrom und die Kräfte ein.

**Experiment zum dynamischen Auftrieb**

Halte ein Blatt Papier wie auf dem Foto vor dich. Blase nun von vorn auf das Blatt (Gegebenenfalls musst du den Winkel, in dem du auf das Blatt pustest, verändern).



**Beobachtungen:**

---

---

---

**Erklärung:**

---

---

---

Übertrage das Ergebnis des Versuchs auf den Vogelflug.  
**Was bedeutet das für den Weißstorch?**

Strömt Luft über den gewölbten Vogelflügel, entsteht ein Sog nach oben, der der Schwerkraft (der Gewichtskraft des Vogels) entgegenwirkt. Der Vogel gleitet im **Gleitflug** langsam Richtung Boden.

W. HOMANN - W. JÜRGENS: Der Vogelflug – perfekte Anpassung an die Fortbewegung in der Luft

### Arbeitsblatt 3.3: Der Flug des Weißstorchs – Segelflug und Gleitflug

Informiert euch über den Segelflug und beschreibt diese Flugart.

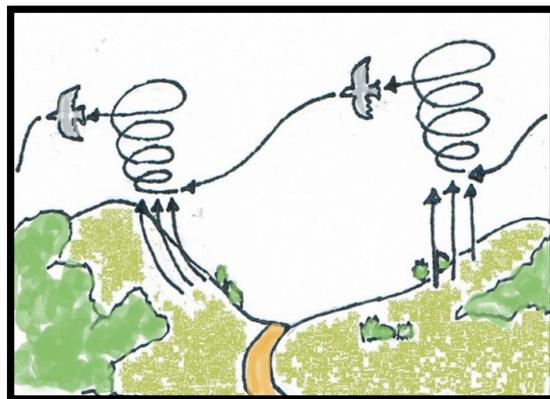
**Was unterscheidet sie vom Gleitflug?**

---

---

Die Abbildung zeigt u.a. den Gleit- und den Segelflug.

Markiert in der Abbildung den Gleitflug grün und den Segelflug rot.



a) Was ist nötig, damit der Segelflieger in der Luft aufsteigen kann ?

---

---

---

---

b) Beschreibt die Technik, die der Flieger auf der Abbildung anwendet!

**Welcher Vorteil ergibt sich daraus?**

---

---

---

Was sind Aufwinde und wie entstehen Aufwinde?

**Wo entstehen sie und wo eher nicht?**

---

---

Übertrag die Ergebnisse oben auf den Vogelflug:

**Was bedeutet das für den Weißstorch?**

Bezieht in eure Überlegungen die Zugrouten der West- und Oststörche mit ein!

---

---

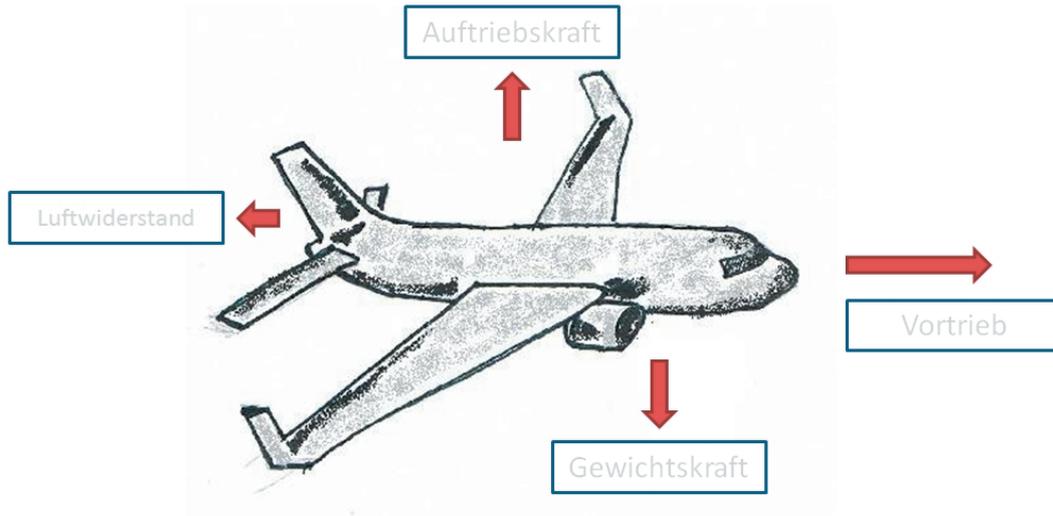
---

W. HOMANN - W. JÜRGENS: Der Vogelflug – perfekte Anpassung an die Fortbewegung in der Luft

**Arbeitsblatt 4.1: Fliegen in Natur und Technik**

**Welche Kräfte wirken in der Luft?**

Stell dir vor, ein Flugzeug soll von der Landebahn starten. Welche Kräfte muss es überwinden, bzw. erzeugen, um abheben zu können? Setze die folgenden Begriffe richtig in die Zeichnung ein: *Gewichtskraft, Luftwiderstand, Vortrieb, Auftriebskraft*.



**Beschreibe die Kräfte, die auf ein Flugobjekt wirken:**

**Gewichtskraft:** Die Kraft kommt dadurch zustande, dass die Erde eine Anziehungskraft auf alle Objekte ausübt. Um fliegen zu können, ist es daher vorteilhaft, wenn das Gewicht möglichst gering ist.

**Auftriebskraft:** Damit Flugobjekte, die schwerer als die Luft sind nicht einfach wie ein Stein zu Boden fallen, muss eine ausreichend nach oben gerichtete Kraft auf sie wirken, die der Gewichtskraft entgegenwirkt. Auftrieb entsteht bei Luftströmung um entsprechend geformter Körper, z. B. Tragflächen oder Flügel.

**Luftwiderstand:** Wenn du beim Autofahren vorsichtig die Hand aus dem Fenster streckst, kannst du den Luftwiderstand spüren. Die Kraft kommt dadurch zustande, dass Luft aus vielen kleinen Gasteilchen besteht, die bei der Bewegung fliegender Objekte verdrängt werden müssen. Damit sich Objekte in der Luft vorwärts bewegen können, müssen ihre Vortriebskräfte größer sein, als der Luftwiderstand.

**Vortrieb:** Die Kraft ermöglicht die Vorwärtsbewegung von Objekten. Der Vortrieb wird bei Flugzeugen durch große Triebwerke erzeugt, die Luft ansaugen und nach hinten ausblasen. So entsteht ein Luftstrom nach hinten, der das Flugzeug nach vorn drückt. Man spricht von dem Rückstoßprinzip.

**W. HOMANN - W. JÜRGENS: Der Vogelflug – perfekte Anpassung an die Fortbewegung in der Luft**

**Arbeitsblatt 4.2: Fliegen in Natur und Technik**

**Flugzeug und Vogel im Vergleich: Gemeinsamkeiten und Unterschiede.**

Die aerodynamische Körperform hat sich der Mensch aus der Natur abgeschaut. Der stromlinienförmige Körperbau und widerstandsarme Oberflächen verringern den Luftwiderstand und sind sowohl bei Vögeln als auch bei Flugzeugen realisiert. Bei Vögeln reduzieren gespreizte Federn an den Flügelspitzen zusätzlich die Bildung großer Luftwirbel.



Foto: J. Clausen

Die Erzeugung von dynamischem Auftrieb ist vom Tragflächenprofil abhängig. Auch dabei hat der Mensch die Natur als Vorbild verwendet. Stark gewölbte Profile, wie sie vor allem langsam fliegende Flugzeuge und Vögel benutzen, erzeugen relativ viel Auftrieb. Aber auch die Flügelgeometrie und der Anstellwinkel der Flügel beeinflussen die Auftriebskraft. Bei Flugzeugen kann der Anstellwinkel mit dem Höhenruder verändert werden, die Tragflächengeometrie ist z. B. mit Hilfe der Landeklappen veränderbar. Vögeln verändern einfach die Drehung und Spreizung der Flügel. Vortrieb erreicht ein Vogel durch Auf- und Abschlagen der Flügel. Ähnlich wie bei einem Propeller, wird die für den Vortrieb Luftströmung dadurch erzeugt, dass die Flügelenden beim Abschlag mit der Vorderkante nach vorne unten gedreht werden, beim Aufschlag zeigt die Vorderkante des Handbereiches nach oben. Bei großen Flugzeugen hingegen, stoßen Turbinen Luft und Abgase nach hinten aus und drücken das Flugzeug nach vorne.

Ein möglichst geringes Gewicht spart Energie und erleichtert das Fliegen. Leichtbauweise erfolgt bei Flugzeugen mit leichten Werkstoffen (Aluminium, Titan) und Hohlräumen in den Tragflächen (Wabenbauweise). Vögel reduzieren ihr Gewicht z. B. durch hohle Knochen und ein sehr leichtes Federkleid.

**Aufgabe:** Lege in deinem Heft eine Tabelle nach folgendem Schema an.  
 Vergleiche darin Flugzeug- und Vogelflug.  
 Verwende dazu den oben stehenden Text.

Kräfte beim Fliegen	Flugzeug	Vogel
Gewichtskraft		
Auftriebskraft		
Luftwiderstand		
Vortrieb		

**W. HOMANN - W. JÜRGENS: Der Vogelflug – perfekte Anpassung an die Fortbewegung in der Luft**

**Lösung:**

	<b>Flugzeug</b>	<b>Vogel</b>
<b>Gewichtskraft</b>	Leichtbau mit leichten Werkstoffen (Aluminium, Titan) und Wabenbauweise	Hohle Knochen, leichtes Federkleid
<b>Auftriebskraft</b>	Tragflächenprofil; Erzeugung von dynamischem Auftrieb;  Anstellwinkel kann mit dem Höhenruder verändert werden; Tragflächengeometrie ist veränderbar, z. B. mit Hilfe der Landeklappen.	Tragflächenprofil Erzeugung von dynamischem Auftrieb;  Flügelgeometrie und Anstellwinkel können durch den Vogel verändert werden
<b>Luftwiderstand</b>	Aerodynamische Form	Aerodynamische Körperform = stromlinienförmiger Körperbau und widerstandsarme Oberflächen; gespreizte Flügelspitzen reduzieren Wirbel.
<b>Vortrieb</b>	Turbinen stoßen Luft und Abgase nach hinten aus und drücken das Flugzeug nach vorne.	Vortrieb durch Auf- und Abschlag der Flügel. Ähnlich wie bei einem Propeller, wird die für den Vortrieb notwendige Luftströmung dadurch erzeugt, dass die Flügelenden beim Abschlag mit der Vorderkante nach vorne unten gedreht werden, beim Aufschlag zeigt die Vorderkante des Handbereiches nach oben.