

Versuche zum Vogelflug

Nickl 2018, ergänzt am 22.4.2020

Das Thema Vogelflug bietet reichlich Möglichkeiten für Experimente, die fast alle gut von Schülern in kurzer Zeit durchgeführt werden können, wobei die Kompetenz „Erkenntnisse gewinnen“ besonders gefördert wird. Etliche dieser Versuche können in den laufenden Unterricht eingeschoben werden. Eine Alternative ist ein Lernzirkel. Werden die Versuche arbeitsteilig durchgeführt, müssen sie anschließend von ausgewählten Gruppenmitgliedern vor der Klasse kurz präsentiert werden; dies dient zusätzlich dem Training der Kompetenz „Kommunizieren“.

Es ist darauf zu achten, keine im Freiland aufgesammelten Federn zu verwenden, sofern sie nicht zuvor sterilisiert worden sind. Empfehlenswert ist deshalb der Bezug über eine Lehrmittel-Firma.

Übersicht über die Versuche

ALP = Blätter im Praktikumsordner „Bio? – Logisch!“ von der Akademie für Lehrerbildung und Personalführung in Dillingen, Akademiebericht 506

Eigenschaften der Luft:

- (1) **Der magische Verschluss:** Der Luftdruck hält das Wasser in einem umgedrehten Becher fest, der locker mit einer CD verschlossen ist. Nur über einem Ausguss oder einer großen Schüssel durchführen! ALP Blatt 02_v10: Der magische Verschluss
- (2) **Wassertransport:** Wasser kann mit einem Glasrohr von einem Meßzylinder in einen anderen transportiert werden, wenn die obere Öffnung mit einem Finger verschlossen wird: Der Luftdruck hält das Wasser im Rohr, auch wenn es unten offen ist. ALP Blatt 02_v11: Wassertransport
- (3) **Luftballon-Paar:** Zwischen zwei an Schnüren hängenden Luftballons wird Luft durchgeblasen. Überraschenderweise bewegen sich die Ballons nicht auseinander, sondern zueinander hin: Je schneller die Luft an einem Gegenstand vorbeiströmt, desto geringer ist der Druck, den sie auf ihn ausübt. Die stehende Luft auf den Außenseiten drückt stärker auf die Ballons als die strömende Luft auf den Innenseiten. ALP Blatt 02_v09: Luftballon-Paar
Vgl. Hinweis am Ende des Skripts.

Bau und Eigenschaften der Vogelfeder:

- (4) **Gewichtvergleich:** Von einer Schwungfeder wird ein gleich großes Modell aus Papier angefertigt, Feder und Papiermodell werden gewogen. Die Feder ist deutlich leichter als Papier.
- (5) **Wasser:** Über einer großen Petrischale wird auf die geschlossene Fahne einer Schwungfeder bzw. auf ein Stück Papiertaschentuch Wasser getropft. Das Papier saugt sich voll Wasser, das Wasser tropft letztlich durch; auf der Feder perlt das Wasser ab und geht nicht durch. Schwungfedern sind wasserdicht.
- (6) **Luft:** Es wird versucht, eine brennende Stumpenkerze durch die geschlossene Fahne einer Schwungfeder hindurch auszublasen. Ggf. verschiedene Abstände und Blas-Stärken erproben. Schwungfedern sind luftdicht. (Darauf achten, dass kein flüssiges Kerzenwachs herumgeblasen wird!)
- (7) **Baustoff:** Ein Haar, ein Stück Papier sowie ein abgeschnittenes Stück Feder werden verbrannt. Es entsteht der gleiche Geruch bei Haar und Feder, beide bestehen aus dem gleichen Baustoff, nämlich Hornstoff. (Nur sehr kleine Stücke Feder dürfen verbrannt werden, Feder nicht an ihrer Spitze in die Flamme halten. Lüften nicht vergessen!)

- (8) **Reparatur:** Die Fahne einer Schwungfeder wird aufgerissen und durch mehrfaches Darüberstreichen wieder verschlossen. Reißverschluss-Prinzip der Haken- und Bogenstrahlen.
- (9) **Widerstand:** Eine größere Schwungfeder wird mal mit geschlossener, mal mit mehrfach aufgerissener Fahne kräftig durch die Luft geschlagen. Der Luftwiderstand ist im ersten Fall deutlich höher als im zweiten. Vogelflug benötigt Federn mit geschlossener Fahne.
- (10) **Schwebende Feder** (Demonstrationsversuch): Ein breites und langes Glasrohr wird vertikal über einer Kerzenflamme fixiert. Sobald genügend warme Luft das Glasrohr durchströmt hat, wird von oben eine Daunenfeder passender Größe in das Glasrohr gesteckt. Die Daune fliegt sofort nach oben weg. Die Kerzenflamme wird weggenommen und der Versuch wiederholt, bei der nächsten Wiederholung wird die Kerzenflamme unter das Glasrohr gestellt, kurz nachdem die Feder eingeworfen wurde. Die warme Luft über der Kerzenflamme strömt nach oben und trägt die Feder mit. Federn sind sehr leicht; Luft über warmem Untergrund bewegt sich nach oben und liefert so für den Segelflug den nötigen Auftrieb.
ALP Blatt 08_2_v20: Warme Luft und Fliegen – Thermik

Bau und Eigenschaften des Vogelflügels:

- (11) **Auftriebs-Kraft:** Ein Blatt Papier (am besten eignet sich das Format DIN A5) wird über eine Kante gehalten (Schulbuch, Bleistift), so dass es vorne herunterhängt. Nun wird von hinten über das Blatt geblasen. Das Blatt hebt sich. Die bewegte Luft auf der Oberseite drückt weniger stark auf das Blatt als die unbewegte Luft auf der Unterseite, so dass insgesamt eine von unten nach oben wirkende Kraft (Auftriebs-Kraft) das Blatt hebt. Rückgriff auf Versuch (3).
Vgl. Hinweis am Ende des Skripts.
- (12) **Flügelprofil** (Demonstrationsversuch): Mit einem Fön wird ein gewölbtes bzw. ein gerades Profil angeblasen, das so auf einem Gestell befestigt ist, dass es sich heben kann. Das gewölbte Profil hebt sich, das gerade Profil hebt sich nicht. Die Luft, die oben über das gewölbte Profil streicht, muss einen längeren Weg zurücklegen als die Luft, die unter dem Profil den geraden Weg nimmt und deshalb langsamer strömt, und übt darum einen geringeren Druck auf das Profil aus. Dadurch entsteht insgesamt eine von unten nach oben wirkende Auftriebs-Kraft.
ALP Blatt 08_2_v19: Auftrieb am Vogelflügel (Variante mit Fön; Nachteil: laut)
Vgl. Hinweis am Ende des Skripts.

Beispiele für Stationenblätter bei einem arbeitsteiligen Praktikum

(verändert nach Victoria Müller, 2017)

(4) Gewicht

- 1) Übertrag den Umriss der Feder auf ein Blatt Papier und schneide das Papiermodell aus.
- 2) Stell mit der Waage das Gewicht der echten Feder und das des Papiermodells fest. Protokolliere die beiden Gewichte.
- 3) Erkläre die Bedeutung deiner Beobachtungen für die Lebensweise eines Vogels.
- 4) Bereite dich darauf vor, den Versuch, die Ergebnisse und deine Erklärung der Klasse vorzustellen.
- 5) Formuliere in ein, zwei Sätzen die Beobachtungen und ihre Bedeutung als Hefteintrag.

(5) Wasser

- 1) Leg die Feder in eine Petrischale, achte darauf, dass die Fahne nicht aufgerissen ist (wenn doch, dann glätte sie, indem du sie mehrmals zwischen zwei Fingerspitzen durchziehst).
- 2) Nimm mit der Pipette etwas Wasser auf und tropfe es auf die Feder.
- 3) Wiederhole den Versuch mit einem Papiertaschentuch.
- 4) Protokolliere deine Beobachtungen.

- 5) Erkläre die Bedeutung deiner Beobachtungen für die Lebensweise eines Vogels.
- 6) Bereite dich darauf vor, den Versuch, die Ergebnisse und deine Erklärung der Klasse vorzustellen.
- 7) Formuliere in ein, zwei Sätzen die Beobachtungen und ihre Bedeutung als Hefteintrag.

(7) Baustoff

- 1) Zünde die Kerze an.
- 2) Schneid von einem einzelnen Haar ein etwa 10 cm langes Stück ab und halte es mit der Pinzette in die Flamme.
- 3) Halte mit der Pinzette ein vorbereitetes Stückchen Papier in die Flamme.
- 4) Halte mit der Pinzette ein vorbereitetes Stückchen Feder in die Flamme.
- 5) Protokolliere deine Beobachtungen.
- 6) Erinnerung dich: Aus welchem Baustoff bestehen Haare?
- 7) Erkläre die Beobachtungen aus deinem Versuch.
- 8) Bereite dich darauf vor, den Versuch, die Ergebnisse und deine Erklärung der Klasse vorzustellen.
- 9) Formuliere in ein, zwei Sätzen die Beobachtungen und ihre Bedeutung als Hefteintrag.

Hinweis für die Lehrkraft: Das hier dargestellte Prinzip für den Auftrieb beruht auf den Gleichungen, die der Schweizer Mathematiker Daniel Bernoulli 1738 hergeleitet hat. Dieser „Satz von Bernoulli“ besagt, dass der Druck in einem Fluid (Flüssigkeit, Gas) abnimmt, wenn die Geschwindigkeit zunimmt und umgekehrt. Dieses Prinzip erklärt aber nur einen Teil des Auftriebs bei Flugzeugen und Vögeln und widerspricht der Tatsache, dass Flugzeuge und Vögel auch mit dem Rücken nach unten fliegen können. Ein zweites Prinzip ist Newtons drittes Gesetz: Luft trifft in einem Winkel auf die Unterseite der Tragfläche und wird dadurch nach unten abgelenkt; die Gegenkraft hebt den Flügel nach oben. Aber es gibt noch weitere wesentliche Effekte, die nicht so einfach zu begreifen sind. Bis heute gibt es kein anschauliches Modell der mittlerweile recht guten mathematischen Beschreibungen der Flugmechanik. Das sollte man als Lehrkraft wissen, um nicht dem Irrtum zu verfallen, das oben dargestellte Prinzip böte bereits die (weitgehend) vollständige Erklärung. [Nach Ed Regis: „Aerodynamik – Das Geheimnis des Fliegens“ in Spektrum der Wissenschaft Heft 5, 2020, S. 53 ff]