

637 ... Hypothese zum Vogelflug

Zitat aus MNU 65/6 (01.09.2012) – Seite 366

„ ... Die Auftriebskraft resultiert aus den unterschiedlichen Strömungsgeschwindigkeiten an der Flügeloberfläche- und der Flügelunterseite.

Der entsprechende Luftstrom entsteht durch den Vorwärtsflug des Vogels. An der Flügeloberseite strömt die Luft, da sie einen weiteren Weg zurücklegen muss, schneller. Es entsteht ein Unterdruck. Dieser Sog „zieht“ den Vogelkörper nach oben. An der Flügelunterseite ist die zurückgelegte Strecke kleiner und die Luft strömt entsprechend langsamer. Es entsteht ein Überdruck, der den Vogelkörper nach oben „drückt“. Unterdruck (ca. 2/3) und Überdruck (ca. 1/3) erzeugen gemeinsam den Auftrieb (vgl. Hickmann et al., 2008, S 877). Die Luftströmung am Vogel Flügel wird dabei durch den Flug nach vorne erzeugt. Die Auftriebskraft die am Flügel entsteht, wird neben der Fluggeschwindigkeit auch von der Flügelform und der Flügelgröße beeinflusst. Der Winkel, in dem der Flügel zum Vogelkörper steht, nimmt ebenfalls Einfluss.

Je schwerer ein Körper ist, desto mehr Auftriebskraft muss generiert werden, um die Schwerkraft zu überwinden. Der gesamt Vogelkörper zeichnet sich durch Anpasstheit aus, die das Gewicht möglichst klein halten. ...“



Arbeitsauftrag

- [01.] Diskutieren Sie mit Ihrem Team, welche der obigen Darstellungen korrekt sind – welche Darstellungen sind falsch?
- [02.] Falls Sie eine „Fehlvorstellung“ oder eine „falsche Behauptung“ in dem Text finden, denken Sie sich ein Experiment aus, in dem man diese „falsche Behauptung/Vorhersage“ überprüfen kann.
- [03.] Welche Suggestion geht von dieser Darstellung aus?
- [04.] Der obige Artikel ist in einer Didaktik-Fachzeitschrift erschienen. Wenn man Fehler in solchen Fachartikeln findet, kann man als Fachkollegin oder Fachkollege mit einem Leserbrief reagieren.
Formulieren Sie mit Ihrem Team einen Leserbrief an die Autoren des obigen Artikels, in dem Sie die nicht „korrekten“ oder „nicht vertretbaren“ Abschnitte den Kolleginnen und Kollegen in einer liebevollen – aber korrekten Art – mitteilen.

Lösungshinweise

... in einem Leserbrief könnte man folgendes schreiben:

Sie schreiben in diesem Artikel, dass „... *An der Flügeloberseite strömt die Luft, da sie einen weiteren Weg zurücklegen muss, schneller. Es entsteht ein Unterdruck. Dieser Sog „zieht“ den Vogelkörper nach oben. An der Flügelunterseite ist die zurückgelegte Strecke kleiner und die Luft strömt entsprechend langsamer. Es entsteht ein Überdruck, der den Vogelkörper nach oben „drückt“.*

Ich gehe davon aus, dass die prinzipielle Funktionsweise einer Flugzeugtragfläche und eines Vogelflügels im Horizontalflug sehr ähnlich ist. Wenn wir das unterstellen dürfen, suggeriert Ihre Darstellung, dass Fluidteilchen, die gemeinsam an der Flügelvorderkante ankommen und von denen das eine über und das andere unter dem Flügel vorbeiströmt, an der Flügelkante wieder zusammentreffen müssen. Im Bilde dieser Suggestion, muss das Teilchen, das oberhalb strömt, eine höhere Geschwindigkeit haben, weil es auf einem längeren Weg unterwegs ist. Leider ist diese Suggestion aber falsch. Das Teilchen oberhalb der Tragfläche trifft bei Flugzeugtragflächen im normalen Horizontalflug nicht mit dem Teilchen unter der Tragfläche an der Hinterkante zusammen – ganz im Gegenteil – das Teilchen oberhalb befindet sich wesentlich weiter hinter dem Flügel, wenn das Teilchen unterhalb des Flügels die Flügelhinterkante erreicht. Diese Suggestion mit der „anschaulichen Vorstellung“ des „gleichzeitig Ankommens an der Hinterkante der Tragfläche“ – die von Laien nicht in Frage gestellt wird – spielt eine scheinbar stimmige kausale Begründung bei der Erklärung des Auftriebs. Leider führt diese Suggestion aber zu Fehlvorstellungen die man nicht weiter verbreiten sollte.

Die von Ihnen gewählte Darstellung wird auch durch folgendes Experiment falsifiziert: Wenn man eine beliebig dünne Tragfläche ohne oder mit Krümmung unter einem Anstellwinkel in einen Luftstrom hält, dann ergibt sich ebenfalls ein Auftrieb – obwohl bei einer beliebig dünnen Tragfläche kein „Wegunterschied“ zwischen „oben“ und „unten“ vorhanden ist. Ganz wesentlich ist hier der Anstellwinkel. Dass der Anstellwinkel einen ganz wesentlichen Beitrag liefert und nicht nur ein „Nebeneffekt“ ist, sieht man bei Flugzeugen und wie sie richtig schreiben auch bei den Vogelflügeln.

Im Physikunterricht lernen die Schülerinnen und Schüler schon in den Anfangsklassen am Gymnasium, dass die „laienhafte Sog-Vorstellung“ in der Physik keinen Stellenwert hat. Diese Suggestion, dass ein „Sog“ oder „Vakuum“ etwas „bewirken“ kann, führt in eine Denksackgasse. Wenn wir bei der Vakuumpumpe oder bei „Unterdruckversuchen“ gewisse Effekte beobachten, dann sind das immer Wirkungen eines Überdrucks relativ zu einem Gebiet, in dem ein Unterdruck vorhanden ist. Die obige Darstellung, dass an der Oberseite ein „Unterdruck“ „zieht“, ist in einer physikalischen Erklärung nicht sehr sinnvoll.

Es ist hinreichend bekannt, dass Modellvorstellungen weder falsch noch richtig sind. Alle Modellvorstellungen haben ihre Grenzen – und alle didaktischen Reduktionen führen zu einer „groben“ Darstellung der fachwissenschaftlich korrekten Zusammenhänge. Man sollte aber in didaktischen Publikationen sorgsam darauf achten, keine Modelle oder didaktische Reduktionen zu verbreiten, die bei den Schülerinnen und Schüler zu Lernhindernissen entarten können. Und ganz wesentlich ist die Abstimmung zwischen den Fächern. Besonders schlimme wäre es, wenn die Biologie-Lehrkraft durch die Lektüre einer Fachdidaktik-Zeitschrift ihren Unterricht so plant, dass die Physik-Lehrkraft im Physikunterricht den gemeinsamen Schülern leider aufzeigen muss, wie falsch die Biologie-Darstellungen wohl sind.

Wie Sie sicher wissen, gibt es in der Aerodynamik der Hochschule ganz unterschiedliche dynamische Auftriebserklärungen an Tragflächen oder Vogelflügeln:

- Bernoulli-Erklärung
- Impulserklärung
- Zirkulationserklärungen

Diese Erklärungen sind absolut miteinander vereinbar, selbstverständlich alle korrekt und liefern bei gleichen Randbedingungen auch die gleichen Messergebnisse.

Da die Schülerinnen und Schüler im Physikunterricht schon in der Klasse 7 die physikalische Größe „Impuls“ kennen lernen, wäre es eine schöne Lösung, wenn sich die Biologielehrkraft mit der Physiklehrkraft abspricht und nach der „Impulseinheit“ im Physikunterricht die Auftriebserklärung an einem Vogelflügel über die „Impulserklärung“ im Biologieunterricht erfolgt. Wenn die Schülerinnen und Schüler feststellen, dass Physikinhalte im Biologieunterricht nutzbringend eingesetzt werden können, haben wir ideal Voraussetzungen für nachhaltiges Lernen.