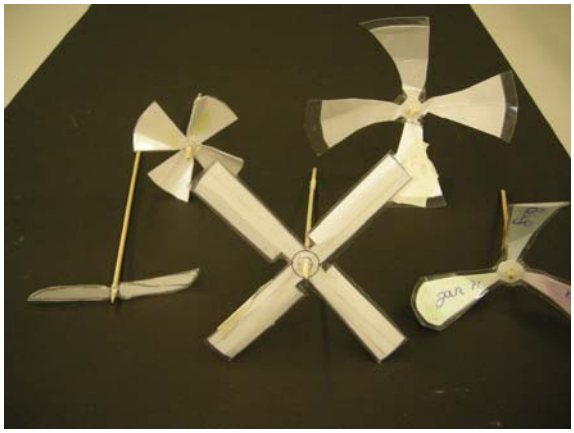
Botanischer Garten der Universität Hamburg



Grüne Schule

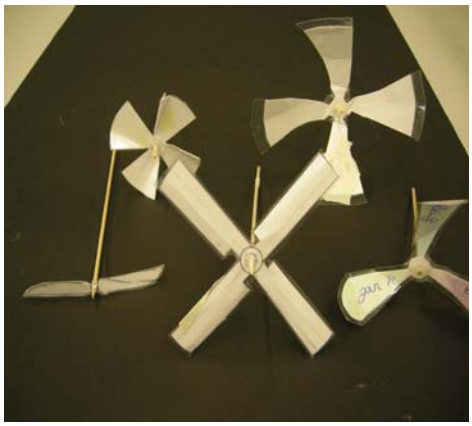
Arbeitsfhilfe Drehflieger

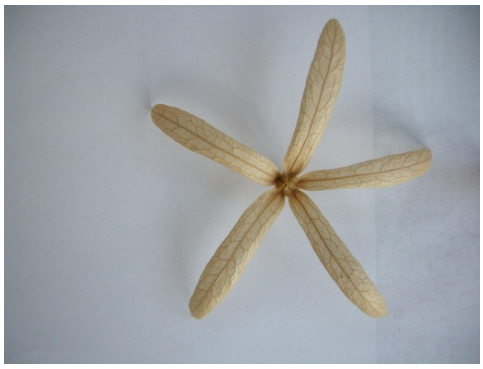
Behörde für Schule und Berufsbildung
der Freien und Hansestadt Hamburg

Grüne Schule im Botanischen Garten der Universität Hamburg

Vom Drehflieger zum Propellermodell

Ein Beitrag zu kompetenzorientiertem Unterricht





Grüne Schule im Botanischen Garten der Universität Hamburg
Frühjahr 2009

Grüne Schule im Botanischen Garten der Universität Hamburg

Einleitung

Schülerinnen und Schüler der Klassen 5 und 6 machen beim Thema „Luft und Fliegen“ Erfahrungen und Beobachtungen, deren Erklärung über ihr Verständnis geht. Dennoch vermitteln viele Freihandversuche unverzichtbare Grundlagen für spätere Einsichten. Ob Schüler tatsächlich ein Verständnis entwickeln, ob sie tatsächlich auf Grund von Beobachtungen neue Experimente starten oder altersgemäß einfach alle Möglichkeiten durchprobieren, das lässt sich an dem hier vorgelegten Beispiel erkennen und unterscheiden.

Die Kompetenzen in Verbindung mit Versuchen (E6; ..planen einfache Experimente, führen Experimente durch und/oder werten sie aus), aus dem Kompetenzbereich Kommunikation (K1; ...kommunizieren und argumentieren in verschiedenen Sozialformen und K 8; ...erklären biologische Phänomene und setzen Alltagsvorstellungen dazu in Beziehung) und der Bewertung im Sinne einer Selbstreflexion über die Angemessenheit gewählter Lösungsansätze werden angesteuert und geschult.

Lernen an Stationen hat bei dem komplexen Thema „Fliegen“ seine besonderen Probleme. Es werden z.B. Sachverhalte wie der „Sog“ oder „Auftrieb“ durch „Schnelle Luft“ eingeführt, ohne dass den SuS die Vorstellungen hinreichend erklärt werden können. Die Luftwirbel am Flügel sind altersgemäß nicht zu erklären. Beim Stationenlernen sind es u. U. zu viele Themen, die zugleich angesprochen werden. Daher bekommt in diesem Beispiel der Unterricht eher die Form eines Lehrganges, in dem einfache Flugversuche arbeitsgleich in Gruppen durchgeführt werden, so dass die Kooperation in der Gruppe intensiv geübt werden kann. Zudem ist ein klassisches Unterrichtsgespräch zur Auswertung gut möglich. Und schließlich drängen sich die Schülerinnen und Schüler erfahrungsgemäß danach, die Leistungsfähigkeit ihrer Modelle zu erläutern. Will man die physikalisch zweifelhaften Erklärungen von „Sog“ und „Auftrieb“ durch das spezielle Profil der Flügel vermeiden, bekommt der Anstellwinkel zentrale Bedeutung. Das ist vielen SuS auch angemessen!

Unterrichtsgang (3-4 Doppelstunden)

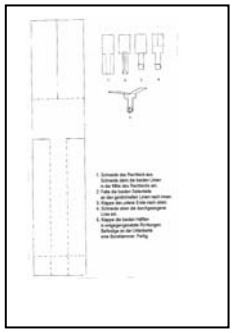
Mit Hilfe einer Bauanleitung aus der Arbeitshilfe von Ulrich Meyer und Ernst Mutz, Faszination Fliegen, die sich unter www.luftfahrtwerkstatt.de herunterladen lässt, soll die Flugfrucht von *Petrea volubilis*, dem Purpurkranz, in ihren Leistungen untersucht und dann nachgebaut werden. Die Schüler sollen ihre Erwartung aufschreiben, ob es gelingen wird, ein „besseres“ Modell zu entwickeln. Die Frage, was denn „besser“ bedeutet, führt zu Messungen. Wie schnell (oder langsam) fliegen denn die Objekte und ihre Nachbauten?

Es ist zu erwarten, dass das Fliegenlassen der Modelle sehr viel Zeit in Anspruch nimmt. Die Schüler probieren es wieder und wieder, klettern auf die Tische, nur mit Mühe lässt sich z.B. der pro Schülergruppe beste Nachbau ermitteln. Funktioniert die Kooperation noch nicht gut, kann man sehr schön mit zweiflügeligen Drehfliegern aus Papier üben. Am ehesten funktioniert es, wenn jeweils fünf Kinder ihre Nachbauten gleichzeitig von einem Tisch fallen lassen – der langsamste gewinnt.

Geduld und Nervenstärke sind an dieser Stelle wichtig, denn so werden die Schüler erfassen, warum Messungen nötig sind, warum eine Messung mit einem Objekt mehrfach wiederholt werden muss. Je mehr Streit es darum gibt, welches denn nun das am langsamsten fallende Objekt war, desto besser begründet sind die folgenden Messungen! Die Faszination des Beobachtens von Flugobjekten verliert sich übrigens meiner Erfahrung nach durch die Messungen und deren Auswertung nicht.

Das beigefügte Arbeitsblatt legt Wert darauf, dass das Vorgehen erst abgesprochen wird.

Ein Vergleich der Modelle nach den Messungen bietet sich an – wurde die Zahl der Flügel variiert? Wie wurden Gewicht des Modells und Größe der Tragflächen bedacht? Das Titelbild zeigt ein „Siegermodell“ mit „auf Lücke“ stehenden, relativ großen und dabei noch schräg angestellten Tragflächen, ganz anders als ein anderes sehr langsames Modell, bei dem der eigentlich den Schwerpunkt abgebende „Stiel“ so sehr gekürzt wurde, dass das Modell sich in der Luft dreht und sehr langsam zu Boden gleitet. Das Foto unten zeigt „Modellreihen“, wie sie sich durch die Zusammenarbeit ergeben haben. Die linke Reihe zeigt eine hohe Zahl schmaler Flügel, die mittlere Reihe zeigt weniger Flügel mit deutlichem Anstellwinkel, die rechte zeigt originelle Lösungen bis zu dem besonders leichten Modell vorn rechts, das ohne das Gewicht des „Stiels“ auskommt.



1./2. Unterrichtsstunde: Wie langsam fliegen Drehflieger?

Vergleich mit einem zweiflügeligen Drehflieger aus Papier
Thematisierung von Luftwiderstand, Tragfläche, Schwerpunkt, evtl. Anstellwinkel
Wenn jeder Schüler seinen Drehflieger anmalt, ist ein Massenstart im Treppenhaus ein eindrückliches Erlebnis!

3./4. Unterrichtsstunde: Messungen zur Fallgeschwindigkeit von Flugfrucht und Nachbauten.

Erweiterungsmöglichkeit: Flugversuche mit Papierfliegern; Einführung von Anstellwinkel, Flügelprofil und Auftrieb, Höhenleitwert, Seitenleitwerk.

5./6. Unterrichtstunde: Aus einem Drehflieger wird ein Propeller
Bau, Erprobung und Vorstellung eines Propellers, eines „Taketombo“

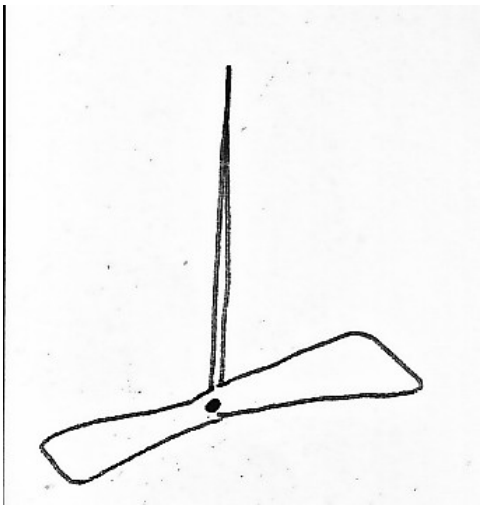
Die Schüler bekommen den Auftrag, aus dem fünfflügeligen Drehflieger einen Propeller zu konstruieren. Entweder wird das Flügelprofil zur Erzeugung von Auftrieb hier eingeführt oder man beschränkt sich auf den Anstellwinkel von Tragflächen, wenn man das Thema der Strömungen vermeiden will. Nach aller Erfahrung ist es für manche Schüler sehr schwer, den Anstrom von Luft, symbolisiert durch Pfeile, wirklich zu verstehen. Die Relativität von Bewegung und Luftstrom ist für manche Schüler schwer einzusehen.

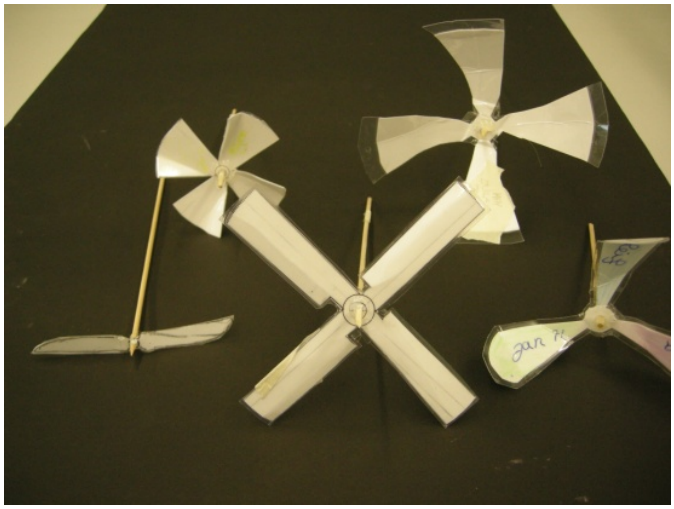
Zur Einführung sehr gut geeignet sind die kleinen Flugobjekte aus Überraschungseiern, die aus nur zwei Flügel in einem Ring bestehen und über ein Zahnrad mit einem Zahnradband angetrieben in die Luft steigen. Sie zeigen keinerlei besonderes Flügelprofil. Die Entwürfe der SuS werden in gleich große, auf Karton kopierte Kreisbögen eingebaut, so dass alle Modelle eine gleiche Flügellänge haben. Manche bauen kaum eingeschnittene Scheiben, um eine möglichst große Tragfläche zu erreichen, andere bauen zweiflügelige Propeller, weil sie so etwas schon gesehen haben, dritte halten sich an das Vorbild und wählen fünf Flügel für den Propeller.

Grüne Schule im Botanischen Garten der Universität Hamburg

Die Vorlage einer Kreisscheibe, kopiert auf Karton mit 180g/gm wird zu einem Propeller gestaltet, ausgeschnitten, mit einem Laminiergerät eingeschweißt und mit hölzernen Schaschlikspießen versehen. Die Schaschlickspieße werden durch die Mitte gebohrt und mit Heißkleber befestigt. So entsteht ein „Taketombo“, den richtig zu starten gar nicht so einfach ist. Hier zeigt sich, wer die Bedeutung des Anstellwinkels verstanden hat und vorher weiß, wie herum er den Spieß zwischen den Handflächen zu drehen hat. Das Wettfliegen verdeutlicht die von den Kindern verfolgten unterschiedlichen Konzepte!

Die einfache Frage lautet: „Welches ist denn nun der beste Flieger“? Ein schnell drehender Flieger mit schmalen Tragflächen hält sich sehr lange in der Luft, steigt aber nicht sehr schnell auf. Ein sehr schnell aufsteigender „Taketombo“ hat breitere Flügel und einen deutlichen Anstellwinkel. Allerdings bremst er stark ab, nachdem er sehr schnell aufgestiegen ist. Genau diese Beobachtungen können die Schülerinnen und Schüler selbst anstellen, formulieren und auf die zugrundeliegenden Zusammenhänge hin analysieren! Das Foto unten zeigt ganz links einen sehr schnell drehenden Propeller, in der Mitte einen Vierflügler mit profilierten Flügeln, rechts einen Dreiflügler mit hohem Anstellwinkel und abgeknickten Enden zur Stabilisierung!





Genau diese Unterschiede können eine Grundlage von Bewertung sein.

Bezugsquelle für fertige Taketombos aus Bambus mit maximaler Flughöhe von 33 Metern: BambusCentrum Deutschland, Baumschule Eberts, Saarstr. 3-5, 76532 Baden-Baden www.bambus.de

Kurzporträt von *Petrea volubilis* L., Purpurkranz

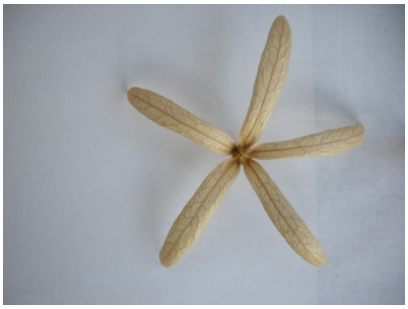
Familie: Verbenaceae, Eisenkrautgewächse

Diese Kletterpflanze aus Südamerika blüht im Wintergarten manchmal schon im Spätwinter, sonst aber im Sommer. Rispen von 30-40 cm Länge tragen blauviolette Blüten, die von den kletternden Trieben herabhängen. Die Blüten halten über Wochen. Die dunkleren Kelche fallen schon nach wenigen Tagen ab, die verbleibenden späteren „Flügel“ der Drehfrucht bleichen langsam aus.

Die Pflanze wird zwischen 3 und 14 Meter hoch, braucht eine Überwinterungstemperatur von 5 bis 15 °C, einen sonnigen bis halbschattigen Standort und eine dauernde Bodenfeuchte von 40-60%. Der Nährstoffbedarf ist mäßig. Topfpflanzen werden ab März alle 14 Tage mit Volldünger gedüngt. Ab November wird keine Düngung mehr geben. Jährliches Umtopfen ist nötig, die Kulturerde sollte kaum Torf enthalten, da sich Torf stark zersetzt und im Sommer durch das Gießen zu sehr verdichtet. Bei der Überwinterung im geheizten Wintergarten ist ein heller Standort wichtig.

Rückschnitt ins alte Holz wird vertragen, besser ist es, den Neuaustrieb einzukürzen, so dass die Pflanze sich verzweigt.

Im Tropenhaus in Planten un Blomen steht ein Purpurkranz nahe am Durchgang zum Erdraum bzw. Werkstattraum auf der linken Seite und hat bereits mehrere Meter Höhe erreicht.



Wer fliegt besser - Original oder Nachbau? Bauanleitung für ein Drehflieger-Modell

Materialliste:

1 Blatt Schreibpapier, spitze Schere, Alleskleber, Knetmasse oder besser Büroklammer

Versuchsdurchführung

Teile ein A4-Blatt im Querformat in der Mitte

a) Drehe die kurze Seite des halben A4 Blattes um einen Bleistift zu einer Röhre. Fixiere den Rand mit Klebstoff am übrigen Blatt.

b) Nach Trocknung des Klebstoffs wird die entstandene Papierröhre genau in der Mitte mit der Schere abgetrennt.

c) Aus dem restlichen Papierstück ist auf diese Weise eine zweite Röhre entstanden.

d) Die Mitte der ersten Röhre wird markiert und die obere Hälfte der Röhre wird mit der Schere vom Ende her in **eine bestimmte Anzahl** schmaler Streifen geschnitten.

Überlege es Dir sehr genau, was Du hier tust:

Ich schneide das Papier in ……Streifen, weil ich annehme,

dass…….

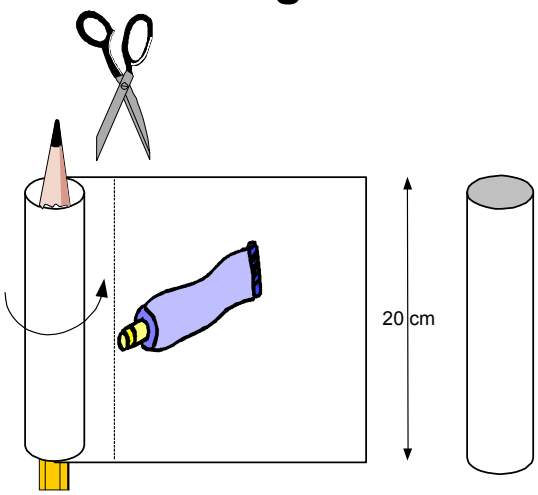
e) Die entstandenen Papierstreifen werden anschließend einzeln von der Mitte aus waagerecht umgeknickt.

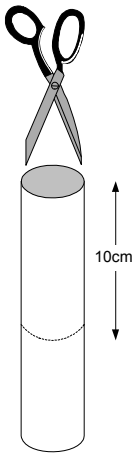
f) Beide Röhren – die bearbeitete und die unbearbeitete – werden aus erhöhter Position (Stuhl, Tisch, Leiter oder Schultreppenhaus) fallen gelassen.

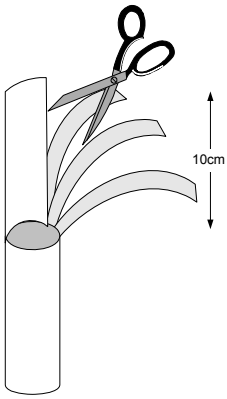
Führe nun die „Fallversuche“ durch.
Protokolliere deine Versuche in den grau unterlegten Spalten! Ergänze später die Ergebnisse von anderen Gruppen und die Werte für die Drehfrucht aus dem Regenwald (Original)

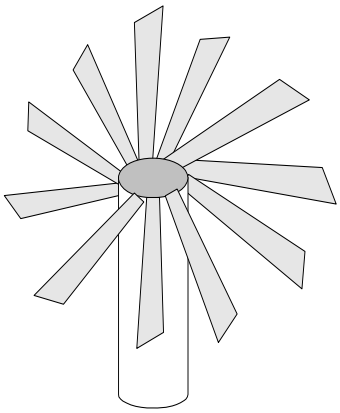
Anzahl der Versuche/ **Fallstrecke:** ……..cm	Modell 1	Röhre	Modell 2	Original
1. Versuch				
Durchschnittswert:				
Fallgeschwindigkeit in m/sec				

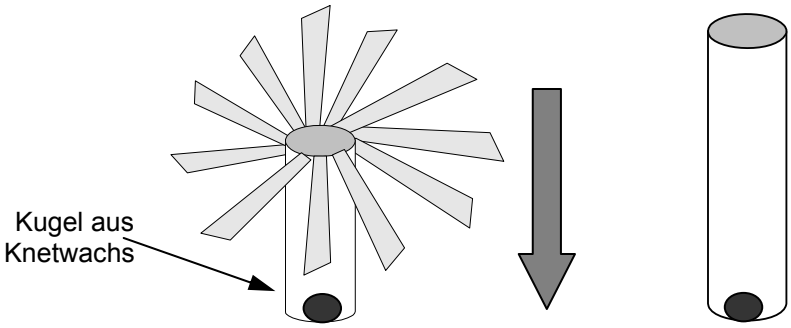
Bauanleitung in Bildern











Ist Dir gelungen, ein Modell zu bauen, das besser ist (= langsamer fällt) als das Vorbild? Beschreibe und erkläre!

……

……

……

……

……

……

……

Flug und Fliegen – Fliegt mein Modell so gut wie der Drehflieger aus dem Tropenwald?	Ja	Nein
WISSEN		
Ich weiß, dass an gekrümmten Tragflächen ein Auftrieb (Sog) entsteht.		
Ich weiß, was ein Anstellwinkel ist.		
Ich weiß, warum ein Gleitschirm den anderen einholt, wenn er schräg hinter dem ersten gestartet wird.		
Ich weiß, dass eine Schwungfeder auch gekrümmt ist und zwei ungleiche Fahnen hat.		
PLANUNG IN DER GRUPPE		
Wir haben untereinander besprochen, wie wir das Modell des Drehfliegers bauen.		
Ich habe auch an die Zahl der Flügel gedacht und sie mit den anderen besprochen.		
Wir haben verschiedene Modelle entworfen und jeder baut ein anderes!		
Wir haben uns auf ein Modell geeinigt und jeder baut es. Jeder ist anders geschickt.		
DURCHFÜHRUNG		
Ich weiß, warum wir mehrere Fallversuche machen und mehrmals messen müssen!		
Ich kann drei Gründe nennen!		
Ich kann einen Grund nennen!		
AUSWERTUNG		
Ich weiß, warum einige Modelle langsamer fallen als andere!		
Es liegt am Luftwiderstand		
Es liegt an der Länge der Tragflächen.		
Es liegt an der Zahl der Tragflächen.		
Wir haben daran gedacht, die Tragflächen zu krümmen, damit ein Sog entsteht!		
ANWENDUNG		
Ich kann einen Drehflieger beurteilen – er ist gut, wenn er lange in der Luft bleibt.		
Ich kann einen Drehflieger beurteilen – er ist gelungen, wenn er sehr schnell aufsteigt.		
Ich kann erklären, was an einem Drehflieger besser ist als an anderen.		
Ich kann erklären, warum einige Drehflieger besser sind als andere.		
Ich kann erkennen, ob der Anstellwinkel bei den Modellen bedacht wurde.		
Ich kann erkennen, ob die Flügelwölbung bei den Modellen bedacht wurde.		
Ich kann erkennen, ob noch andere, eigene Ideen eingebaut wurden.		

Vom Drehflieger zum Taketombo: Kompetenzen

Diese Formulierungen orientieren sich an den Bildungsstandards im Fach Biologie für den mittleren Bildungsabschluss.

Kompetenz-bereich	Anforderungs-bereich I	II	III
Fachwissen F 2.3 F 2.6	Der Luftwiderstand entscheidet über die Schnelligkeit des Falls. Alle Körper fallen wegen der Erdanziehungskraft zu Boden.	Der unterhalb der Flügel liegende Schwerpunkt ist der Grund für die stabile Lage im Fallen. Luftwiderstand und Lage des Schwerpunktes bestimmen die Fallzeit.	Die Strömung am Flügel erzeugt einen Auftrieb, der den Fall zusätzlich verlangsamt.
Erkenntnis-gewinnung **E6** **E7** **E8**	Um die Fallzeit verschiedener Flugkörper zu bestimmen, sind mehrere Messungen aus der gleichen Höhe nötig.	Mehrere Messungen ermöglichen über die Bildung der Durchschnittswerte eine relativ exakte Bestimmung der Fallzeit.	Ungenauigkeiten bei Einzelmessungen müssen durch entsprechende Methoden ausgeglichen werden. Unterschiedliche Fallhöhen ergeben trotzdem gleiche Fallgeschwindigkeiten (Quotient aus Fallhöhe und Fallzeit).
Kommuni-kation **K1** **K2** **K6**	Absprachen über das zu bauende Modell des Drehfliegers (bzw. Taketombos) führen zu einem Ergebnis. Ein vorgegebener Bauplan wird umgesetzt.	Absprachen über das zu bauende Modell des Drehfliegers (bzw. Taketombos) führen zu geplanten Varianten. Vorgegebene Baupläne werden verändert.	Die Flugmodelle testen gemeinsam entwickelte Hypothesen.
(Bewertung) **(B1)** *Bewertung wird hier aufgefasst als die Fähigkeit zur Reflexion der Angemessenheit des eigenen Vorgehens und der Arbeitsergebnisse.*	Die Leistungen eines Flugmodells (Taketombo) werden im Vergleich mit anderen Modellen anhand weniger Kategorien wie Flugzeit, Fallhöhe, Materialverbrauch beschrieben.	Die Beurteilung der Leistungen eines Flugmodells (Taketombo) beruht auf einem Maßstab, der eindeutig benannt wird.	Die Maßstäbe zur Beurteilung der Leistungen der Flugmodelle werden formuliert, reflektiert und in ihrer Relativität begründet: z.B. Flugdauer gegen Schnelligkeit und Höhe des Aufstiegs

Erfahrungen mit Flugversuchen

- Die größte Schwierigkeit war die Beschaffung hinreichend exakter Stoppuhren! Physiker könnten mit Lichtschranken helfen?
- Knetgummi ist gar nicht nötig, das Papier selbst ist schwer genug. Zudem sind die Modelle dann auch alle gleich schwer, was für die Abschlussdiskussion gut ist. Allerdings ist das Gewicht nicht ausschlaggebend sondern der Luftwiderstand.
- Die Schüler erobern mit Begeisterung das Lehrerpult, doch die Kommandos für „Start“ wurden mehrfach nicht exakt befolgt. Zu der Zeit entstanden die Fotos. Es musste lautstark entschieden werden, wer „zuerst“ unten ankam. Dabei ging es doch darum, wer **zuletzt** ankommt! **Diese Phase leitet sehr schlüssig die Notwendigkeit exakter Messungen her!**
- **Phantasievolle Schüler entwickeln tatsächlich bessere Fluggeräte!**
- Die beiden auf dem Foto sichtbaren Modelle sind auf ihre Art sehr gute Ergebnisse.
  Im Hintergrund ist ein Modell mit besonders vielen Flügeln, vorn dagegen ist ein Modell, bei dem die mehrfach in die Länge gezogene Röhre so geschickt eingeschnitten wurde, dass die Flügel nicht genau übereinander liegen, sondern auf Lücke! **Dies war der langsamste aller Flieger!**