

ARBEITSKREIS BAYERISCHER PHYSIKDIDAKTIKER

## **BEITRAG AUS DER REIHE:**

Werner B. Schneider (Hrsg.)

# Wege in der Physikdidaktik

Band 2

Anregungen für Unterricht und Lehre

ISBN 3 - 7896 - 0100 - 4

Verlag Palm & Enke, Erlangen 1991

### Anmerkung:

Die Bände 1 bis 5 sind (Ausnahme Band 5) im Buchhandel vergriffen.  
Die einzelnen Beiträge stehen jedoch auf der Homepage

<http://www.solstice.de>

zum freien Herunterladen zur Verfügung.

Das Copyright liegt bei den Autoren und Herausgebern.

Zum privaten Gebrauch dürfen die Beiträge unter Angabe der Quelle  
genutzt werden. Auf der Homepage

[www.solstice.de](http://www.solstice.de)

werden noch weitere Materialien zur Verfügung gestellt.

## **Aerodynamik im Physikunterricht**

### **1. Einleitung**

Über 50% der Kollegstufenschüler haben anlässlich einer Urlaubsreise oder bei einem Rundflug erste Erfahrungen mit dem Verkehrsmittel "Flugzeug" gesammelt. Dieser Anteil dürfte in den nächsten Jahren noch deutlich steigen, wenn die Prognosen der Verkehrsexperten eintreffen, die von einer Verdoppelung der Passagierzahlen auf deutschen Flughäfen innerhalb der nächsten 15 Jahre ausgehen. Aus diesem Grunde erscheint uns eine Behandlung grundlegender physikalischer Aspekte der Luftfahrt im Gymnasialunterricht schon im Hinblick auf eine ausreichende Allgemeinbildung wünschenswert.

Der bayerische Lehrplan sieht nur an einer Stelle die Behandlung aerodynamischer Fragestellungen als wählbares Additum (Klasse 11, mathematisch-naturwissenschaftliches Gymnasium) vor. Da die Ausstattung der physikalischen Sammlungen im allgemeinen wenig zur Aerodynamik anbietet, kann man sicher davon ausgehen, daß die anderen vier Addita mindestens genau so oft gewählt werden<sup>1)</sup> und so die meisten Gymnasiasten die Schule verlassen, ohne die Frage "Warum fliegt ein Flugzeug?" beantworten zu können.

Mit diesem Beitrag möchten wir allen Physiklehrern, die keine Modellflieger, Segelflieger oder Motorflieger sind und auch im Rahmen ihres Studiums keine Spezialkenntnisse zur Strömungslehre erworben haben, Mut machen, sich im Rahmen des Additums der 11.Klasse oder anlässlich von Projekttagen mit der Aerodynamik zu beschäftigen.

Dazu stellen wir im folgenden Abschnitt das Projekt "Physikalische Aspekte der Luftfahrt" vor, das am Ende des Schuljahres 1989/90 am Helene-Lange-Gymnasium in Fürth durchgeführt wurde. Im dritten Abschnitt weisen wir auf Möglichkeiten der Zusammenarbeit mit Luftsportvereinen und deren Dachverband, dem Deutschen Aero Club e.V., hin.

### **2. Projekt "Physikalische Aspekte der Luftfahrt"**

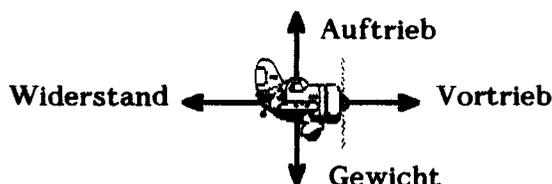
Wenn die Strömungslehre auch nur einmal ausdrücklich im Lehrplan genannt wird, so finden sich doch nahezu in allen Jahrgangsstufen Anknüpfungspunkte zu Problemen der Luftfahrt, eine ganze Reihe davon bereits in der 8. Klasse. Zur Vorbereitung eines solchen Projekts mit Schülern dieser Jahrgangsstufe ist es sinnvoll, diese Berührungs-

---

<sup>1)</sup> Von den folgenden 5 Gebieten sind im mathematisch-naturwissenschaftlichen Gymnasium zwei zusätzlich zum Fundamentum auszuwählen: Experimente zu ausgewählten Kapiteln der Mechanik, Physik der Atmosphäre, Strömungslehre, Akustik, Drehbewegung des starren Körpers

punkte bereits im Verlauf des Schuljahres zu nutzen:

**Gleichgewicht zweier Kräfte** (Nr. 8 im bayerischen Lehrplan): Neben den Kräften, die auf ein mit konstanter Geschwindigkeit auf ebener Straße fahrendes Auto wirken, kann man auch die Kräfte nennen und zeigen, die auf einen Flugkörper wirken. Bewegt sich z.B. ein Flugzeug mit konstanter Geschwindigkeit in gleichbleibender Höhe, so heben sich die Vortriebskraft, der Luftwiderstand, die Gewichtskraft und die Auftriebskraft auf:



**Abb. 1:** Gleichgewicht von Kräften

Der Vorteil dieses Beispiels: Jede der 4 Möglichkeiten, bei der eine der Kräfte überwiegt, führt zu einer sinnvollen Änderung der Bewegungsform.

**"actio gegengleich reactio"** (Nr. 10 im bayerischen Lehrplan): Raketen- und Propellerantrieb von Fluggeräten

**Luftdruck** (Nr. 19 im bayerischen Lehrplan): Druckmessung zur Bestimmung der Höhe in Flugzeugen

**Auftrieb** ( Nr. 20 im bayerischen Lehrplan): Heißluft- und Gasballon, Zeppelin ; Entstehung der Aufwärtsbewegung warmer Luftmassen (Thermik) und ihre Bedeutung für den Segelflug

Für das Projekt selbst standen zwei Schultage zur Verfügung:

## PROGRAMM

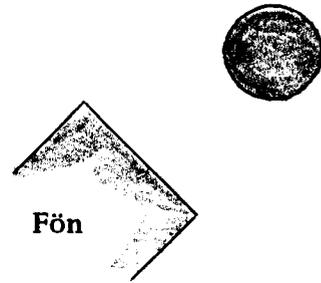
19.7.1990:

1. Der Traum vom Fliegen, historische Anmerkungen
2. Grundlegende Versuche zur Bedeutung von Anstellwinkel und Form der Tragfläche
3. Demonstration der Steuerungsmöglichkeiten eines Flugzeuges an einem Segelflugmodell
4. Versuche im Windkanal

20.7.1990:

Besuch des AERO-Club Fürth am Flugplatz in Seckendorf  
Rundflüge im vereinseigenen Motorflugzeug , Möglichkeit zu Luftaufnahmen der Schülerwohnorte

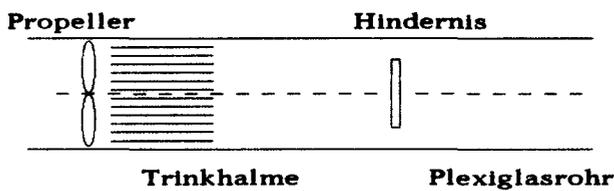
Die Auswahl der Themen und Versuche, die am ersten Tag im Physiksaal vorgestellt wurden, orientierte sich am Schülerheft "Flug und Fliegen" von Berndt Heepmann [1]. Zu den in diesem Heft beschriebenen Versuchen kann vom Luftsport-Verband Bayern ein Gerätesatz ausgeliehen werden (vgl. Abschnitt 3 dieses Artikels). Eine ganze Reihe der Versuche zu dem Programmpunkt Nr. 2 lassen sich aber auch mit einem Fön und einigen Bögen Papier durchführen. Insbesondere das bekannte Experiment, bei dem ein Ball von einem Luftstrom getragen wird, gelingt mit einem haushaltsüblichen Fön und einem Tischtennisball (Abb. 2).



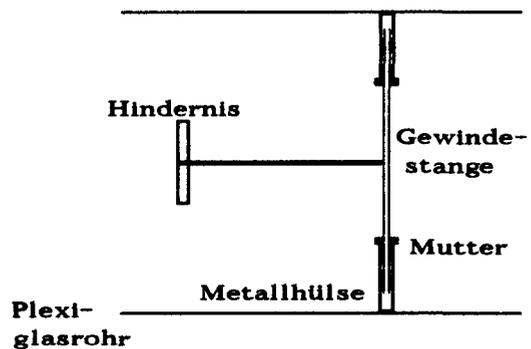
**Abb. 2:** Tischtennisball im Luftstrom

Das genannte Segelflugmodell (Programmpunkt Nr.3) wurde von einem Schüler, einem begeisterten Modellflieger, zur Verfügung gestellt. Solche Flugmodelle sind zur Erklärung der Fachausdrücke am Flugzeug und zur Veranschaulichung der Steuerungsmöglichkeiten hervorragend geeignet und können sicherlich auch über die in Abschnitt 3 genannten Adressen als Leihgaben von der Modellfluggruppe eines Luftsportvereins erhalten werden.

Der Windkanal (Programmpunkt 4) ist im Rahmen einer Facharbeit, wie sie in Bayern von jedem Schüler der Kollegstufe in einem seiner beiden Leistungskurse angefertigt werden muß, entstanden:



**Abb. 3:** Windkanal



**Abb. 4:** Halterung der Hindernisse im Windkanal

Der Kanal besteht aus einem 1,00 m langen zylindrischen Plexiglasrohr (Durchmesser 20 cm; erhältlich im Plexiglas-Laden, 85 Nürnberg 40, Schuckertstr. 5). Die Luft wird durch einen Propeller mit Elektromotor (erhältlich in Modellbaufachgeschäften) beschleunigt. Die Trinkhalme zwischen Propeller und Meßstrecke sorgen für eine einheitliche Bewegungsrichtung der Moleküle der Luft. Durch einen dünnen Kunststoff-

schlauch kann Zigarettenrauch in den axialen Trinkhalm geleitet werden. Dieser Rauch umströmt das Hindernis zusammen mit der beschleunigten Luft und zeigt den Strömungsverlauf. Als Hindernisse können verschiedene Objekte aus Holz auf einen Eisenstab aufgesteckt werden. Der Eisenstab wird mit Hilfe zweier Gewindestangen in das Innere des Plexiglasrohres geklemmt (Abb. 4, es ist nur eine der beiden Gewindestangen gezeichnet).

Die für den 2.Tag angebotenen Rundflüge erfordern beim Physiklehrer, beim zuständigen Schulleiter, bei den Eltern und nicht zuletzt bei den Schülern ein gewisses Maß an Vertrauen in die Zuverlässigkeit der Technik und sollten nicht ohne eine schriftliche Einverständniserklärung der Eltern durchgeführt werden. Alle Mühe bei der Vorbereitung eines solchen Projekts wird mehr als ausgeglichen durch die Begeisterung der Schüler, die sich unter anderem in dem Wunsch aller Teilnehmer nach Fortsetzung des Projekts im nächsten Jahr äußerte.

### **3. Angebote des Deutschen Aero Club e.V.**

Aufgrund der vielen Anfragen von Schulen haben der Deutsche Aero Club e.V. und mehrere Landesverbände eigene Referate "Raumfahrt/Luftfahrt und Schule" eingerichtet. Diese Referate werden von Lehrern betreut, die über entsprechende pädagogische und flugtechnische Erfahrung verfügen. Die Unterstützung von Schulen kann folgende Aktivitäten umfassen:

- Zusendung eines Bücherpaketes mit Folien, Skripten und Büchern, die eine einfache Einarbeitung des Lehrers ermöglichen
- Zusendung einer Kiste mit physikalischen Versuchsgeräten (vgl. Abschnitt 2) zur Demonstration aerodynamischer Phänomene
- Betreuung von Facharbeiten, Vermittlung von Experten
- Manuskripte, Beschaffungstips für Arbeitsgemeinschaften Flugtechnik (gem. GSO)
- Vermittlung von Referenten, Firmenkontakten für Studientage
- Vermittlung von Luftsportvereinen, die nach rechtzeitiger Kontaktaufnahme gerne den praktischen Teil der Aerodynamik mit Lehrern und Schülern demonstrieren
- Teilnahme an einer Lehrerfortbildung zum Thema Funktionsmodellbau

Gerade der Kontakt zu einem Luftsportverein kann für eine Schule neue Perspektiven eröffnen. So ergeben sich neben der Physik auch für andere Fächer interessante Aspekte:

- Erstellung von Luftbildern, Einsatz im Erdkundeunterricht, Geschichtsunterricht

- Erstellung von Infrarotluftbildern mit handelsüblichen Kameras und Filmen, Einsatz im Biologieunterricht und Geschichtsunterricht (Luftbildarchäologie), Photo- AG
- Mithören des Funksprechverkehrs, Einsatz im Deutsch- oder Englischunterricht (Codierte Kommunikation)

Der fächerübergreifende Ansatz wird auch für Schüler, die sich nicht so sehr für das Fliegen interessieren, motivierend sein.

Interessierte Lehrer wenden sich an den Luftsport-Verband Bayern e.V. , Referat Luftfahrt und Schule, Postfach 50 01 20 , 8000 München 50 oder Deutscher Aero Club e.V. , Ausschuß Luftfahrt und Schule, Lyoner Str. 16, 6000 Frankfurt 71 . Abschließend sei noch darauf hingewiesen, daß zur Zeit am Institut für Schulpädagogik (ISB) in München ein Arbeitskreis Luft- und Raumfahrt besteht, der eine fächerübergreifende Broschüre erstellt. Sie wird vom Arbeitskreis Gymnasium und Wirtschaft (AGW), Implerstr. 25a, 8000 München 70 vertrieben werden. Weiterhin betreut der Arbeitskreis (AGW) das Projekt "Praktisches Lernen" der Robert-Bosch-Stiftung, das sich ebenfalls mit Themen der Luft- und Raumfahrt beschäftigt.

#### **4. Literatur**

- [1] B. Heepmann, Schülerheft zur Unterrichtseinheit FLUG UND FLIEGEN aus der Reihe NATUR UND TECHNIK , Cornelsen-Velhagen & Klasing, Berlin 1973
- [2] Themenheft "Fliegen und Flugzeuge" , Naturwissenschaft im Unterricht 4, 1990 Friedrich Verlag, Velber