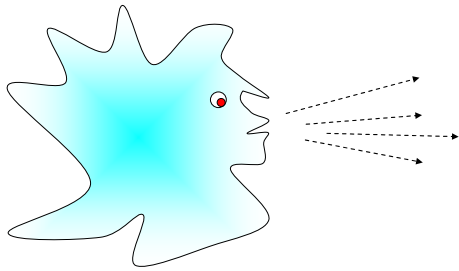


rund um den Wind

RUND UM DEN WIND	1
ÜBERBLICK	2
Arbeitsauftrag.....	2
SCHÜLERANTWORTBLATT	3
HINWEISE	4
Windmesser.....	4
Eichung ... Schülerideen.....	8



http://visibleearth.nasa.gov/view_rec.php?id=7938

Überblick

- **Zeitbedarf:** 2 Unterrichtsstunden (ca 90 Minuten)
- **Klassenstufe:** 11-12
- **Schwierigkeitsgrad:** 9

Kern

Aus dem bisherigen Unterricht ist das so genannte „Strom-Antriebs-Widerstandskonzept“ bekannt. So z.B. aus dem E-Lehre-Unterricht, bei dem die elektrische Potenzialdifferenz der Antrieb für einen elektrischen Strom ist. In diesem Projekt wird dieses Konzept auf den Wind als Gas-Strom angewendet. Im Kontext des Wetterphänomens „Wind“ spielen – je nach den Zielsetzungen des Projekts - eventuell die Entstehung von Hoch- und Tiefdruckgebieten, die Corioliskraft, Passatwinde, Jetstreams eine Rolle. Ein verpflichtender Schwerpunkt aus der Physik ist - neben der Diskussion der Analogien zur E-Lehre und zur Wärmelehre - der Bau und die Eichung eines Windmessgerätes.

Geräteausstattung

- Computer mit einem USB-Anschluss
- Pasport Xplorer-GLX (CONATEX Bestellnr. 104.1001)
 ODER USB-Link (CONATEX Bestellnr. 1004.1002)
 ODER Bluetooth-Adapter (CONATEX Bestellnr. 104.2415)
 ODER PowerLink (CONATEX Bestellnr. 104.1003)
- Pasco DataStudio Software (CONATEX Bestellnr. 104.1007)
- alle Sensoren, die in der Sammlung zur Verfügung stehen ... u.a. den Rotary-Motion-Sensor.
- evtl. Halbschalen-Windrad zum Rotary-Motion-Sensor
- evtl. Lüfterrad eines Computerlüfters
- evtl. Windfläche zum Rotary-Motion-Sensor

Arbeitsauftrag

Der Projektname lautet: „...rund um den Wind“.

Sie diskutieren mit Ihrem Team, welchen Aspekt Sie zusammen recherchieren, diskutieren wollen. Hierbei haben Sie drei Schwerpunkte:

- (a) ... das Wetterphänomens „Wind“ ... z.B. Hoch- und Tiefdruckgebieten, Passatwind, Jetstream, Orkan, Tornado, Zyklon, Hurrikan, Taifun ...
- (b) ... das Strom-Antriebs-Widerstandskonzept ... z.B. Analogien zur E-Lehre ... zur Wärmelehre ... evtl. auch zur Mechanik?
- (c) ... Bau, Eichung und Einsatz eines Windmessgeräts. Ihnen stehen die Sensoren des Messerfassungssystems Xplorer-GLX zur Verfügung ... u.a. z.B. der Rotary-Motion-Sensor!

Diskutieren Sie mögliche Projektschritte ... stimmen Sie sich in Ihrem Team ab ... modularisieren Sie Ihr Vorgehen (wenn möglich) ... vereinbaren Sie Fixpunkte ... halten Sie sich im Falle einer Modularisierung an die gebotene Schnittstellendisziplin ... führen Sie die geplanten Experimente aus ... führen Sie alle Ergebnisse zusammen ... Dokumentieren Sie Ihre Arbeit.

Schülerantwortblatt

[A] Definitionen – Begriffe

- [A.01] Was versteht man unter dem „Strom-Antriebs-Widerstandskonzept“
- [A.02] Welche physikalische Größe wirkt als Antrieb bei einem Gasstrom?
- [A.03] Warum haben Tief- und Hochdruckgebiete eine so lange Lebensdauer?
- [A.04] Wie entstehen Druckdifferenzen in der Atmosphäre?
- [A.05] Wie werden Stürme benannt ... welche Skalen bestimmen die Bezeichnungsweise?
- [A.06] Was versteht man unter einem Hurrikan? Was ist ein Taifun? Was ist ein Zyklon? Was ist ein Orkan?
- [A.07] Wie entstehen Wirbelstürme ...
- [A.08] Was versteht man unter einem Tornado?
- [A.09] Welche Rolle spielt das Windmessgerät an einem Flughafen?¹
- [A.10] Wie sehen solche „Windmessgeräte“ aus? Welche werden im Leichtathletikverein zur Windmessung verwendet. Wozu benötigt man in der Leichtathletik überhaupt diese Geräte?

[B] Vorhersagen (im Sinne der Galileischen Methode)

- [B.01] Welche Geschwindigkeiten erwarten Sie bei einem Sturm?
- [B.02] Welche „Windgeschwindigkeit“ erwarten Sie bei einem Haartrockner?

[C] Messung

- [C.01] Bauen Sie das Windmessgerät auf!
- [C.02] Eichen Sie das Windmessgerät!
- [C.03] Führen Sie die Messungen entsprechend Ihrem Konzept aus!
- [C.04] Lagern Sie mit Ihren Abschätzungen richtig?

[D] Folgerungen – Analyse

- [D.01] Welchen Alltagsbezug können Sie im weiteren Umfeld dieser Thematik finden?²

¹ ... die Flugzeuge starten und landen grundsätzlich immer gegen den Wind. Seitenwind ist vor allem bei der Landung ein Problem ...

² ... z.B. der Einsatz von Windmessgeräten in der Leichtathletik ... oder beim Skispringen ... bei Fensterjalousien, Markisen ... am Flugplatz ...

Hinweise

Windmesser

Fließgeschwindigkeit

In der Physiksammlung war der Sensor „Fließgeschwindigkeit“ (Bestellnummer: 104.1071) vorhanden, mit dem die Schülerinnen und Schüler die Fließgeschwindigkeit in der Rems bestimmt haben. Das besondere an diesem Gerät ist die Möglichkeit, gleichzeitig mit der Fließgeschwindigkeit auch die Wassertemperatur an dieser Stelle zu bestimmen.

Die Idee in diesem Projekt ist die Frage, ob man diesen Sensor auch zur Windgeschwindigkeitsmessung verwenden kann.

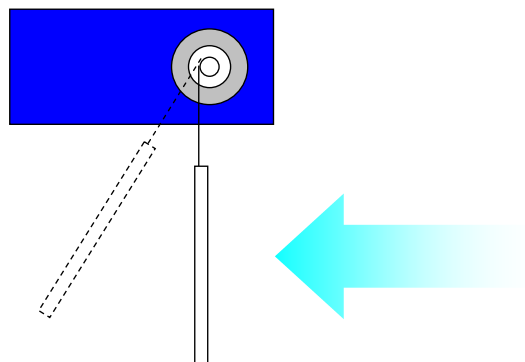
Dazu fährt ein Erwachsener mit Führerschein auf einer möglichst unbelebten vierspurigen Straße mit konstantem Tempo, während der Strömungsmessfühler (eigentlich für Flüssigkeiten gebaut) aus dem Dach- oder Seitenfenster so gehalten wird, dass die Luftströmung vertikal auf die Öffnung des Fühlergehäuses trifft – das Flügelrad also möglichst vertikal von der Luftströmung getroffen wird.

Mit den abgelesenen Tachowerten und den dazu gehörigen Messwerten des Strömungssensors kann dieses Gerät eichen.

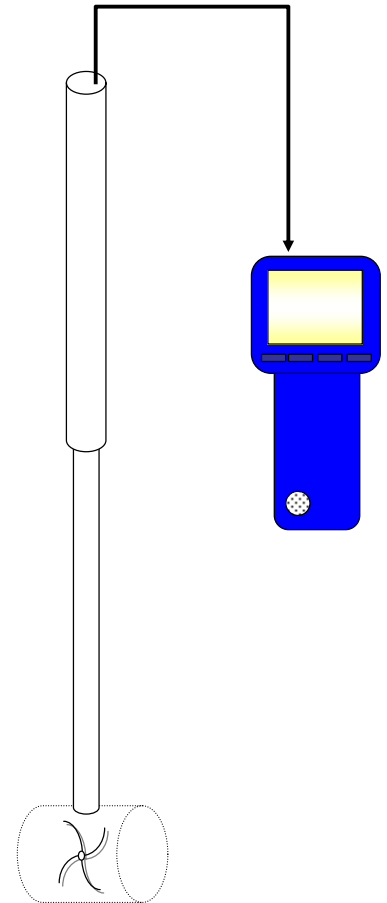
Der Vergleich mehrerer „Windmessmethoden“ zeigt, in welchen Windgeschwindigkeitsbereichen die verschiedenen Windmesser wie genau sind.

Windklappe

Mit stabilem Kupferdraht wird eine „Klappe“ – im Prinzip ein Pendel – gebaut, die über die Drahtaufhängung an der Achse des Rotary-Motion-Sensor befestigt ist. Jede Auslenkung der Klappe wird vom Rotary-Motion-Sensor als „Winkel-Wert“ registriert.



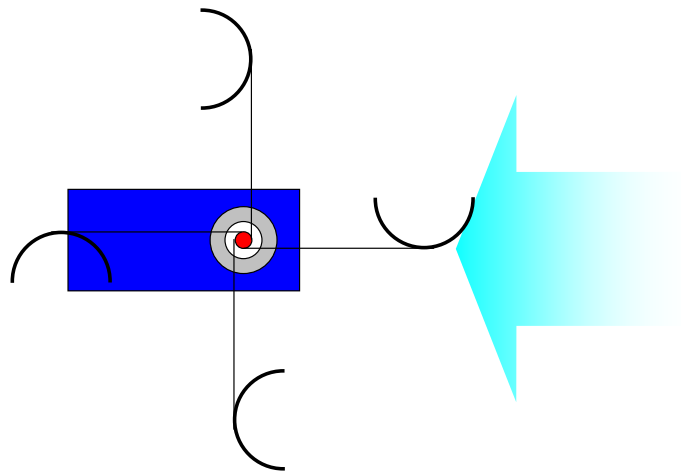
- Wird die Klappe „angeblasen“, wird die Klappe ausgelenkt.
- Die „Windstärke“ ergibt sich als Funktion dieses „Klappenwinkels“.
- Die Windstärke kann in der DataStudio-Software als „berechnete Größe“ ausgegeben werden.



Windrad – Halbschalen

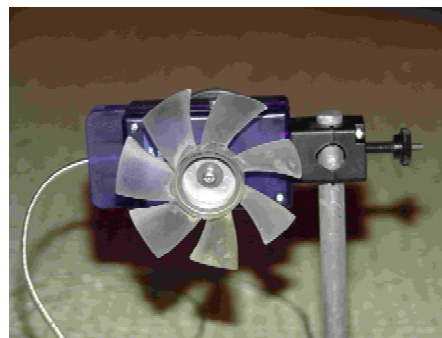
Aus zwei halbierten Tennisbällen, vier Kupferdrahtstücken, einer Beilagscheibe, vier Schrauben und vier Muttern wird ein Windrad gebaut. Dieses Windrad wird mit der Beilagscheibe auf der Achse des Rotary-Motion-Sensors befestigt.

- Die Winkelgeschwindigkeit des Windrades wird vom Rotary-Motion-Sensor an die DataStudio-Software geliefert werden.
- Die Eichung erfolgt in passender Weise – siehe nächstes Kapitel.



Lüftervariante

Mit einfachen Mitteln kann man ein Lüfterrad eines Computerlüfters abnehmen, das Achsenloch passend aufbohren und auf der Achse des Rotary-Motion-Sensor (Drehwinkelsensor) mit der beiliegenden Schraube befestigen.



Windmessgerät ... z.B. leihweise vom Leichtathletik-Verein

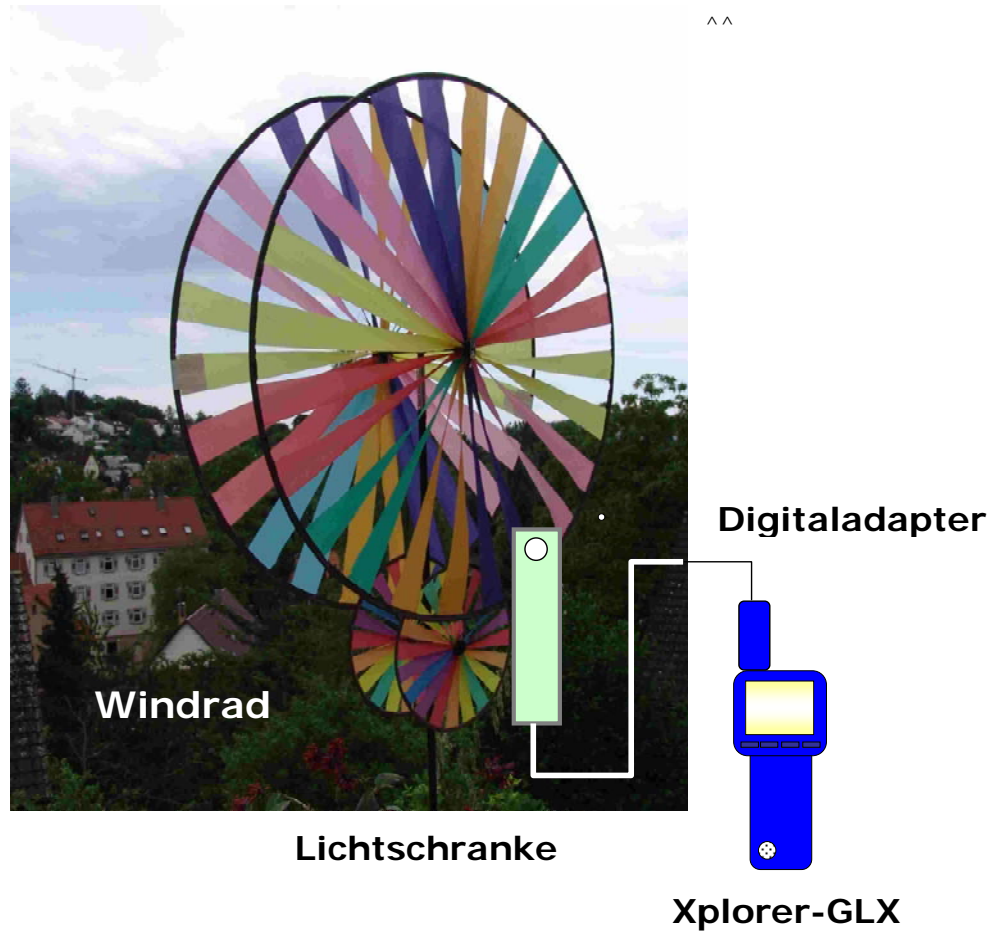
Wenn im Projekt Schülerinnen und Schüler aus einem Leichtathletikverein mitarbeiten kommt zwangsläufig die Idee, das geeichte Windmessgerät aus dem Verein für die Meisterschaften auszuleihen. Im Regelfall wird hierbei ein Gerät – ähnlich dem Windrad (siehe oben) eingesetzt, bei dem auf einem Display die Windgeschwindigkeit direkt angezeigt wird.

Ein relativ preisgünstiges „Anemometer“ – Windgeschwindigkeitsmessgerät – gibt es bei CONATEX (Bestellnr. 200.2817). Interessant ist die „mechanische Arbeitsweise“.

Mit größeren Kosten ist die Anschaffung einer Experimentierbox (CONATEX – Bestellnr. 100.1350) verbunden, in der vielfache Wind- und Wetterexperimente möglich sind – u.a. auch die Windgeschwindigkeitsmessung.

Windradvariante

Eine interessante Schüleridee besteht darin, das Windrad als Windmessgerät umzufunktionieren. Eine Lichtschranke misst die Umdrehungszahl des Rades



Windschlange

Eine sehr schöne Variante ist die Verwendung einer so genannten Windschlange oder Windschraube.

Der Drehwinkelsensor wird an einer Stativstange so befestigt, dass die Achse des Drehwinkelsensor in Richtung der Stativstange zeigt. An dem Drehwinkelsensor wird die Windschlange (Windschraube; siehe Bild) befestigt. Der Wirbel (ein Zwischenstück, das im Normalfall dafür sorgt, dass sich die Windschraube relativ zur oberen Befestigung leicht drehen kann) muss hierbei entfernt werden. Denn über das Drehwinkelmessgerät möchte man die Drehung der Windschraube aufnehmen; dazu muss die Windschraube fest mit der Achse des Drehwinkelsensor verbunden werden...

Am unteren Ende der Windschlange befestigt man an dem mitgelieferten Wirbel (Erklärung siehe oben) einen Körper definierter Masse (Wägesatz).

Wenn die Windschraube nun vom Wind angeblasen wird, beginnt sie sich zu drehen. Die Winkelgeschwindigkeit – über den Drehwinkelsensor gemessen – ist eine Funktion der Windstärke.

Gleichzeitig stellt man fest, dass die Windschlange um einen Winkel α seitlich ausgelenkt wird. Wenn man die Stativstange drehbar befestigt, kann man diesen Winkel α leicht bestimmen. Man dreht die Stativstange so, dass sie in einer Linie mit der Achse der Windschlange steht. Den Winkel zwischen der Stativstange und der Vertikalen kann man nun mit einem entsprechend befestigten Goniometer – oder einfach mit einem Geodreieck bestimmen.

Es stellen sich interessante Fragen:

- Warum dreht sich die Windschlange überhaupt im Wind? Betrachtet man die Windschlange in einer Blickrichtung vertikal zu ihrer Achse, ergeben sich links und rechts der Achse gleich große Angriffsflächen für den Wind. Also müsste man doch erwarten, dass das links- und rechts-drehende Drehmoment gleich groß sein müsste.
- Welcher funktionale Zusammenhang zwischen der Winkelgeschwindigkeit ω der Windschlange und dem Winkel α ergeben sich?
- Welcher funktionale Zusammenhang zwischen der Winkelgeschwindigkeit ω und der Windgeschwindigkeit finden wir ... WENN man mit einem geeichten Windgeschwindigkeitsmessgerät zusätzlich zu den obigen Messdaten die genaue Windgeschwindigkeit bestimmen kann.
- Welche Rolle spielt bei diesen funktionalen Abhängigkeiten (Winkelgeschwindigkeit ω und Auslenkungswinkel α) die angehängte Masse am Ende der Windschlange?

Was erwartet man im Extremfall großer Windstärken ... legt sich die Windschlange dann so in den Wind, dass sie fast horizontal liegt?

Eichung ... Schülerideen

Die Herausforderung in diesem Projekt bestand nicht nur darin, sich „Windmessgerät“ auszudenken, sondern diese Geräte im Rahmen der DataStudio-Software auch so zu eichen, dass sie alle die reale Windgeschwindigkeit mit einer möglichst kleinen Fehlerabweichung zu messen.

Interessant war auch die Frage, ob die „Genauigkeit“ dieser Geräte auch bei unterschiedlichen Windgeschwindigkeiten erhalten bleibt.

Varianten

- Man fährt mit dem Auto definierte Geschwindigkeiten, die man am Tacho ablesen kann. Das Windmessgerät wird aus dem Autofenster gehalten ...
- Man schätzt die Windgeschwindigkeit aus „deduktiven Überlegungen“ ...
- Man eicht das im Team „konstruierte Windmessgerät“ mit Hilfe eines „Referenzgerätes“ – das man z.B. vom „ortsansässigen Leichtathletik-Verein“ ausleihen kann.

Links

- <http://de.wikipedia.org/wiki/Zyklon>
- http://de.wikipedia.org/wiki/Hurrikan_Katrina