

Inhalt

- [01] **KRAFTPLATTFORM**
- [02] **FADENPENDEL**
- [03] **FEDERPENDEL**
- [04] **GUMMIBAND**
- [05] **BALLISTISCHE PENDEL**
- [06] **STIMMGABEL**
- [07] **DYNAMISCHE KENNLINIE**
- [08] **MAGNETISIERUNG**
- [09] **ENTROPIESTROM**
- [10] **SPIROMETER**
- [11] **MENSCHLICHE SIGNALE**
- [12] **KAPAZITIVE SENSOREN**
- [13] **KOMPRESSOR**
- [14] **P-V- DIAGRAMM ... P-T-DIAGRAMM**
- [15] **ANEMOMETER**
- [16] **GPS**
- [17] **SOFTWARE ZUR FOURIER-ANALYSE**
- [18] **... DER „SOKRATISCHE HUBSCHRAUBER“**
- [19] **FLUGZEUGE ... FRAGEN ÜBER FRAGEN**
- [20] **EASYFLY 3**
- [21] **... INFRAROTKAMERA**
- [22] **... ELEKTROSMOG**

In diesem Workshop werden Experimente beschrieben, die in jedem Physikbuch in dieser Weise als Standardversuche aufgeführt sind. Wesentlich in diesem Workshop ist die Aufforderung, an diesen Standardversuche verschiedene Messerfassungssysteme im experimentellen Vergleich zu testen.

Wenn möglich sollten Sie die Wahl zwischen folgenden Systemen - in alphabetische Reihenfolge) - haben:

CONATEX

- Pasco XplorerGLX (Gerät kann mit und ohne Computer eingesetzt werden)
- Pasco SPARK (Gerät kann mit und ohne Computer eingesetzt werden)
- Pasco USB-LINK (Gerät kann nur in Verbindung mit einem Notebook eingesetzt werden)
- Pasco Airlink2 (Gerät kann nur in Verbindung mit einem Notebook oder mit dem iPhone benutzt werden)

LD Didactic

- Mobile-Cassy (Gerät kann mit und ohne Computer eingesetzt werden)
- Sensor-CASSY 2 (Gerät kann mit dem Cassy-Display oder mit einem Notebook eingesetzt werden)
- Pocket-CASSY (Gerät kann nur in Verbindung mit einem Notebook eingesetzt werden)

LPE - Vernier

- LabPro (Gerät kann nur in Verbindung mit einem Notebook eingesetzt werden)
- LabQuest (Gerät kann mit und ohne Computer eingesetzt werden)
- Go!Link (Gerät kann nur in Verbindung mit einem Notebook eingesetzt werden)

Phywe

- Cobra4 Wireless-Link
- Cobra4 Mobile-Link
- Cobra4 USB-Link

[01] Kraftplattform

Bezug zu den Bildungsstandards

In den Physikbildungsstandards stehen folgende Kompetenzen:

Kompetenz Nr. 3: Formalisierung und Mathematisierung in der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können den funktionalen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen erkennen, grafisch darstellen und Diagramme interpretieren und sie können funktionale Zusammenhänge selbstständig finden

Kompetenz Nr. 4: Spezifische Methodenrepertoire der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen, Experimente selbstständig planen, durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen und einfache Fehlerbetrachtungen vornehmen. Sie können computerunterstützte Messwerterfassungs- und Auswertungssysteme im Praktikum selbstständig einsetzen.

Mit der Kraftplattform besteht eine geradezu ideale Möglichkeit, die beiden Fächer Physik und Sport gewinnbringend für beide Seiten zu verzahnen. Im Kursfach Sport werden Kraft-Zeitdiagramme bei verschiedenen Sprungarten analysiert und diskutiert. Das besondere an dieser „Diskussion“ ist das Anspruchsniveau der physikalischen Erklärung.



Versuchs-Material

- Notebook, Daten-Logger-Software
- Kraftplattform
- Datenlogger, Netzteil, USB-Verbindungskabel
- Beschleunigungssensor, Sensor-Verlängerungskabel, Manschette zur Befestigung

Hypothese| Theorie → Vorhersage

- [V.01] Welches Kraft-Zeit-Diagramm erwarten Sie, wenn Sie auf der Plattform stehen, dann in die Hocke gehen und aus der Hocke heraus senkrecht nach oben springen und wieder auf der Plattform landen.
- [V.02] Welches Kraft-Zeit-Diagramm erwarten Sie, wenn Sie aufrecht auf der Plattform stehen, einen schweren Gegenstand in die Höhe werfen. Der Gegenstand soll etwas seitlich geworfen werden und vom Experimentier-Partner gefangen werden.
- [V.03] Welches Kraft-Zeit-Diagramm erwarten Sie, wenn Sie aufrecht auf der Plattform stehen, einen schweren Gegenstand in die Höhe werfen und anschließend wieder auffangen.

Vorhersage → Experiment

- Installieren Sie die Kraftplattform, das Notebook, den Datenlogger und die Daten-Logger-Software-Software
- Überprüfen Sie Ihre Vorhersagen in einem passenden Experiment

Reflexion

- An welcher Stelle im Kraft-Zeit-Diagramm [V.01] befindet man sich, wenn man gerade im tiefsten Punkt der Hocke angekommen ist?
- Diskutieren Sie die markanten Punkte im Kraft-Zeit-Diagramm [V.01]!
- Welche Aussagen kann man aus den Flächen unter dem Kraft-Zeit-Diagramm ableiten?
- Erläutern Sie das Kraft-Zeit-Diagramm bei den Experiment zu [V.02] und [V.03]

Literatur

Ulrich Göhner, Angewandte Bewegungslehre und Biomechanik des Sports, Tübingen 2008

[02] Fadenpendel

In den Physikbildungsstandards stehen folgende Kompetenzen:

Kompetenz Nr. 3: Formalisierung und Mathematisierung in der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können den funktionalen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen erkennen, grafisch darstellen und Diagramme interpretieren und sie können funktionale Zusammenhänge selbstständig finden

Kompetenz Nr. 4: Spezifische Methodenrepertoire der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen, Experimente selbstständig planen, durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen und einfache Fehlerbetrachtungen vornehmen. Sie können computerunterstützte Messwerterfassungs- und Auswertungssysteme im Praktikum selbstständig einsetzen.

Kompetenz Nr. 8: Grundlegende physikalische Größen

Neben dynamischen Betrachtungsweisen ... können die Schülerinnen und Schüler mit weiteren grundlegenden physikalischen Größen umgehen: Inhalte: Kraft, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Entropie (Entropieerzeugung), qualitativ: Zentripetalkraft

Kompetenz Nr. 9: Strukturen und Analogien

Die Schülerinnen und Schüler können ... ihre Vorstellungen und Ausdrucksweisen über Schwingungen in eine angemessene Fachsprache und mathematische Beschreibung überführen. Grundkenntnisse werden bei folgenden Themen erwartet – Inhalte: Schwingung, harmonische mechanische ... Schwingung, Differenzialgleichung

Das Fadenpendel ist wohl ein Standardversuch ... Zerlegung der Rückstellkraft ... Deduktion, dass bei kleinen Auslenkungen eine harmonische Schwingung angenommen werden kann. Auf der Basis dieser Lernvoraussetzungen kann man folgende Arbeitsaufträge formulieren.



Versuchs-Material

- Notebook, Daten-Logger-Software
- Faden, Pendelkörper, Stativstange, Muffe, Querstange usw.
- Datenlogger, Netzteil, USB-Verbindungskabel
- Drehbewegungssensor, Kraftsensor

Hypothese| Theorie → Vorhersage

- [V.01] Welches Kraft-Auslenkungs-Diagramm erwarten Sie intuitiv, bei der Fadenpendelschwingung.
- [V.02] Leiten Sie das Kraft-Auslenkungs-Diagramm deduktiv ab!
- [V.03] Welche Rolle spielt die Entropie bei diesem Experiment?

Vorhersage → Experiment

- Installieren Sie das Fadenpendel, das Notebook, den Datenlogger und die Daten-Logger-Software; der Kraftsensor wird auf die Achse des Drehbewegungssensors montiert. Eventuell verwendet man Klebeband zur „Achsenverlängerung“, damit man den Kraftsensor stabil montieren kann.
- Überprüfen Sie Ihre Vorhersagen in einem passenden Experiment

Reflexion

Diskutieren Sie „Abweichungen“ zwischen Ihren Vorhersagen und den Messergebnissen!

[03] Federpendel

In den Physikbildungsstandards stehen folgende Kompetenzen:

Kompetenz Nr. 3: Formalisierung und Mathematisierung in der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können den funktionalen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen erkennen, grafisch darstellen und Diagramme interpretieren und sie können funktionale Zusammenhänge selbstständig finden

Kompetenz Nr. 4: Spezifische Methodenrepertoire der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen, Experimente selbstständig planen, durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen und einfache Fehlerbetrachtungen vornehmen. Sie können computerunterstützte Messwerterfassungs- und Auswertungssysteme im Praktikum selbstständig einsetzen.

Kompetenz Nr. 8: Grundlegende physikalische Größen

Neben dynamischen Betrachtungsweisen ... können die Schülerinnen und Schüler mit weiteren grundlegenden physikalischen Größen umgehen: Inhalte: Kraft, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Entropie (Entropieerzeugung)

Kompetenz Nr. 9: Strukturen und Analogien

Die Schülerinnen und Schüler können ... ihre Vorstellungen und Ausdrucksweisen über Schwingungen in eine angemessene Fachsprache und mathematische Beschreibung überführen. Grundkenntnisse werden bei folgenden Themen erwartet – Inhalte: Schwingung, harmonische mechanische ... Schwingung, Differenzialgleichung

Die Lösung der Differenzialgleichung bei einem Federpendel führt zu $s(t)$, $v(t)$ und $a(t)$ -Diagrammen, die man deduktiv ableiten kann. Interessant sind u.a. auch die Phasenbeziehungen. Mit den passenden Sensoren kann man Vorhersagen zu diesen Diagrammen im Experiment direkt überprüfen. Die Vorhersage von $s(t)$ - $a(t)$ -Diagrammen – oder anderen Kombinationen – sind interessante Lernzielkontrollen auf dem Weg zum Kompetenzerwerb.



Versuchs-Material

- Notebook, Daten-Logger-Software
- Federpendel (Stativstange, Muffe, Querstange, Feder, Masse)
- Datenlogger, Netzteil, USB-Verbindungskabel
- Drehbewegungssensor, Kraftsensor, Ultraschallbewegungssensor, Beschleunigungssensor mit Verlängerungskabel

Hypothese| Theorie → Vorhersage

[V.01] Welche Diagramme erwarten Sie bei einem Feder-Schwere-Pendel?

[V.02] Welche Phasenbeziehungen muss man erwarten?

[V.03] Welches $F(t)$ - $a(t)$ -Diagramm – bzw. $s(t)$ - $a(t)$ -Diagramm – kann man deduktiv ableiten?

[V.04] Welche Rolle spielt die Entropie bei diesem Experiment?

Vorhersage → Experiment

- Installieren Sie das Federpendel, das Notebook, den Datenlogger und die Daten-Logger-Software. Achten Sie darauf, dass die Masse des Federpendels den Ultraschall-Bewegungssensor nicht beschädigt.
- Diskutieren Sie experimentelle Möglichkeiten, die relevanten physikalischen Größen bei einem Federpendel aufzuzeichnen.
- Überprüfen Sie Ihre Vorhersagen in einem passenden Experiment

[04] Gummiband

In den Physikbildungsstandards stehen folgende Kompetenzen:

Kompetenz Nr. 3: Formalisierung und Mathematisierung in der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können den funktionalen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen erkennen, grafisch darstellen und Diagramme interpretieren und sie können funktionale Zusammenhänge selbstständig finden

Kompetenz Nr. 4: Spezifische Methodenrepertoire der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen, Experimente selbstständig planen, durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen und einfache Fehlerbetrachtungen vornehmen. Sie können computerunterstützte Messwerterfassungs- und Auswertungssysteme im Praktikum selbstständig einsetzen.

Kompetenz Nr. 9: Strukturen und Analogien

Die Schülerinnen und Schüler können ... ihre Vorstellungen und Ausdrucksweisen über Schwingungen in eine angemessene Fachsprache und mathematische Beschreibung überführen. Grundkenntnisse werden bei folgenden Themen erwartet – Inhalte: Schwingung, harmonische mechanische ... Schwingung, Differenzialgleichung



Die Behandlung des Federpendels und der harmonischen Schwingung ist ein wesentlicher Schwerpunkt des Physikunterrichts in der Kursstufe. Die Analyse von elastischen Körpern, bei denen die Kraft nicht direkt proportional zur Auslenkung ist, festigt die bis zu diesem Zeitpunkt erworbenen Kompetenzen.

Versuchs-Material

- Notebook, Daten-Logger-Software
- Gummiband, Stativstange, Muffe, Querstange, Feder, Masse
- Datenlogger, Netzteil, USB-Verbindungskabel
- Drehbewegungssensor, Kraftsensor

Hypothese| Theorie → Vorhersage

[V.01] Welches Kraft-Auslenkungs-Diagramm erwarten Sie intuitiv, bei der Dehnung des Gummibandes?

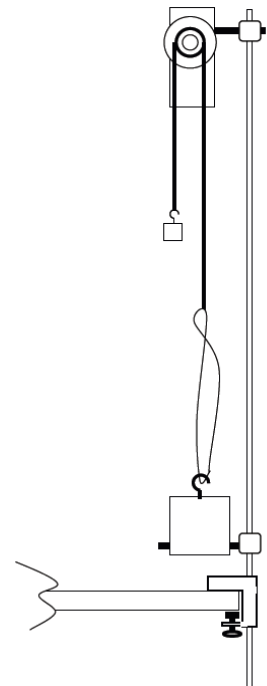
[V.02] Welche Rolle spielt die Entropie bei diesem Experiment?

Vorhersage → Experiment

- Installieren Sie das Experiment entsprechend Ihrer Planung, das Notebook, den Datenlogger und die Daten-Logger-Software.
- Überprüfen Sie Ihre Vorhersagen im Experiment.

Reflexion

- Interpretieren Sie das Diagramm ... in welcher Phase ist das Gummi steif, in welchem Teil ergibt sich ein linearer Zusammenhang zwischen Kraft und Dehnung ... und wie unterscheidet sich F-s-Diagramm im oberen Teil von der Anfangsphase? Wie unterscheidet sich das F-s-Diagramm beim „Ausziehen“ von dem F-s-Diagramm beim „Zurückgehen“. Wie ändert sich das F-s-Diagramm, wenn das Gummi „häufig“ gedehnt wird.
- WENN Ihr Team Zeit und Lust hat, können Sie das Gummi durch eine Schraubenfeder ersetzen ... oder durch andere Materialien: z.B. durch einen Tesafilm ... z.B. durch einen Streifen einer Plastiktüte z.B. durch eine Schraubenfeder mit Vorspannung ...



[05] Ballistische Pendel

In den Physikbildungsstandards stehen folgende Kompetenzen:

Kompetenz Nr. 3: Formalisierung und Mathematisierung in der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können den funktionalen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen erkennen, grafisch darstellen und Diagramme interpretieren und sie können funktionale Zusammenhänge selbstständig finden

Kompetenz Nr. 4: Spezifische Methodenrepertoire der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen, Experimente selbstständig planen, durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen und einfache Fehlerbetrachtungen vornehmen. Sie können computerunterstützte Messwerterfassungs- und Auswertungssysteme im Praktikum selbstständig einsetzen.

Kompetenz Nr. 8: Grundlegende physikalische Größen

Neben dynamischen Betrachtungsweisen ... können die Schülerinnen und Schüler mit weiteren grundlegenden physikalischen Größen umgehen: Inhalte: Kraft, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Energie, Impuls, Entropie (Entropieerzeugung)

Am Ballistischen Pendel sind Energie- und Impulsbetrachtungen notwendig. Kritisch ist dieses Experiment mit dem Blick auf die „Waffenproblematik“. Eventuell ein Anknüpfungspunkt über ethische Fragen ins Gespräch zu kommen.



Versuchs-Material

- Notebook, Daten-Logger-Software, Datenlogger, Netzteil, USB-Verbindungskabel
- Stativstange 1m, Tischklemme, 2 Muffen, 2x 20cm Stativstange
- Drehbewegungssensor, Drahtanordnung ballistisches Pendel
- Luftpistole

Hypothese| Theorie → Vorhersage

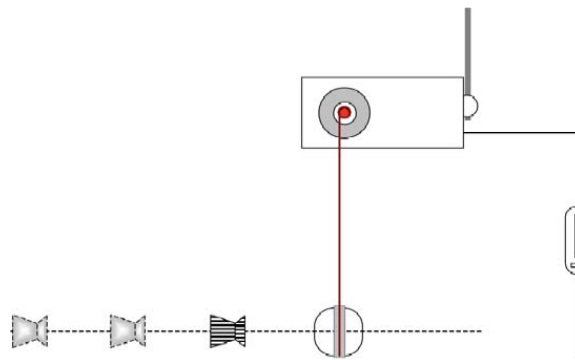
[V.01] Diskutieren Sie den physikalischen Hintergrund bei diesem Versuch!

[V.02] Welche Rolle spielt der Impulserhaltungssatz – bzw. der Energieerhaltungssatz?

[V.03] Welche Aussagen über die Entropie kann man machen?

Vorhersage → Experiment

- Installieren Sie das Experiment entsprechend Ihrer Planung, das Notebook, den Datenlogger und die Daten-Logger-Software.
- Überprüfen Sie Ihre Vorhersagen im Experiment.



Reflexion

- Welche Alternativen gibt es zum Ballistischen Pendel?
- Diskutieren Sie in Ihrem Team die ethische Dimension dieser Thematik. Reflektieren Sie die Arbeitsweise der Polizeilabors, in denen derartige Versuche mit Waffen durchgeführt werden.

[06] Stimmgabel

In den Physikbildungsstandards stehen folgende Kompetenzen:

Kompetenz Nr. 3: Formalisierung und Mathematisierung in der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können den funktionalen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen erkennen, grafisch darstellen und Diagramme interpretieren und sie können funktionale Zusammenhänge selbstständig finden

Kompetenz Nr. 4: Spezifische Methodenrepertoire der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen, Experimente selbstständig planen, durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen und einfache Fehlerbetrachtungen vornehmen. Sie können computerunterstützte Messwerterfassungs- und Auswertungssysteme im Praktikum selbstständig einsetzen.

Kompetenz Nr. 8: Grundlegende physikalische Größen

Neben dynamischen Betrachtungsweisen ... können die Schülerinnen und Schüler mit weiteren grundlegenden physikalischen Größen umgehen: Inhalte: Kraft, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Entropie (Entropieerzeugung), qualitativ: Zentripetalkraft

Kompetenz Nr. 9: Strukturen und Analogien

Die Schülerinnen und Schüler können ... ihre Vorstellungen und Ausdrucksweisen über Schwingungen in eine angemessene Fachsprache und mathematische Beschreibung überführen. Grundkenntnisse werden bei folgenden Themen erwartet – Inhalte: Schwingung, harmonische mechanische ... Schwingung, Differenzialgleichung



Die Behandlung des Federpendels und der harmonischen Schwingung ist ein wesentlicher Schwerpunkt des Physikunterrichts in der Kursstufe. Der Transfer der Ergebnisse aus der „harmonischen Schwingung“ auf komplexer „Schwinger“ festigen das physikalische Hintergrundwissen.

Versuchs-Material

- Notebook, Daten-Logger-Software
- Stimmgabel niederer Frequenz
- Datenlogger, Netzteil, USB-Verbindungskabel
- Beschleunigungssensor, Analogadapter, Gummiband zur Befestigung

Hypothese| Theorie → Vorhersage

- [V.01] Formulieren das Elongations-Zeit-Diagramm für eine harmonische Schwingung. Leiten Sie deduktiv die maximale Beschleunigung als Funktion der Frequenz ab. Von welchen weiteren Größen hängt diese maximale Beschleunigung ab?
- [V.02] Übertragen Sie dies Erkenntnisse auf die Schwingung der Zinken der Stimmgabel. Welche Vorhersagen können Sie daraus ableiten – welche Schätzungen wagen Sie?

Vorhersage → Experiment

- Installieren Sie das Notebook, den Datenlogger und die Daten-Logger-Software. Befestigen Sie den Vernier-Beschleunigungssensor mit einem Gummiband an einem der Zinken der Stimmgabel.
- Überprüfen Sie Ihre Vorhersagen im Experiment

Reflexion

- Diskutieren Sie mögliche Fehler bei diesem „Transfer“.
- Diskutieren Sie den Begriff der „Schwebung“.
- Welche Wirkung hat eine „Massenaufgabe“ auf einem Zinken einer Stimmgabel. Erzeugen Sie eine Schwebung mit zwei Stimmgabeln, Resonanzkörper und „Massenaufgaben“.

[07] Dynamische Kennlinie

In den Physikbildungsstandards stehen folgende Kompetenzen:

Kompetenz Nr. 3: Formalisierung und Mathematisierung in der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können den funktionalen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen erkennen, grafisch darstellen und Diagramme interpretieren und sie können funktionale Zusammenhänge selbstständig finden

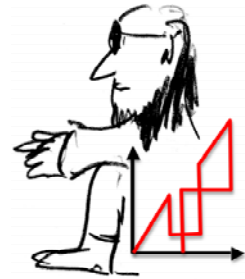
Kompetenz Nr. 4: Spezifische Methodenrepertoire der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen, Experimente selbstständig planen, durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen und einfache Fehlerbetrachtungen vornehmen. Sie können computerunterstützte Messwerterfassungs- und Auswertungssysteme im Praktikum selbstständig einsetzen.

Kompetenz Nr. 8: Grundlegende physikalische Größen

Neben dynamischen Betrachtungsweisen können die Schülerinnen und Schüler ... mit weiteren grundlegenden physikalischen Größen umgehen ... Inhalte: Energie (Energieerhaltung), elektrische Stromstärke, elektrisches Potenzial, elektrische Spannung, elektrische Ladung (Ladungserhaltung), Entropie (Entropieerzeugung).

Die Schülerinnen und Schüler erweitern selbstverantwortlich und selbstständig ihr Wissen auf der Basis der Grundlagen, die in der Sekundarstufe I gelegt wurden.



Versuchs-Material

- Notebook, Daten-Logger-Software
- Glühlampe (6V, 5W), Fassung, Kabel, 25V-regelbares Netzteil
- Datenlogger, Netzteil, USB-Verbindungskabel, USB-Link, Analogverstärker, UI-Sensor ...

Hypothese | Theorie → Vorhersage

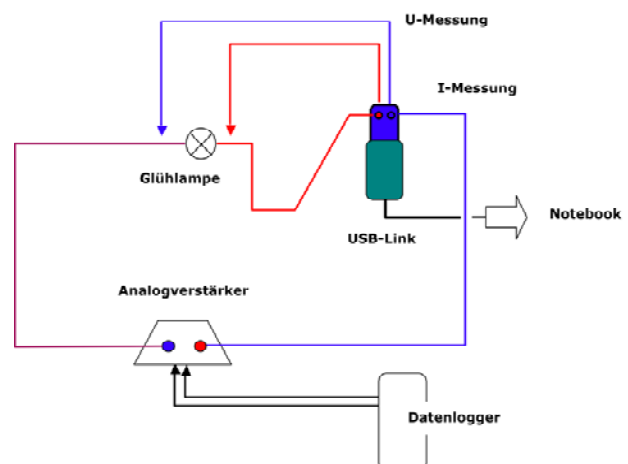
- [V.01] Welche Glühlampenkennlinie erwarten Sie, wenn man die anliegende Spannung an der Glühlampe ganz langsam erhöht – bzw. wenn man sie sehr schnell verändert.
- [V.02] Welche Variation erwarten Sie, wenn man die Spannung von 0V anwachsen lässt ... bzw. von der maximal möglichen Spannung herunterregelt.

Vorhersage → Experiment

- Installieren Sie das Notebook, den Datenlogger und die Daten-Logger-Software. Bauen Sie die Schaltung zur Aufnahme der „dynamischen Glühlampenkennlinie“ auf. Der Amplifier gestattet die „dynamische Veränderung“ der Versorgungsspannung der Glühlampe.¹
- Überprüfen Sie Ihre Vorhersagen im Experiment

Reflexion

- In Schulbüchern findet man die Aussage, dass die Formel $U = I \cdot R$ das Ohmsche Gesetz sei. Erläutern Sie, warum diese Aussage im besten Falle als „Altlast“, wenn nicht sogar als „Unsinn“ zu bezeichnen ist. Was hat Georg Simon Ohm entdeckt?
- In Schulbüchern findet man die Aussage, dass man aus den Daten der Glühlampe – z.B. 6V, 5W – auf den Widerstand der Glühlampe schließen kann. Erläutern Sie, welche Bedeutung der „Lampenaufschrieb“ hat. Begründen Sie, warum man Glühlampen nur ausschließlich über ihre Kennlinie beschreiben kann.



¹ Auf dem Datenlogger, der den Amplifier ansteuert, werden folgende Daten eingestellt: Amplitude: 1,5V / Offset: 1,5V / Frequenz: 2 Hz / Repeat Mode: One Shot

[08] Magnetisierung

In den Physikbildungsstandards stehen folgende Kompetenzen:

Kompetenz Nr. 3: Formalisierung und Mathematisierung in der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können den funktionalen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen erkennen, grafisch darstellen und Diagramme interpretieren und sie können funktionale Zusammenhänge selbstständig finden

Kompetenz Nr. 4: Spezifische Methodenrepertoire der Physik

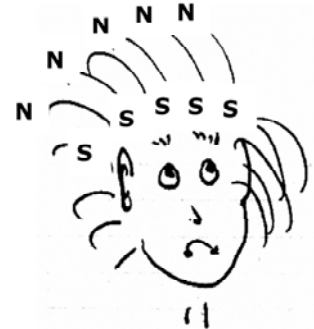
Die Schülerinnen und Schüler können Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen, Experimente selbstständig planen, durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen und einfache Fehlerbetrachtungen vornehmen. Sie können computerunterstützte Messwerterfassungs- und Auswertungssysteme im Praktikum selbstständig einsetzen.

Kompetenz Nr. 8: Grundlegende physikalische Größen

Neben dynamischen Betrachtungsweisen ... können die Schülerinnen und Schüler mit weiteren grundlegenden physikalischen Größen umgehen: Inhalte: *magnetische Flussdichte*,

Kompetenz Nr. 9: Strukturen und Analogien

Die Schülerinnen und Schüler können das magnetische und elektrische Feld als physikalisches System beschreiben und die Grundlagen der Maxwelltheorie verstehen, in der die Elektrodynamik auf vier Aussagen zurückgeführt wird. Grundkenntnisse werden bei folgenden Themen erwartet – Inhalte: Feld ... elektrisches und magnetisches Feld, Lorentzkraft, Wechselwirkung mit Materie



Aus dem Unterricht ist die Flussdichte als Funktion der Stromstärke und den Spulendaten bekannt. In gleicher Weise kann man davon ausgehen, dass die Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter in einem Magnetfeld der Flussdichte B bekannt ist. In der folgenden Teamarbeit wird ein Elektromagnet – also eine Spule mit Eisenkern untersucht. Über dem Elektromagneten hängt ein Eisenstück an einem Kraftsensor, das von dem Elektromagneten angezogen wird. Die Kraft wird in Anhängigkeit von der Stromstärke durch den Elektromagneten untersucht.

Versuchs-Material

- Notebook, Daten-Logger-Software, Datenlogger, Netzteil, $1\text{-}\Omega$ -Messwiderstand
- USB-Verbindungskabel, Kraftsensor, U-I-Sensor, Magnetfeldsensor
- Gleichspannungsnetzgerät, Spule mit Eisenkern, Eisenstück, Stativmaterial, Rollwagen, Schnur

Hypothese| Theorie → Vorhersage

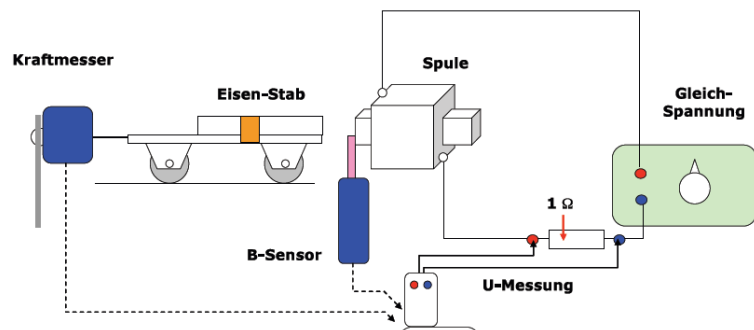
- [V.01] Welchen Zusammenhang zwischen der Flussdichte am Eisenkern und der Stromstärke durch die Spule erwarten Sie?
- [V.02] Welches F-I-Diagramm erwarten Sie bei einem Elektromagneten. F ist hierbei die Kraft auf ein Eisenstück im Magnetfeld des Elektromagneten?

Vorhersage → Experiment

- Installieren Sie das Notebook, den Datenlogger und die Daten-Logger-Software
- Überprüfen Sie Ihre Vorhersagen im Experiment

Reflexion

- Welchen Bezug hat dieses Experiment zu den Kränen, die man auf einem Schrottplatz findet?



[09] Entropiestrom

In den Physikbildungsstandards stehen folgende Kompetenzen:

Kompetenz Nr. 3: Formalisierung und Mathematisierung in der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können den funktionalen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen erkennen, grafisch darstellen und Diagramme interpretieren und sie können funktionale Zusammenhänge selbstständig finden

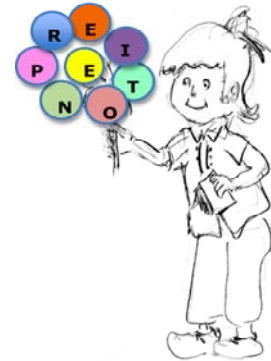
Kompetenz Nr. 4: Spezifische Methodenrepertoire der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen, Experimente selbstständig planen, durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen und einfache Fehlerbetrachtungen vornehmen. Sie können computerunterstützte Messwerterfassungs- und Auswertungssysteme im Praktikum selbstständig einsetzen.

Kompetenz Nr. 8: Grundlegende physikalische Größen

Neben dynamischen Betrachtungsweisen ... können die Schülerinnen und Schüler mit weiteren grundlegenden physikalischen Größen umgehen: Inhalte: *Entropie*

Kompetenz Nr. 9: Strukturen und Analogien ... Verständnis und Umgang mit „Strom, Antrieb (Ursache) und Widerstand“



Versuchs-Material

- Notebook, Daten-Logger-Software, Datenlogger, Netzteil
- USB-Verbindungskabel, Temperatursensor, Spannungssensor, Metallklötze ...
- Peltier-Element ²

Hypothese| Theorie → Vorhersage

Vor der Diskussion und Formulierung von Vorhersagen müssen wir uns ein Stück weit mit der Funktionweise eines Peltier-Element auseinander setzen

siehe → [Entropiestromstaerke.pdf](#) ... und → [PeltierElement.pdf](#)

- [V.01] Welcher Zusammenhang wird zwischen der Temperaturdifferenz und der Potenzialdifferenz an einem Peltier-Element erwartet?
- [V.02] Welcher Zusammenhang wird zwischen der Temperaturdifferenz und dem thermischen Energiestrom durch das Peltier-Element hindurch erwartet?
- [V.03] Welcher Zusammenhang wird zwischen der Temperaturdifferenz und dem Entropiestrom durch das Peltier-Element hindurch erwartet?
- [V.04] Welchen Entropiestrom erwartet man, wenn man dieses Entropiestrommessgerät zwischen zwei Metallklötze unterschiedlicher Temperatur legt?
- [V.05] Was erwartet man, wenn das Entropiestrommessgerät auf einen Styroporklotz legt und die Hand auflegt? Welchen Unterschied erwartet man, wenn die Styroporunterlage durch einen Aluklotz ersetzt wird?

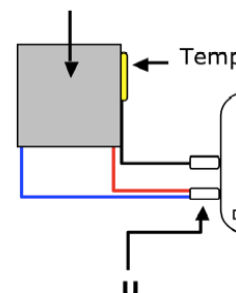
Vorhersage → Experiment

- Installieren Sie das Notebook, den Datenlogger und die Daten-Logger-Software
- Überprüfen Sie Ihre Vorhersagen im Experiment

Reflexion

- Wie müsste man vorgehen, wenn man die Peltier-Temperatur-Messanordnung als „Entropiestrommessgerät“ bei einem „variablen Temperaturbereich“ verwenden will?

Peltier-Element



² ... dieses Peltierelement stammt aus einer „Jugend-Forscht-Arbeit“. In dieser aktuell laufenden Arbeit sind die Schülerinnen und Schülern im Verein MiNe-MINT e.V. in Stuttgart auf dem Weg, ein handhabbares Entropiestrommessgerät zu bauen.

[10] Spirometer

In den Physikbildungsstandards stehen folgende Kompetenzen:

Kompetenz Nr. 3: Formalisierung und Mathematisierung in der Physik

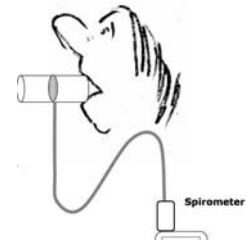
Die Schülerinnen und Schüler können den funktionalen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen erkennen, grafisch darstellen und Diagramme interpretieren und sie können funktionale Zusammenhänge selbstständig finden

Kompetenz Nr. 4: Spezifische Methodenrepertoire der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen, Experimente selbstständig planen, durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen und einfache Fehlerbetrachtungen vornehmen. Sie können computerunterstützte Messwerterfassungs- und Auswertungssysteme im Praktikum selbstständig einsetzen.

Kompetenz Nr. 9: Strukturen und Analogien ...Verständnis und Umgang mit „Strom, Antrieb (Ursache) und Widerstand“

Gasströme messen Ärzte mit so genannten Spirometern. Im Rahmen der Kompetenz Nr. 9 sollen die Schülerinnen und Schüler lernen, mit dem Konzept Strom-Antrieb-Widerstand souverän umzugehen; hierbei kann diese Teamarbeit einen guten Beitrag liefern.



Versuchs-Material

- Notebook, Daten-Logger-Software, Datenlogger, Netzteil
- USB-Verbindungskabel, Spirometer-Sensor
- Modellversuch: Y-Rohr, Gummistopfen, Röhren mit Anschluss an Drucksensor.

Hypothese| Theorie → Vorhersage

Vor der Diskussion und Formulierung von Vorhersagen in diesem Themenkomplex steht die Auseinandersetzung mit den Analogien zwischen elektrischen Strömen und Gas- bzw. Wasserströmen. In einer Tabelle werden die analogen Größen einander gegenübergestellt.

→ siehe [Analogien Spiro .ppt](#)

→ siehe [G-Puzzle Strom Antrieb Widerstand.pdf](#)

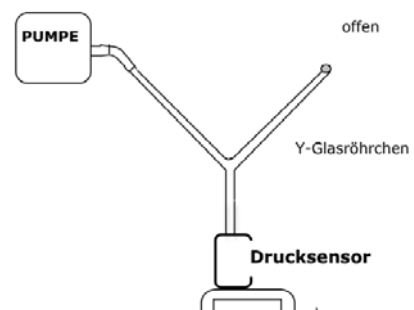
- [V.01] Eine elektrische Energiequelle liefert eine Potenzialdifferenz $\Delta\varphi$. Welche Ladung fließt durch einen Widerstand R , der an diese elektrische Energiequelle angeschlossen wird.
- [V.02] Wie kann man aus einem $\Delta\varphi$ -t-Diagramm auf die geflossene Ladung schließen?
- [V.03] Welche Analogie zwischen dem Spirometer und einer passenden elektrischen Analogie kann man ziehen?
- [V.04] Untersuchen Sie das Spirometer auf seine Funktionsweise! Vorsicht: Unter keinen Umständen mit den Fingern in das „Blasröhrchen“ (Mundstück) fassen. Dort befindet sich etwa in der Mitte ein kaum sichtbares dünnes Drahtnetz! Wenn man es berührt, wird es aus der Halterung gedrückt und das Mundstück ist unbrauchbar.
- [V.05] Bauen Sie aus dem bereit liegendem Material einen Modellversuch, der die Funktionsweise des Spirometers verdeutlicht.

Vorhersage → Experiment

- Installieren Sie das Notebook, den Datenlogger und die Daten-Logger-Software
- Überprüfen Sie Ihre Vorhersagen im Experiment

Reflexion

- Welche Aussagen kann ein Arzt aus diesen Spirometerdaten ziehen?
- Welche Änderung der Spirometerdaten kann man bei sportlichen Aktivitäten erwarten?



[11] Menschliche Signale

In den Physikbildungsstandards stehen folgende Kompetenzen:

Kompetenz Nr. 3: Formalisierung und Mathematisierung in der Physik

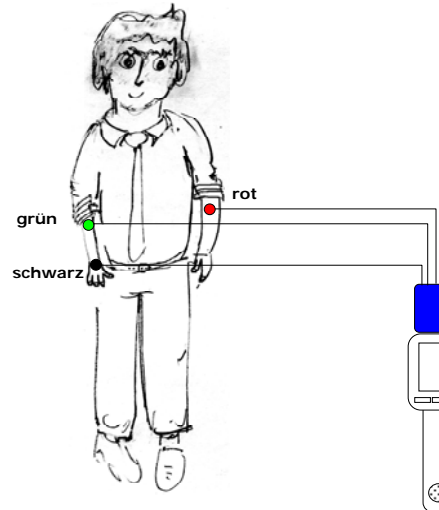
Die Schülerinnen und Schüler können den funktionalen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen erkennen, grafisch darstellen und Diagramme interpretieren und sie können funktionale Zusammenhänge selbstständig finden

Kompetenz Nr. 4: Spezifische Methodenrepertoire der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen, Experimente selbstständig planen, durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen und einfache Fehlerbetrachtungen vornehmen. Sie können computerunterstützte Messwertfassungs- und Auswertungssysteme im Praktikum selbstständig einsetzen.

Kompetenz Nr. 10: Naturerscheinungen und technische Anwendungen

Die Schülerinnen und Schüler können weitere Erscheinungen in der Natur und wichtige Geräte funktional beschreiben. Inhalte: Mensch: physikalische Abläufe im menschlichen Körper, medizinische Geräte, Sicherheitsaspekte



Versuchs-Material

- Notebook, Daten-Logger-Software, Datenlogger, Netzteil
- USB-Verbindungskabel, EKG-Sensor, Elektroden, Klebeband

Hypothese| Theorie → Vorhersage

Bei der Aufnahme von Herzströmen (eigentlich Potenzialdifferenzen auf Grund von Herzaktivitäten) oder Muskelpotential-Differenzen sind hohe Verstärkungsfaktoren und die Ausblendung von Störfaktoren (Netzbrumm usw.) ein wesentlicher Schwerpunkt, der bei fast allen „**medizinischen Geräten**“ eine Rolle spielt. Die Abläufe im menschlichen Körper können hierbei – z.B. in einer GFS - zu einer „Begegnung Physik-Biologie“ führen.

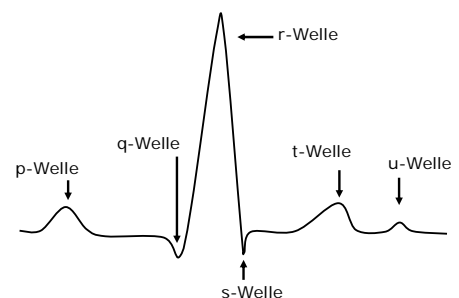
- [V.01] Welche Signale kann man am Brustkorb abnehmen, wenn man die Aktivität des menschlichen Herzens aufzeichnen will?
- [V.02] Recherchieren Sie, in welcher Größenordnung diese Signale liegen?
- [V.03] Welchen Signalverlauf erwarten Sie bei einem EKG?
- [V.04] Was erwarten Sie, wenn Sie die Elektroden rechts und links der Schläfen am Kopf der Versuchsperson anbringen und die Versuchsperson die Augen bewegt? Welche Position ist für die dritte Elektrode am besten geeignet?.

Vorhersage → Experiment

- Installieren Sie das Notebook, den Datenlogger und die Daten-Logger-Software und die Sensoren.
- Überprüfen Sie Ihre Vorhersagen im Experiment

Reflexion

- Welche Aussagen kann ein Arzt aus dem EKG ablesen?
- Was versteht man unter einem EEG?



[12] Kapazitive Sensoren

In den Physikbildungsstandards stehen folgende Kompetenzen:

Kompetenz Nr. 3: Formalisierung und Mathematisierung in der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können den funktionalen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen erkennen, grafisch darstellen und Diagramme interpretieren und sie können funktionale Zusammenhänge selbstständig finden

Kompetenz Nr. 4: Spezifische Methodenrepertoire der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen, Experimente selbstständig planen, durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen und einfache Fehlerbetrachtungen vornehmen. Sie können computerunterstützte Messwerterfassungs- und Auswertungssysteme im Praktikum selbstständig einsetzen.

Die E-Lehrer in der Kursstufe behandelt u.a. den Kondensator und Materie im elektrischen Feld. Das heißt, die Dielektrizitätskonstante spielt hierbei eine wesentliche Rolle. Will man den Anwendungsbezug der Physik, der in den Bildungsstandards sinnvoller Weise gefordert wird, in diesem Themenkomplex einführen, könnte die folgende Teamarbeit, in der so genannte „Kapazitive Sensoren“ der Firma FESTO eingesetzt werden, eine Rolle spielen.



... tolles Dielektrikum

Versuchs-Material

- Notebook, Daten-Logger-Software, Datenlogger, Netzteil, Ladungssensor; USB-Verbindungskabel, U-I-Sensor, Spannungssensor
- Kapazitätssensor, Induktionssensor, „Magnetsensor“ ... und andere Sensoren.

Experimente A

Schließen Sie den **Ladungssensor** an den Datenlogger an ... verbinden Sie den Datenlogger mit dem Notebook. Stellen Sie in der Daten-Logger-Software die elektrische Ladung über der Zeitachse in einem Diagramm dar. Nehmen Sie den Ladungssensor (ohne Berührung der Masseleitung) zwischen die Finger und heben Sie einen Schuh vom Boden ab. Was stellen Sie fest, wenn Sie den Abstand des Schuhs zum Boden verändern?

Welche Elektrostatik-Experimente könnte man mit dieser Anlage noch aufbauen ... Diskutieren Sie mit Ihrem Team Experimentiervorschläge ... formulieren Sie vorher Vermutungen über den experimentellen Ausgang ... verifizieren oder falsifizieren Sie dann Ihre Vorhersagen im Experiment ... dokumentieren Sie eine Fehlerdiskussion.

Vorhersage ... Experimente B

- [V.01] Wie könnte man sich den Aufbau eines Kapazitätssensors vorstellen?
- [V.02] Welche Reichweite – Ansprechempfindlichkeit – erwarten Sie bei solch einem Sensor?
- [V.03] Welche Materialien kann man mit solch einem Sensor unterscheiden – was erwarten Sie?
- [V.04] Wie könnte ein Modellexperiment zu dieser Thematik aussehen?

Schließen Sie den **FESTO-Sensor** an die Betriebsspannung von 9V an. Messen Sie die Sensorspannung zwischen dem Sensorkabel und der Masse mit dem U-Sensor des Datenlogger. Stellen Sie in der Daten-Logger-Software die Spannung über der Zeit in einem Diagramm dar. Beantworten Sie folgende Fragen **vor** dem Experiment!

Theorie → Experiment

- Installieren Sie das Notebook, den Datenlogger und die Daten-Logger-Software
- Überprüfen Sie Ihre Vorhersagen, Vermutungen im Experiment.

Reflexion

- Untersuchen Sie die anderen Sensoren auf ihre Funktionsweise.
- Welche Einsatzmöglichkeiten könnte man mit solchen Sensoren in Industrieanlagen finden?



[13] Kompressor

In den Physikbildungsstandards stehen folgende Kompetenzen:

Kompetenz Nr. 3: Formalisierung und Mathematisierung in der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können den funktionalen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen erkennen, grafisch darstellen und Diagramme interpretieren und sie können funktionale Zusammenhänge selbstständig finden

Kompetenz Nr. 4: Spezifische Methodenrepertoire der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen, Experimente selbstständig planen, durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen und einfache Fehlerbetrachtungen vornehmen. Sie können computerunterstützte Messwerterfassungs- und Auswertungssysteme im Praktikum selbstständig einsetzen.

In den Bildungsstandards steht der „Druckbegriff“ schon in einer ersten didaktischen Reduktion in den Naturphänomenen. In den weiteren Klassenstufen wird diese erste „Annäherung“ mehr oder weniger ausgebaut. Diese Teamarbeit ist eine Gelegenheit, sich dieser Thematik – mit Alltagsbezug – zu nähern.



Versuchs-Material

- Notebook, Daten-Logger-Software, Datenlogger, Netzteil
- USB-Verbindungskabel, Drucksensor
- Kompressor, T-Stück, Schlauchstücke, Adapter für Drucksensor
- Luftballon

Hypothese| Theorie → Vorhersage

- [V.01] Welches Druck-Zeit-Diagramm erwarten Sie, wenn der Windkessel des Kompressors leer ist und der Kompressor angeschaltet wird.
- [V.02] Welche Druck-Zeit-Diagramm erwarten Sie, wenn Sie einen Luftballon aufblasen. In welcher Größenordnung wird nach Ihrer Vermutung der Druck im Inneren des Luftballons liegen?
- [V.03] Worin unterscheiden sich „alte“ und „neue“ Luftballone? Wie könnte man das untersuchen?
- [V.04] Warum zerreißt ein Luftballon, wenn er mit einer Nadel angestochen wird in tausend Fetzen? Kann man das verhindern?
- [V.05] Was erwarten Sie, wenn Sie den Luftballon mit einer Wärmebildkamera aufnehmen?

Vorhersage → Experiment

- Installieren Sie das Notebook, den Datenlogger und die Daten-Logger-Software
- Überprüfen Sie Ihre Vorhersagen, Vermutungen im Experiment.

Reflexion

- Blasen Sie einen Luftballon auf und nehmen Sie hierbei das Druck-Zeit-Diagramm auf. Was stellen Sie fest, wenn Sie den Kompressor bei gut gefülltem Luftballon ausschalten?



[14] p-V- Diagramm ... p-T-Diagramm

In den Physikbildungsstandards stehen folgende Kompetenzen:

Kompetenz Nr. 3: Formalisierung und Mathematisierung in der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können den funktionalen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen erkennen, grafisch darstellen und Diagramme interpretieren und sie können funktionale Zusammenhänge selbstständig finden

Kompetenz Nr. 4: Spezifische Methodenrepertoire der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen, Experimente selbstständig planen, durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen und einfache Fehlerbetrachtungen vornehmen. Sie können computerunterstützte Messwerterfassungs- und Auswertungssysteme im Praktikum selbstständig einsetzen.



In den Bildungsstandards steht der „Druckbegriff“ schon in einer ersten didaktischen Reduktion in den Naturphänomenen. In den weiteren Klassenstufen wird diese erste „Annäherung“ mehr oder weniger ausgebaut. Diese Teamarbeit ist eine Gelegenheit, sich dieser Thematik – mit Alltagsbezug – zu nähern.

Versuchs-Material

- Notebook, Daten-Logger-Software, Datenlogger, Netzteil
- USB-Verbindungskabel, Drucksensor
- p-T-Anordnung
- p-V-Anordnung

Hypothese| Theorie → Vorhersage

- [V.01] Welches p-T-Diagramm erwarten Sie, wenn Sie die Metallkugel in heißes Wasser tauchen?
- [V.02] Welches p-V-Diagramm erwarten Sie, wenn Sie die Luftmenge im Kolben komprimieren?
- [V.03] Eine Pressluftflasche wird mit einem Kompressor gefüllt. Der Kompressor presst ein großes Luftvolumen in eine kleine Stahl-Flasche. Diskutieren Sie Temperatur, Volumen, Energie, Druck, Entropie während der Kompression der Luft.
- [V.04] Nun steht diese Pressluftflasche verschlossen, lange genug im Schrank, so dass die ganze Flasche im thermodynamischen Gleichgewicht mit der Umgebung ist. Was bedeutet das?
- [V.05] Diskutieren Sie nun in dieser Phase erneut Temperatur, Volumen, Energie, Druck, Entropie!
- [V.06] Nun wird die Flasche geöffnet und ein Presslufthammer damit betrieben. Woher kommt die Mechanische Energie, die der Presslufthammer aufbringt? Diskutieren Sie erneut Temperatur, Volumen, Energie, Druck, Entropie bei diesem Vorgang.

Vorhersage → Experiment

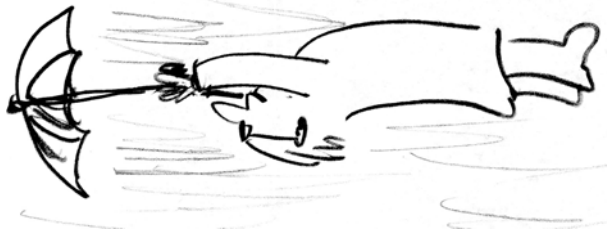
- Installieren Sie das Notebook, den Datenlogger und die Daten-Logger-Software
- Überprüfen Sie Ihre Vorhersagen, Vermutungen im Experiment.

Reflexion

- Finden Sie andere Problemstellungen, in denen die Diskussion der Entropie eine entscheidende Rolle spielt.



[15] Anemometer



In den Physikbildungsstandards stehen folgende Kompetenzen:

Kompetenz Nr. 3: Formalisierung und Mathematisierung in der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können den funktionalen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen erkennen, grafisch darstellen und Diagramme interpretieren und sie können funktionale Zusammenhänge selbstständig finden

Kompetenz Nr. 4: Spezifische Methodenrepertoire der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen, Experimente selbstständig planen, durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen und einfache Fehlerbetrachtungen vornehmen. Sie können computerunterstützte Messwerterfassungs- und Auswertungssysteme im Praktikum selbstständig einsetzen.

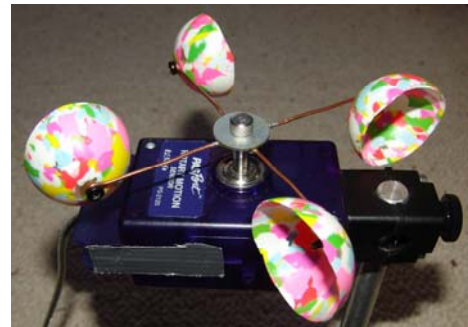
Wind ist ein faszinierendes Phänomen – spielt bei Aerodynamischen Fragestellungen u.a. eine große Rolle. Die Windmessung kann nicht nur bei den Bundesjugendspielen einen schönen Alltagsbezug haben.

Versuchs-Material

- Notebook, Daten-Logger-Software, Datenlogger, Netzteil
- Bluetooth-Adapter, iPhone, Anemometer
- Drehbewegungssensor, Tischtennisbälle, Kupferdraht, Schrauben, Sammlungsmaterial ...

Hypothese| Theorie → Vorhersage

- [V.01] Wie funktioniert ein Anemometer?
- [V.02] Welche Windgeschwindigkeitsmessgeräte könnte man erfinden? Wie funktioniert ein Halbschalen-Anemometer, das man aus einem Drehbewegungssensor und Tennisbällen selbst baut?
- [V.03] Wie kann man solch ein „selbst gebaute“ Windgeschwindigkeitsmessgeräte eichen
- [V.04] Welche Windgeschwindigkeiten erwarten Sie in verschiedenen Stockwerken an der Schule?



Vorhersage → Experiment

- Installieren Sie das Notebook, den Datenlogger und die Daten-Logger-Software
- Überprüfen Sie Ihre Vorhersagen, Vermutungen im Experiment.

Reflexion

Man kann die Datenlogger-Sensoren an einen Bluetooth-Adapter anschließen und die Daten damit zum Computer übertragen. Es gibt auch die Möglichkeit, die Messdaten vom Bluetooth-Adapter auf einem iPod oder iPhone zu empfangen und auf diesen Geräten in passenden Diagrammen, Analog- oder Digitalanzeigen auszugeben.

[16] GPS

In den Physikbildungsstandards stehen folgende Kompetenzen:

Kompetenz Nr. 3: Formalisierung und Mathematisierung in der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können den funktionalen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen erkennen, grafisch darstellen und Diagramme interpretieren und sie können funktionale Zusammenhänge selbstständig finden

Kompetenz Nr. 4: Spezifische Methodenrepertoire der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen, Experimente selbstständig planen, durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen und einfache Fehlerbetrachtungen vornehmen. Sie können computerunterstützte Messwerterfassungs- und Auswertungssysteme im Praktikum selbstständig einsetzen.



Die Verbindung von Sensordaten mit den so genannten GPS-Daten sind ein ideales Betätigungsfeld wenn man mit den Schülerinnen und Schülern „Diagrammarbeit“ trainieren will.

Versuchs-Material

- Notebook, Daten-Logger-Software, Datenlogger, Netzteil
- GPS-Sensor
- ... weitere Sensoren nach Wahl

Hypothese| Theorie → Vorhersage

[V.01] Wie funktioniert das GPS-System

[V.02] Welche Daten im Umfeld der Schule könnte man mit dem GPS-Sensor kombiniert aufnehmen und auswerten?

Vorhersage → Experiment

- Installieren Sie das Notebook, den Datenlogger und die Daten-Logger-Software
- Überprüfen Sie Ihre Vorhersagen, Vermutungen im Experiment.

Reflexion

- Bei Vermessungsarbeiten wird das GPS-System auch eingesetzt. Allerdings genügt für diese Anwendung eine Genauigkeit von 10 m in keinem Fall. Wie kann man die Genauigkeit des GPS-Systems wesentlich steigern?
- Von welchen Randbedingungen hängt die „Genauigkeit“ des GPS-Systems im Wesentlichen ab. Experimentieren Sie ...
- Diskutiere Vor- und Nachteile dieses GPS-Systems.



<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3e/Navstar-2.jpg> ⁽³⁾

³ Diese Datei ist ein Werk eines Angestellten der U.S. Air Force, das im Verlauf seiner offiziellen Arbeit erstellt wurde. Als ein Werk der Regierung der Vereinigten Staaten ist diese Datei gemeinfrei.

[17] Software zur Fourier-Analyse

In den Physikbildungsstandards stehen folgende Kompetenzen:

Kompetenz Nr. 3: Formalisierung und Mathematisierung in der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können den funktionalen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen erkennen, grafisch darstellen und Diagramme interpretieren und sie können funktionale Zusammenhänge selbstständig finden

Kompetenz Nr. 4: Spezifische Methodenrepertoire der Physik

Die Schülerinnen und Schüler können Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen untersuchen, Experimente selbstständig planen, durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen und einfache Fehlerbetrachtungen vornehmen. Sie können computerunterstützte Messwerterfassungs- und Auswertungssysteme im Praktikum selbstständig einsetzen.



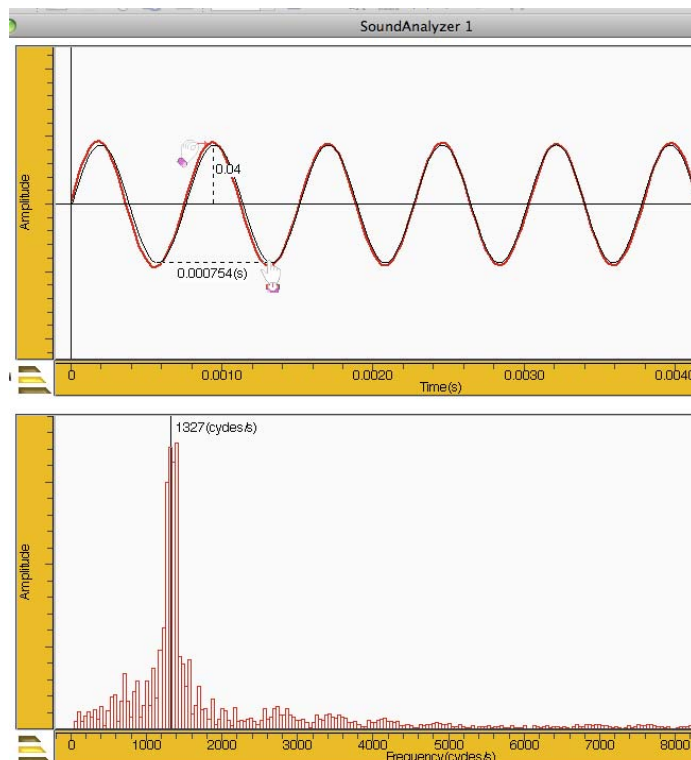
Die Untersuchung von Schwingungen in der Akustik ist ein motivierendes Themenfeld nicht nur für Schülerinnen. Mit der Software Waveport, die bei Daten-Logger-Software mitgeliefert wird, kann man mit ganz einfachen Mitteln eine Fourieranalyse realisieren und damit Experimente gestalten.

Versuchs-Material

- Notebook, Daten-Logger-Software, Software zur Fourier-Analyse
- Weinglas mit dünnem Stiel
- zwei 440Hz-Stimmgabeln mit Klangkörper und „Klötze“ zur Verstimmung

Hypothese| Theorie → Vorhersage

- [V.01] Welche Kurvenform erwarten Sie beim Sprechen ... welche Kurvenform beim Pfeifen?
- [V.02] Wie funktioniert die Resonanz bei den Stimmgabeln? Wie erzeugt man eine Schwebung ... wie kommt sie zustande?
- [V.03] Wie ändert sich die Frequenz einer Stimmgabel, wenn man die Masse eines Zinkens durch einen Zusatzkörper beschwert?
- [V.04] Wie funktioniert ein Quincksches Rohr? Was passiert, wenn man in einem Quinckschen Rohr den Luftraum kleiner macht?
- [V.05] Aus welchen Teilen besteht die so genannte „Glasharfe“?
- [V.06] Was passiert, wenn man in ein Glas (Weinglas mit dünnem Stiel) der Glasharfe Wasser eingießt?



Vorhersage → Experiment

- Installieren Sie das Notebook, den Datenlogger und die Daten-Logger-Software
- Überprüfen Sie Ihre Vorhersagen, Vermutungen im Experiment.

Reflexion

Wie kann man sich die Zusammenhänge, die man in diesen Experimenten entdeckt hat, zusammenfassend klären?

[18] ... der „sokratische Hubschrauber“

Führen Sie in Ihrem Team folgendes Rollen spiel auf:

Personen/Rollen:

- o der Frager
- o der Befragte

Requisiten

- o Hubschrauber
- o Fernbedienung
- o Feinwaage, USB-Kabel
- o Schuhkarton



Dialog:

- Frager Ich lasse jetzt den Hubschrauber fallen. Welche Aussage über den Impuls des Hubschraubers beim Fallen kann man machen?
- Befragter Der Impuls des Hubschraubers nimmt dabei unweigerlich zu. Er wird mit einer Endgeschwindigkeit auf dem Boden auftreffen ... und vermutlich kaputt gehen.
- Frager Impuls ist eine „mengenhafte Größe“, die weder vernichtet noch erzeugt werden kann. Wenn also in einem Körper der Impuls zunimmt, dann muss dieser Impuls von einem anderen Körper kommen. Willst du mir da zustimmen?
- Befragter Ja, selbstverständlich!
- Frager Von welchem anderen Körper kommt der Impuls des Hubschraubers, der diesem Hubschrauber beim Fallen unweigerlich zuströmt?
- Befragter Da die Erde für das Fallen verantwortlich ist, muss der Impuls, den der Hubschrauber so unweigerlich beim Fallen aufnimmt, von der Erde kommen.
- Frager Wir haben schon mehrfach deutlich betont, dass wir ausschließlich „Nahwirkungstheorien“ verkünden wollen. Wenn der Impuls des Hubschraubers aus der Erde kommt, dann muss es einen „Vermittler“ geben, der diesen Impuls aus der Erde dem Hubschrauber vermittelt. Wie nennen die Physiker diesen Vermittler?
- Befragter Dieser „Vermittler“ wird Gravitationsfeld genannt. Jede Masse ist von einem Gravitationsfeld umgeben. Der Impuls des Hubschraubers fließt also aus dem Gravitationsfeld der Erde in den Hubschrauber.
- Frager Nun lasse ich den Hubschrauber nicht fallen – das würde ihn, wenn ich es mehrfach mache, eventuell zerstören -, sondern ich versetze ihn in einen Schwebeflug. Wo bleibt nun der Impuls aus dem Gravitationsfeld der Erde, der in den Hubschrauber hinein fließt?
- Befragter Im Schwebeflug überträgt der Hubschrauber genau soviel Impuls auf die Luft nach unten, wie ihm durch das Gravitationsfeld zufließt. Wenn die Rotorblätter genau so schnell drehen, dass der Impuls-Zufluss und der Impuls-Abfluss sich genau ausgleichen, genau dann bleibt der Impuls des Hubschraubers konstant und er schwebt an der gleichen Stelle.
- Frager Nun machen wir die Sache noch einfacher, wir stellen den Hubschrauber einfach auf den Tisch und schalten die Rotorblätter ab. Wo bleibt nun der Impuls, der durch das Gravitationsfeld dem Hubschrauber immer noch zufließt?

Experiment

Wie müsste man vorgehen, wenn man den Impulsübertrag auf die Luft im Schwebeflug des Hubschraubers abschätzen wollte? Sie haben ein Messerfassungssystem zur Verfügung ... welche Sensoren benötigen Sie?

Diskussion

Auf dem Tisch Hubschrauber ganz unterschiedlicher Bauart:

(a) Hubschrauber mit Doppelrotor ohne Heckrotor, (b) Hubschrauber mit Doppelrotor und Heckrotor, (c) Hubschrauber mit Einfachrotor und Heckrotor

Diskutieren Sie in Ihrem Team die Funktionsweise dieser unterschiedlichen Typen

[19] Flugzeuge ... Fragen über Fragen

Zur Verfügung steht ein virtueller Windkanal, ein realer Windkanal, ein Gebläse, „Tragflächenwaage“ und weitere experimentelle Ausstattung zur Aerodynamik. Grundlegende Experimente kann man zur dieser Thematik aber mit ganz einfachen Mitteln realisieren, die in jeder Physiksammlung zur Verfügung stehen.

X-Fragen zur Wiederholung ... Recherche ... Vorhersagen vor den Experimenten!

- X.1 Was versteht man unter dem „Bernoulli-Gesetz“? Leiten Sie das Bernoulli-Gesetz aus dem Energieerhaltungssatz ab.
- X.2 Welchen Unsinn verbreitet man mit folgender Aussage: „Die Luftpakete teilen sich vor dem Flügel. Weil das Luftpaket beim Weg über den Flügel einen weiteren Weg zurück legen muss als das Luftpaket, das unten strömt, deshalb entsteht oben ein Unterdruck.“
Wie kann man den dynamischen Auftritt im „Bernoulli-Bild“ korrekt erklären
- X.3 Wie kann man das „Fliegen“ von Flugzeugen im Impulsbild erklären?
- X.4 Welche Aktionen führen bei einem Flugzeug zu einem Steigflug? Was passiert, wenn ein Flugzeug zur Landung ansetzt ... welche Funktionen haben hierbei „Landeklappen“?
- X.5 Wie fliegt ein Flugzeug ein Kurve – welche Kräfte wirken hierbei? Kann ein Flugzeug nur mit dem Seitenruder eine Kurve fliegen? Geht der Kurvenflug auch „nur“ mit dem Querruder?
- X.6 Diskutieren Sie die Funktionsweise des „Modellvogels“?
- X.7b Welche Gemeinsamkeiten sehen Sie zwischen einem Flugzeug, der Luftschraube eines Propellerflugzeuges, den Schaufeln in einem Düsentriebwerk, einem Hubschrauber, einer Windkraftanlage, einem Drachen und einem Ventilator?



Vorhersage A

Wie müsste man ein Experiment planen, in dem man die „Bernoulli-Erklärung“ des Fliegens „nachprüfen“ wollte. Welche Vorhersage kann man in diesem Zusammenhang formulieren ... wie könnte man diese Vorhersage im Experiment überprüfen?

Wie müsste man ein Experiment planen, in dem man die „Impuls-Erklärung“ des Fliegens „nachprüfen“ wollte. Welche Vorhersage kann man in diesem Zusammenhang formulieren ... wie könnte man diese Vorhersage im Experiment überprüfen?

Vorhersage B

Welche Vorhersage würden Sie machen, wenn Sie die Auftriebskraft und die Luftwiderstandskraft an einer Tragfläche abschätzen wollen?

Welches Diagramm erwarten Sie, wenn Sie die Auftriebskraft über der Luftwiderstandskraft bei konstantem Anstellwinkel gegeneinander auftragen?

Welches Diagramm würde man erwarten, wenn man die Auftriebsbeiwerte und die Luftwiderstandsbeiwerte bei unterschiedlichen Anstellwinkeln gegeneinander aufträgt? Dieses Diagramm heißt „Profilpolare“.



Experimente

Planen Sie passende Experimente, um Ihre Vorhersagen zu überprüfen

[20] EasyFly 3 – oder andere Flugsimulator-Software

Zur Verfügung steht ein Flugsimulator mit Spieleregler (Kostenumfang 35 €). An diesem Flugsimulator kann man den physikalischen Hintergrund des dynamischen Auftriebes und die Eigenschaften einer Maschine durch eigene Flugexperimente herausfinden.

Die Steuerung eines Modellflugzeuges ist wesentlich schwieriger als man sich das beim Spielen mit dem obigen Flugsimulator vorstellt. Die Modellmaschinen sind im Regelfall im Vergleich zur Masse des Modells „stark motorisiert“, sehr wendig und schnell, so dass an die Reaktionszeit des Piloten hohe Anforderungen gestellt werden.

Mit der Software hat man die Möglichkeit über die mitgelieferte Fernbedienung, die einer Original-RC-Fernbedienung nach gebaut ist, ein Modellflugzeug auf dem Bildschirm zu steuern. Der große Vorteil besteht wohl darin, dass man die „Simulationsgeschwindigkeit“ reduzieren kann. Damit kann ein Anfänger im RC-Modellflug-Hobby seine Reaktionszeit trainieren und die Gefahr, sein Modell schon beim ersten Start zu „verschrotten“, erheblich reduzieren.

Einstellung des Simulators

[01.] Auswahl der „Scenerie“ im Hauptmenue → Hawai

[02.] Auswahl des „Modells“ im Hauptmenue → PT-4.0

Dieses Modell hat ein Gewicht von 2,3kg, eine Spannweite von 1,5m und eine Länge von 1,2m. Es ist ein gutes Einstiegsmodell für Modellflugzeuge.

[03.] Einstellung des „Senders“ im Hauptmenue

Zur Auswahl steht ein **Spieleregler mit zwei Steuerknüppeln** – also genau die gleiche Steuereinheit, mit der man dann das Modellflugzeug fliegen muss. Dieser Spieleregler hat zwei unterschiedliche Steuerknüppel – man kann das bei einer leichten Bewegung der Regler sofort merken. Die Steuerknüppel stellen sich, wenn man sie loslässt, automatisch in eine Neutralstellung ein (die Neutralstellung ist bei diesen Reglern die Mittelstellung). Nur ein Regler verhält sich in einer Richtung anders – das ist der Gashebel. Wenn man ihn bewegt spürt man eine „Rasterung“ und der Gashebel bleibt in der Stellung, in die man in aktuell bringt. Er geht nicht zurück in eine „Neutralstellung“. Im Regelfall ist auf der Fernbedienung der Gashebel links angeordnet. Wir haben aber leider eine Fernbedienung, bei der sich der Gashebel auf der rechten Seite befindet. Die folgende Beschreibung gilt für den „Normalregler“.

Im Regelfall stellt man am linken Steuerknüppel bei der Bewegung in Längsrichtung das Gas (also die Motorleistung) ein und mit der Bewegung in Querrichtung steuert man die Seitenruder am Seitenleitwerk.

Am rechten Steuerknüppel stellt man in Längsrichtung das Höhenruder am Höhenleitwerk und in Querrichtung das Querruder an den Tragflächen ein.

An jedem Steuerknüppel befindet sich für alle „vier Richtungen“ jeweils auch noch ein Trimmregler, den man vor der Kalibrierung (siehe unten) in die Mittelstellung bringen sollte.

Als Alternative kann man auch den Flugsimulator-Spieleregler anschließen, in dem alle Bedienelemente in einem Steuerknüppel vereinigt sind.

Bei diesem Steuerorgan bedeutet eine Bewegung des Steuerknüppels in Längsrichtung die Steuerung des Höhenruders, eine Bewegung in Querrichtung steuert das Querruder, eine Drehung des Steuerknüppels steuert das Seitenruder und der Gashebel hinter dem Steuerknüppel steuert die Motorleistung.

[04.] Kalibrierung des Senders – also des Spielereglers.

Im Hauptmenue wählt man die Option „Sender“ - Nun wählt man links unten die Taste „Kalibrieren“ ... und folgt den Anweisungen des Programms. Zunächst muss man die Regler alle in „Neutralstellung“ bringen. Im nächsten Schritt wird man aufgefordert, die Regler in die Maximalstellung zu bringen ... es empfiehlt sich, der Regelbereich aller Steuerorgane maximal auszufahren. Nach der Kalibrierung kann man durch die Bewegung der Steuerorgane feststellen, welche der Kanäle (Channel 1 bis Channel 8) auf welche Steuerbewegung reagiert. In der Matrix kann man durch Wahl der Aktivierungspunkte das Gas z.B. dem Channel 1 zuordnen, falls der Spieleregler die „Gassteuerung“ auf diesem Kanal liefert. In gleicher Weise wählt man in der Matrix den Aktivierungspunkt für das Höhenruder, das Querruder und das Seitenruder. Nun betätigt man die Regler nacheinander. Sollte der Regler in die falsche Richtung regeln, dann kann man seine Aktion durch einen „Haken“ bei der Spalte „Invers“ die Aktion invertieren. Betätigt man z.B. das Höhenruder nach vorne und geht der rote Leucht balken bei dem betreffenden Kanal nach unten statt nach oben, dann muss man diesen Kanal invertieren. Betätigt man das Querruder nach links, muss der Balken nach unten gehen; Betätigt man das Seitenruder nach links, muss der rote Balken ebenfalls nach unten gehen. Bei der Gassteuerung empfiehlt sich folgendes Vorgehen: Beim Flugsimulator-Spieleregler entspricht der Gashebel nach vorne der Stellung „Motor aus“; wenn man also hier Gas geben will, muss man den Regler nach hinten umlegen. Bei der Modellflugsteuerung entspricht eine Bewegung des Gas-Steuerknüppels nach vorne normalerweise mehr Motorleistung.

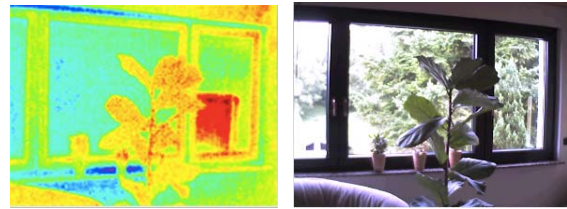
[05.] Man bringt alle Regler in die Neutralstellung, schaltet das Gas auf „Aus“ und startet zum **Erstflug** im Hauptmenue mit „Start“.

[06.] Das Flugfeld – Startbahn A und das Flugzeug erscheinen. Nun kommt der **Funktions-TEST** der Maschine. Man testet man das Höhenruder, das Querruder und das Seitenruder. Sollte das Ruder in die falsche Richtung ausschlagen, muss man zurück zum Punkt [04] und die Regler in der Spalte „Invertierung“ korrekt einstellen. Sollte das Flugzeug in dieser Situation „anrollen“, dann ist die „Gassteuerung“ falsch eingestellt. Auch in diesem Fall kann man (siehe Punkt [04] Invertierung) diese Einstellung korrigieren. Wenn man nun Gas gibt, bewegt sich das Flugzeug und die folgenden Flugübungen können beginnen.

[21] ... Infrarotkamera

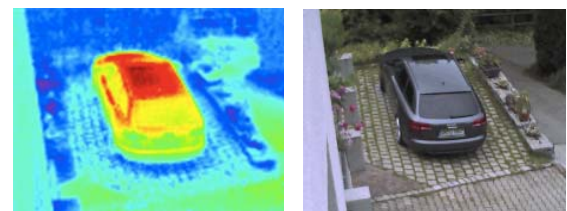
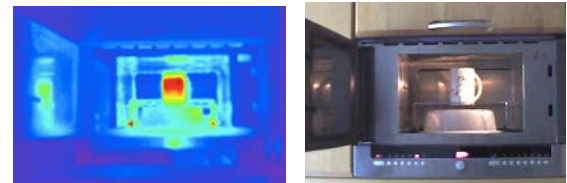
Versuchs-Material

- Infrarotkamera
- Koffer, Akku usw.



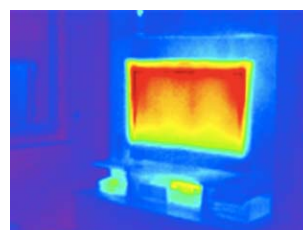
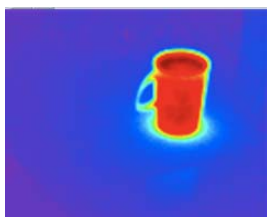
Hypothese| Theorie → Vorhersage

- [V.01] Welcher Unterschied besteht zwischen einer „normalen Kamera“ und einer Infrarotkamera? Kann man bei einer Infrarotkamera z.B. das Bild scharf stellen?
- [V.02] Wie entstehen die Farben bei einer Infrarotkamera?
- [V.03] Wie funktioniert diese Infrarotkamera?
- [V.04] Welche Messergebnisse erwarten Sie bei einem Lesiewürfel?
- [V.05] Was erwarten Sie, wenn Sie eine Metalloberfläche mit der Infrarotkamera betrachten?
- [V.06] Diskutieren Sie den Absorptions- und den Emissionskoeffizienten eines Körpers. Welchen Zusammenhang vermuten Sie zwischen diesen beiden Koeffizienten. Welche Rolle spielen diese Koeffizienten bei der Einstellung der Infrarotkamera?
- [V.07] Was erwarten Sie, wenn Sie durch eine Glasscheibe hindurch das gegenüberliegende Gebäude betrachten?



Vorhersage → Experiment

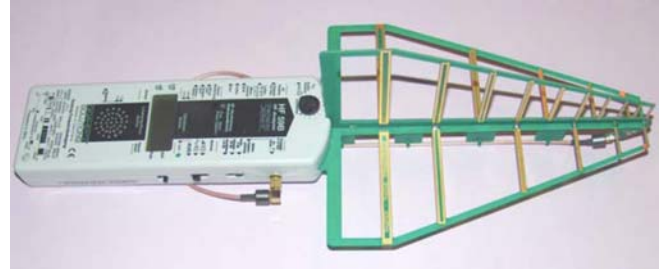
- Installieren Sie das Notebook, die Software für die Infrarotkamera und machen Sie sich mit der Bedienung vertraut.
- Überprüfen Sie Ihre Vorhersagen, Vermutungen im Experiment – oder Recherchieren Sie den physikalischen Hintergrund.
- Welche Folgerungen kann man aus dem Experiment V.07 ziehen?



[22] ... Elektrosmog

Versuchs-Material

- Hochfrequenz-Messgerät
- Koffer, Akku usw.
- Datenlogger
- GPS-Sensor
- Adapterkabel
- Mini-Messgerät



Recherche | Diskussion im Team

- [V.01] Was versteht man unter Elektrosmog
- [V.02] Welche Ursachen können Elektrosmog erzeugen
- [V.03] Wie können Sie mit dem Messgerät die Handymasten in der Umgebung orten?
- [V.04] Welche Belastung erwarten Sie beim Telefonieren mit dem eigenen Handy ... stellen Sie Unterschiede zwischen verschiedenen Handys fest?
- [V.05] Welche Messungen sind mit dem „einfachen ElektroSmogDetektor“ durchführbar?
- [V.06] Welche Variante ergibt die kleinere Belastung: Wenige Handymasten in großem Abstand – ODER viele Handymasten auf allen Häusern?
- [V.07] Warum ist der Grenzwert bei der Mittelwertmessung fragwürdig? Wie könnte ein Unternehmen bei hoher Feldbelastung trotzdem diesen Grenzwert einhalten?



Vorhersage → Experiment

- Installieren Sie das Notebook, die Daten-Logger-Software.
- Machen Sie sich mit dem Messgerät vertraut.
- Führen Sie die im Team diskutierten Messungen aus.

