Fachdidaktik Physik I: Prüfungsfragen

1. Kinematik

Frage 1: Vielfalt der MittelschülerInnen

1. Altersspektrum:
   (a) Untergymnasium: 12-14
   (b) Grundlagenfach: 14-19
   (c) Schwerpunktfach: 18-21
2. Stoffgebiete:
   (a) Nur mit Maturanden des MNG: SRT, Huygens-Beugung
   Grund: Eher abstrakte Materie, weniger Alltagsbezug. SRT mag sicher auch Schüler des Grundlagenfachs interessieren, doch wenn es zur Mathematik kommt (Lorentz-Transformation, etc.), wird es schwierig. Huygens-Beugung an Spalten und Gittern verlangt Trigo und ist eher etwas für die mathematisch Interessierten. Wenn man atmosphärische Beugungsphänomene behandelt, kann man den Alltagsbezug allerdings herstellen.
   (b) Unterstufe: Nur in der Unterstufe würde ich z.B. die *Dichte* behandeln. Dies verlangt keine Mathematik, dafür kann man die Schüler leicht Dichten verschiedener Materialien bestimmen lassen (Wägen und Eintauchen in Wasser zur Volumenbestimmung).
   Die *geometrische Optik* eignet sich ebenfalls für die Behandlung in der Unterstufe, da sie nur sehr wenig mathematisches Vorwissen voraussetzt. Qualitativ kann man sehr viel machen.
3. Unterschiedliche mathematische Voraussetzungen:
   (a) Newton-Dynamik: Unterstufe $\Rightarrow$ Kräfte nur parallel/antiparralel
   MNG $\Rightarrow$ beliebige Richtungen, Addition: Trigonometrie
   (b) Kinematik: Unterstufe $\Rightarrow v = s/t$, $a = v/t$
   MNG $\Rightarrow v = ds/dt$, $a = dv/dt$
   (c) Arbeit: Unterstufe $\Rightarrow W = F \cdot s$
   MNG $\Rightarrow W = \int F ds$

Frage 2: Repräsentationstrias

1. Schwingungen/Oszillationen:
   (a) *enaktiv:* Hüpfen, Armschwingen: Beim Armschwingen spürt man 1) dass man kaum Energie aufwenden muss, und dass 2) die Bewegungsenergie in potentielle Energie und zurück verwandelt wird.

(b) *ikonisch:* Graphische Darstellung der Armposition bzw. der Position eines Pendels (als Funktion der Zeit). Graphische Darstellung des Verlaufs von Bewegungs- und potentieller Energie mit der Zeit; ihre Summe ist konstant.

(c) *symbolisch:* Differentialgleichung $m\ddot{x} = -kx$, Lösung $x(t) = A \cos \omega t$, etc.

2. Schmelzwärme:

   (a) *enaktiv:* Eisklumpen und Beutel mit Eiswasser in je eine Hand nehmen. Beide sind gleich kalt, nämlich 0^{deg} C. Was fühlt sich kälter an?

   (b) *ikonisch:* Phasendiagramme

   (c) *symbolisch:* Formel für Schmelzwärme (spezifische Schmelz- und Verdampfungswärme), Durchrechnen von Beispielen.

Frage 3: Alltagsbezug

1. Beispiel Unterstufe: Radarbild Flugüberwachung
   Auf dem Radarbild sind Position, Flughöhe und Geschwindigkeit von Flugzeugen eingezeichnet. Wie muss man die Flugzeuge dirigieren, damit keine Gefahrensituationen entstehen? Die Schüler müssen sich überlegen, zwischen welchen Flugzeugen Zusammenstösse erfolgen können (aufgrund der gegebenen Positionen, Richtungen und Geschwindigkeiten). Solche Flugzeuge müssen auf andere Höhen dirigiert werden.
   Einsatz: Nach Einführung der Geschwindigkeit $v = s/t$.

2. Beispiel Grundlagenfach: Berechnung des Bremsweges eines Autos bei gegebener Reaktionsszeit (z.B. $t_R = 0.1$) s und bei verschiedenen Geschwindigkeiten (z.B. 30, 50, 80 km/h). Die Bremsbeschleunigung a_B muss angegeben werden.
   Einsatz: Nach Einführung der konstant beschleunigten Bewegung (d.h. $s = v_0 t + 1/2at^2$).

Frage 4: Alltagsbezug

1. 3 Interessenbereiche:

   (a) Physik und Technik

   (b) Mensch und Natur

   (c) Gesellschaft

2. 3 Interessentypen:

   (a) Typ A: Interesse für *alle* Interessenbereiche. Eher Bube, jünger, gut in Physik. Lernt auch Physik um der Physik willen.
   ca 20 %.

(b) Typ B: Interesse hauptsächlich für *Mensch und Natur*. Gleich viele Buben und Mädchen, mittlere Noten. Interesse für *praktische* Seite der Physik (Geräte bauen, Naturerscheinungen)
ca. 55 %.

(c) Typ C: Interesse v.a. für *Gesellschaft* (soziale Folgen von Physik und Technik), eingeschränkt auch für *Mensch und Natur*. Eher Mädchen, schlechtere Noten. Interesse an Physik, wenn persönliche Bedeutung erkannt wird (z.B. Medizin).
ca. 25 %.

3. *Strategie:* Themen aus *Mensch und Natur* $\Rightarrow$ Physikunterricht ist für ca. 75 der Schüler interessant.

4. 3 Teilbereiche der *Kinematik* aus *Mensch und Natur:*

   (a) Freier Fall: Berechnung der Geschwindigkeit nach 2, 10, 50 m. Schwerelosigkeit im freien Fall.
   Dass der freie Fall in den Bereich *Mensch und Natur* gehört, muss man nicht erklären. Sind Kletterer oder Bergsteiger unter den Schülern, ist dieses Thema für sie von unmittelbarer Relevanz.

   (b) Wurfbewegungen: Ball, Speer, Gewehrkugel, Rakete (Variation der Abschussgeschwindigkeit)
   Wurfbewegungen kennt man aus dem Alltag. Gewisse Dinge (z.B. Wurfbewegung = horizontale konstante Bewegung + vertikale Beschleunigung) kann man auch experimentell zeigen. Die Gewehrkugel macht eine bedeutend flachere Parabel als ein Fussball, da sie viel weniger Zeit benötigt ($1/2gt^2$ ist kleiner). Dennoch muss man das Gewehr verschieden einstellen, ob man nun auf 300 m oder nur auf 50 m schiesst.

   (c) Addieren / Subtrahieren von Geschwindigkeiten: Flugzeug im Jetstream, Piccards Solarflugzeug im Wind, Schiff auf dem Fluss / im Golfstrom, Schwimmer im Fluss
   Der Bezug zu Mensch und Natur ist auch hier klar. Das letzte Beispiel (Schwimmer) kann sozusagen enaktiv erfahren werden.

2. Newton'sche Dynamik

Frage 1: Begriff der "Masse"

1. Situation: Die Masse führt man vorteilhafterweise im *Untergymnasium* ein; Alter ca. 13 Jahre.

2. Gesichtspunkte:

   (a) Physik: Die Masse in der Newton'schen Bewegungsgleichung $F = ma$ ist die *träge Masse* (Trägheit eines Körpers). Folglich sollte die Massendefinition über die Trägheit gehen.

Die Balkenwaage-Methode misst die *schwere Masse*. Es ist a priori gar nicht klar, dass beide Massen dasselbe sind!

(b) Vorverständnis: Die Schüler konstruieren ihr Wissen aufgrund ihrer vorhandenen Alltagsvorstellungen. Diese beziehen sich hier auf das *Wägen*. Definiert man nun die Massen mit Waagen, ist die Gefahr gross, dass Masse mit Gewichtskraft verwechselt wird. Tut man dies hingegen via Trägheit, und führt erst später die Gewichts*kraft* $F = mg$ ein, ist diese Gefahr geringer.

3. Beurteilung:

4. Quelle 1 führt die Masse effektiv über die Trägheit (träge Masse) ein. Dies finde ich von Vorteil, da damit die Verwechslung Masse – Gewichtskraft unterbunden wird. Weiter ist diese Definition auch im Weltraum anwendbar (s. Skript).

5. Leider geht Quelle 1 nicht auf die Unterscheidung von schwerer und träger Masse ein. Dies hätte sie tun sollen, da die Schüler sicher fragen werden, weshalb man denn normalerweise Masse (Einheit: Kilogramm!) mit Waagen misst. *Dann* hätte man auch die Möglichkeit gehabt, die Unterscheidung zwischen Masse und Gewichtskraft (das ist es ja, das die Waage eigentlich misst) klar zu machen.

6. Quelle 2 unterscheidet hingegen zwischen schwerer und träger Masse. Aus der "experimentellen Erfahrung, wonach die träge und die schwere Masse eines Körpers einander proportional sind" wird jedoch vorgeschlagen, die Masse mithilfe einer Balken- oder Federwaage zu messen. Der Gefahr der Vermischung Masse – Gewichtskraft wird am Ende des Textes begegnet. Meines Erachtens wäre diese Gefahr geringer, wenn zuerst die träge Masse eingeführt würde. Ausserdem ist es eben die träge Masse, die in der Newton'schen Bewegungsgleichung auftritt!

7. Die Diskussion über Kilogrammprototyp, Einheiten etc. ist etwas langwierig und nicht unbedingt das, was einen Schüler des Untergymnasiums anspricht.

8. Mein Vorschlag:

   (a) Einführung der trägen Masse (wie in Quelle 1)

   (b) Einführung träge und schwere Masse, Unterscheidung und Äquivalenz

   (c) Daher kann man Massen auch mit Waagen bestimmen. Doch was misst die Waage? Eine Kraft!

   (d) Daher ist Masse nicht gleich Gewichtskraft

Frage 2: Fehlvorstellungen in der Mechanik

1. Vorunterrichtliche Fehlvorstellung: Kraft wirkt immer in Bewegungsrichtung.

2. Beispiele aus dem Alltag: Flugzeug, Schiff. Hier wirkt die Antriebskraft (Schraube, Triebwerk) ja immer *in* Bewegungsrichtung, auch wenn das Flugzeug eine Kurve fliegt.
   Weggelassen hat man natürlich Steuerruder, Flügel etc., auf die das Wasser / die Luft zusätzliche Kraft ausübt.

3. Unterrichtsablauf zum Konzeptwechsel:

   (a) Rakete im Weltraum: Was geschieht, wenn man das Triebwerk einschaltet? Sie beschleunigt, aber ändert die Richtung nicht. Was muss man tun, um die *Richtung* zu ändern? Man müsste kleine Steuertriebwerke an der Seite haben. Sonst geht es nicht!
   Wohin wirkt die Kraft der Steuertriebwerke? *Nicht* in Bewegungsrichtung, sondern in die Richtung der Bewegungs*änderung*.

   (b) Schiff im See: Wie ändert man hier die Richtung? Mit dem Steuerruder. Was für Kräfte wirken? 1) Die Schiffsschraube, aber nur geradeaus! 2) Die Kraft des Wassers, das am Steuerruder vorbeiströmt (Figur!). In welcher Richtung? Seitlich, d.h. in Richtung der Bewegungs*änderung*.

Frage 3: Konstruktivismus im Physikunterricht

1. Die Angst des Torwarts beim Elfmeter: ???

Frage 4: Konstruktivismus im Physikunterricht

1. Konstruktivismus: Dimensionen

   (a) *individuelle Dimension:* Vorverständnis, Konzeptwechsel, selbstverantwortetes Lernen, aktives Lernen, strukturiertes Sachwissen

   (b) *inhaltliche Dimension:* Alltagsbezug, Bezug zum Menschen, authentische offene Probleme, qualitative / quantitative Fragestellungen, exemplarisches Prinzip

   (c) *sozial-kommunikative Dimension:* Kommunikation / Disput / Diskurs, sich ergänzende Sozialformen (Einzel-, Gruppen-, Partnerarbeit), verschiedene Rollen des Lehrers, Zusammenarbeit der Schüler

   (d) *unterrichtsmethodische Dimension:* vielfältige Unterrichtsformen, Schüler- / Lehrerexperimente, verschiedene Formen von Problemen, projektartiger Unterricht

2. Anwendung auf Beispiel aus Newtonscher Mechanik: Freier Fall

(a) *individuelle Dimension:* Das Vorverständnis der Schüler ist oft, dass im freien Fall keine Kräfte auf den Körper wirken. Macht man nun das Schwerelosigkeits-Experiment (man schmeisst einen löchrigen Behälter mit Wasser), wird diese Vorstellung noch verstärkt (dabei wirkt nicht keine Kraft, sondern auf alle Wasserteilchen plus Behälter dieselbe Kraft!). Dieses Experiment wird *nicht* zu einem Konzeptwechsel führen.

(b) *sozial-kommunikative Dimension:* Zum Konzeptwechsel hinführen könnte allerdings ein Diskurs. Wenn ein Gegenstand auf dem Tisch liegt, wirkt dann eine Kraft auf ihn? Natürlich, die Gewichtskraft. Woher kommt diese Kraft? Von der Erde. Wenn man den Tisch wegnimmt, wirkt die Kraft dann immer noch? Natürlich, die Erde kann das ja nicht wissen. Was bewirkt denn nun diese Gewichtskraft? Dass der Körper runterfällt.

(c) Man könnte die Schüler diese Fragen nun diskutieren lassen (indem man Blätter verteilt oder an die Wand projiziert), z.B. in Zweier-/Dreiergruppen.

(d) *inhaltliche Dimension:* Der Alltagsbezug ist klar.

(e) *unterrichtsmethodische Dimension:* Ist es wirklich die Gewichtskraft $F = mg$? Dann müsste jeder Gegenstand gleich schnell fallen. Nun kommt das Schwerelosigkeitsexperiment ins Spiel. Das können die Schüler auch selbst durchführen (und der Lehrer hofft, dass sich die Sauerei in Grenzen hält...).

3. Energie

Frage 1: Lernaufgabe

1. Checkliste

   (a) halbneu

   (b) schriftlich abgefasst

   (c) ohne Lehrerhilfe

   (d) Hinweise zum Vorgehen

   (e) Einzel- / Partner- / Gruppenarbeit

   (f) verfügbare Zeit angeben

   (g) Massstab (Benotung etc.)

   (h) Kontext

2. Leistungsmessung an einer Bohrmaschine

Frage 2: Informierender Unterrichtseinstieg (IU)

Checkliste

1. *Thema*
   (a) Thema der Stunde
   (b) wesentliche Fragestellungen
   (c) Quintessenz
2. *Lernziel*
   (a) maximal 3 Ziele
   (b) operationalisierte Lernziele nur beim Erwerb von Fertigkeiten
   (c) Leitideen: zu allgemein
3. *Gründe* für Lernziele: Wozu braucht man das Gelernte?
4. *Stundenablauf:* 3-6 Arbeitsschritte (nicht Themenfolge)
5. Wesentliche an die *Tafel / OHP*
6. eventuell *Mitplanung*
7. IU *kurz* halten: < 5 min
8. *positive Erwartung* ausdrücken
9. *eigene Einstellung* mitteilen
10. Thema mit früheren / späteren Themen *verbinden*
11. *Vorkenntnisse* aktivieren

Frage 3: Motivationsphase

Motivationsphase zum Thema "Energie":

1. leistungsfähige, aber nur mässig an Physik interessierte Klasse des Wirtschaftsprofils
   (a) Bewegungsenergie: Auto-Crashtests (ev. Film, und Abhängigkeit von v).
   (b) Lageenergie: Sturz z.B. beim Bergsteigen
   Frage: Warum muss das Seil elastisch sein?

   Diese Beispiele aus dem Alltag dürften motivierend wirken und in den Schülern Interesse für das Thema wecken. Natürlich verlangt die Behandlung dieser Themen gewisse intellektuelle Anstrengungen. Man kann z.B. $E = 1/2mv^2$ im Rahmen einer Lernaufgabe herleiten lassen. Da die Klasse leistungsfähig ist, sollte das gehen.

2. fleissige, interessierte, aber nur mässig leistungsfähige Klasse des neusprachlichen Profils

   (a) Flaschenzug (zeigen in der Stunde)
   (b) Längerer Weg $\Rightarrow$ weniger Kraft: Warum?
       Kraftaufteilung $\Rightarrow$ Kraft x Weg bleibt konstant!

   Arbeit = Kraft x Weg motivieren: Auto braucht doppelt soviel Benzin, wenn man doppelt so weit fährt; Kran $\rightarrow$ Lageenergie. Dann Flaschenzug. Dies kann man sorgfältig und ausführlich machen, ev. mit Lernaufgabe zu Flaschenzug. Die Klasse wird aufpassen, da sie ja interessiert ist. Wichtig ist, sorgfältig und etwas langsamer als beim Wirtschaftsprofil vorzugehen.

4. Kreisbewegungen

Frage 1: Taxieren von Prüfungsaufgaben

1. Taxonomie nach Bloom

   (a) **K1 $\Rightarrow$ Wissen (auswendig):**
       Sachverhalte, Terminologie, Methoden, Strukturen, Klassifikationen, Theorien
       $\Rightarrow$ erinnern, reproduzieren
   (b) **K2 $\Rightarrow$ Verständnis:**
       Umsetzen von Information, Interpretation, Extrapolation
       $\Rightarrow$ Umformen von gegebenen Informationen, Wechsel der Kodierung (Text $\rightarrow$ Graph, etc.), Darstellung mit eigenen Worten, Zusammenfassung (Interpretation, ohne Analyse), einfache Schlussfolgerungen (Extrapolation)
       $\Rightarrow$ keine Transferleistung!
   (c) **K3 $\Rightarrow$ Anwendung:**
       Gegebene Informationen werden auf *neuartige Situationen* angewandt oder übertragen
       $\Rightarrow$ Mehrzahl der Übungsaufgaben
       $\Rightarrow$ *hier* gibt es *Transfer*
   (d) **K4 $\Rightarrow$ Analyse:**
       Analyse von Elementen / Beziehungen / Ordnungsprinzipien, Untersuchung nach nicht offenkundiger Struktur, Aufdecken *impliziter* Informationen
       $\Rightarrow$ Erkennen von stillschweigenden Annahmen, Berechtigung von Hypothesen, Aufzeigen von Organisationsprinzipien
   (e) **K5** *Rightarrow* **Synthese (Kreativität):**
       Gewinnen von Informationen, Zusammenfassung von Informationen zu *neuen Strukturen*, Finden von Problemen
       $\Rightarrow$ Entwerfen von (Arbeits)Plänen, Versuchsanordnungen, Bilden von Hypothesen, Modellen

(f) **K6 ⇒ Bewertung:**
Bewertung aufgrund interner / externer Kriterien, mit Begründung
⇒ Vergleich von Lösungsvorschlägen, Entscheid über Hypothesen, Bewertung von Ergebnissen

2. Prüfungsaufgaben, Quelle 3

   (a) Aufgabe 1: K2 (Verständnis)

   (b) Aufgabe 2: K2 (Verständnis)
   keine *neuartige* Situation; etwas ähnliches kam sicher schon in der Lektion vor!

   (c) Aufgabe 3: K3 (Anwendung, Transfer)
   Hier muss die vorhandene Information auf eine neue Situation angewendet werden.
   Man könnte diese Aufgabe ev. auch unter K4 (Analyse) nehmen.

   (d) Aufgabe 4: k4 (Analyse)
   Die gegebene Information (Zeitungsnotiz) muss zerlegt/analysiert werden. Die Konsistenz der Information wird bestätigt durch die Bestimmung der Dichte, die "sinnvoll" herauskommt.

   (e) Aufgabe 5: K5 (Synthese)
   Hier muss eine Behauptung *bewiesen* werden, d.h. aus den vorhandenen Informationen wird etwas neues generiert (Kreativität)

Frage 2: Lehrpläne

Warum Kreisbewegung an KZO

1. Grobziele 2. Klasse:
Naturphänomene und eigene Experimente beobachten, erklären, überprüfen; selbsttätiges Experimentieren; qualitatives Verstäntnis fördern.
⇒ dafür ist das Thema Kreisbewegungen in besonderer Weise geeignet. Kreisbewegungs-Phänomene treten in Natur (Planeten, Satelliten, rollende Gegenstände) und Technik (Räder, Propeller, Wäschetrommel, ...) überall auf. Experimente dazu sind ungefährlich und können von den Schülern selbst durchgeführt werden.

2. Grobziele 4./5. Klasse:
Vorgänge beobachten, beschreiben, erklären; Diagramme, Masseinheiten.Selbständig experimentieren. Ebenso wie unter 1; Begriffe wie Frequenz, Periode sind zentral in der Physik und müssen über Kreisbewegungen eingeführt werden. Kreisbewegungen sind daher eine Voraussetzung zum Verständnis von Schwingungen, Wellen und Wechselstrom; gerade dies sind aber die Temen der 5. Klasse (Grundlagenfach) gemäss Lehrplan!

3. Zusammenfassung: 3 Argumente

   (a) Kreisbewegungen in Natur und Technik (Grobziele 2. Klasse)

(b) selbständiges Experimentieren, Beobachten, Verstehen ist möglich

(c) Voraussetzung für zentrale physikalische Begriffe, die in Lehrplan-Themen Verwendung finden

Frage 3: Wozu Physikunterricht?

Das weiss ich eigentlich auch nicht... Weil es interessant ist??

Adressat: Schüler des Wirtschaftsgymis

1. Physik ist Voraussetzung für das Verständnis von Technik. Technololgie und Innovation ist *der Motor* für den Wirtschaftsplatz Schweiz. Zu Verstehen, welche Technologien zukunftsträchtig sind, Risiken und Gefahren abschätzen zu können gehört zur Kompetenz eines Verantwortlichen in der Wirtschaft. Anderenfalls ist er den Journalisten und Politikern hilflos ausgeliefert. Debatten über Atomkraftwerke, Handy-Antennen etc. sollten möglichst objektiv und emotionslos geführt werden. Die Voraussetzung dafür ist ein gewisses Basiswissen.

2. Auch viele Naturphänomene können nur mit Hilfe der Physik verstanden werden. Dazu gehören unter anderem der Treibhauseffekt und die Ozonschicht (z.B. das Ozonloch).

3. Methoden der Physik: Die Methoden, die man in der Physik lernt, lassen sich auf vielen anderen Gebieten anwenden. Wenn man einem physikalischen Problem gegenübersteht, geht es zuerst darum, herauszufinden, welche Grössen wichtig sind und welche nicht. Dann analysiert man das Problem, und man macht sich eine erste Vorstellung (Modell) und berechnet erste Abschätzungen. Später wird dieses Modell verfeinert, modifiziert etc. Diese Vorgehensweise ist sehr kreativ! In einfachen Situationen (wie wir sie im Unterricht antreffen) ist es oft möglich, exakte Lösungen anzugeben. Das geht jedoch nicht immer. Dann muss man sich mit Annäherungen zufriedengeben und die Grösse der gemachten Fehler abschätzen.
   In Ihrer Zukunft als Verantwortlicher in einem Unternehmen werden Sie ebenfalls vor kompexen Herausforderungen oder Problemen stehen, die sie lösen müssen. Oft haben Sie nicht alle Informationen, die Sie gerne hätten, zur Verfügung. Trotzdem müssen Sie Entscheidungen treffen. Da kann Ihnen die Arbeitsweise der Phyisker helfen: Herausfinden, was relevant ist, und was nicht. Das Problem analysieren und sich ein Bild/Modell davon machen. Dann daraus kreative Schlussfolgerungen zur Problemlösung ziehen, die aber immer wieder kritisch hinterfragt und wenn nötig angepasst werden müssen.
   Es ist übrigens kein Zufall, dass viele Phyisker in Unternehmensberater-Firmen landen!!

4. Zum Schluss: Physik ist doch einfach auch schön und cool. Man

Frage 4: Leitprogramme

1. Vor- und Nachteile

   (a) Vorteile:

      i. liefern Abwechslung im Unterrichtsstil
      ii. fördern selbständiges Arbeiten, Eigenverantwortung; sind adaptiv (individuelles Lerntempo/Arbeitsort); Förderung leistunsfähiger Schüler
      iii. Schüler werden als mündig betrachtet
      iv. Lernkontrolle

   (b) Nachteile:

      i. Lehrer hat wenig Kontakt zur Klasse während der Bearbeitung; er muss die Schüler alleine lassen; Problem bei zurückhaltenden Schülern
      ii. Falsche Selbst-Einschätzung der Schüler: Haben sie einen Level übersprungen, glauben sie, das Thema wirklich zu beherrschen. Sie laufen dann bei anderen Fragen auf.
      iii. Interaktionen, Diskussionen (z.B. von Experimenten) fallen weg (z.B. soziale Dimension der Konstruktion von Wissen)

2. Leitprogramme in Klasse, die Physik nicht liebt

   (a) Abwechslung
   (b) Selbstverantwortung der Schüler $\Rightarrow$ Selbstbewusstsein, wenn man vorankommt
   (c) breites Angebot $\Rightarrow$ interessante Themen
   (d) Problem: Motivation (da Schüler selbständig arbeiten müssen), mangelnder Kontakt

Hydrodynamik

Frage 1: Zeitbudget

1. 20 Lektionen $\Rightarrow$ effektiv ca. 16

2. Themen: gemäss Lehrplan Optik, Mechanik, Wärme, Elektrizität
   Mechanik und Optik hätte ich in den vorangehenden Quartalen schon behandelt. Das letzte Quartal würde ich für Hydrostatik und Elektrizität reservieren.

3. Hydrostatik: Druck, Hydraulik, Schweredruck, Luftdruck
   $\Rightarrow$ Vorteil: man kann einfache Experimente mit wenig Aufwand (Wasser, Schläuche, Flaschen) machen; eignet sich für Schülerexperimente, Werkstatt etc. Die Schüler haben so im letzten Quartal Gelegenheit, Physik zu *erfahren*, und sie haben womöglich auch Spass daran.
   Zeitbudget: ca. 8-10 Lektionen

4. Elektrizität: Begriffe Strom, Spannung, Ohmsches Gesetz, einfache Schaltkreise
   Das Wassermodell kann eventuell verwendet werden, da die Schüler aus der Hydrostatik nun den Druck kennen. Die Gefahr ist jedoch, dass sie dadurch überfordert werden (das Wassermodell ist ja doch etwas subtil).
   Nachdruck muss auf die Alltagsvorstellungen der Schüler (Strom wird "verbraucht", statt Energie/Leistung; lokale/sequentielle Argumentation) gelegt werden.
   Elektrizität ist etwas, das von den Schülern natürlicherweise mit Physik assoziiert wird. Also sollte man das – wenn auch nur kurz – am Ende der Unterstufenzeit behandeln.

5. Schwierigkeiten:

   (a) Elektrizität könnte für *schwächere Klassen* schwierig sein. Ich würde sie dort nicht zu ausführlich, zu tief behandeln (z.B. Veloketten- und Skipistenmodell statt Wassermodell).
   Wenn nötig, würde ich in diesem Fall auch länger bei der Hydrostatik verweilen. Die Elektrizität wäre dann sozusagen der Puffer.

   (b) Starke und/oder interessierte Klasse: Die Elektrizität wird ausführlicher behandelt, ev. mit Wassermodell, Schülerexperimenten und/oder Werkstatt.

   Die Hydrostatik bereitet nach meinen Erfahrungen keine besonderen Schwierigkeiten. Und die Schüler lieben die Phänomene, die da auftreten.

Frage 2: Schülerexperiment (Ölfleck)

1. Voraussetzungen: Die Schüler haben bereits Wärmelehre gehabt, insbesondere die Molekülbewegung und das Verdampfen. Sie wissen, das Materie aus Atomen/Molelülen besteht; sie wissen auch, dass sich Moleküle in Flüssigkeiten gleichmässig ausbreiten, durch die Brown'sche Molekularbewegung (das hat man, glaube ich, sogar in der Biologie).

2. Warum *Schüler*experiment?
   Das Teilchenmodell ist unanschaulich. Man "sieht" die Teilchen nicht. Der Lehrer, das Fernsehen etc. sprechen davon, und man glaubt daran. Aber wie kommt man auf diese Idee?
   Das Experiment erlaubt den Schülern, mit einfachen Mitteln mit dem Molekülmodell in Berührung zu kommen (enaktiv). Sie erfahren die "Mächtigkeit" dieses Modells. Das Verdunsten wurde vorhin theoretisch von Lehrer erklärt. Nun sind sie selbst in der Lage, die Grösse eines Moleküls zu bestimmen! Dies schafft auch ein Erfolgserlebnis: Man macht "richtige" Physik!

3. Klassenstufe: Geht bereits im Untergymi, da einfach durchzuführen und ungefährlich; mathematische Voraussetzungen zur Auswertung sind minimal.

Frage 3: Puzzle

1. Zum Beispiel Hydrostatik, Unterstufe:
2. Voraussetzungen: Basics über Auflagedruck und hydrostatischen Druck; Vertrautheit mit Einheiten bar und Pascal.
   Neu sind 1) Anwendungen (Hydraulik) und 2) Schweredruck.
   (a) Hydraulik: Wie kann man grosse Lasten heben?
   (b) Schweredruck: Experiment mit Petflasche; kurze Lernaufgabe, ev. Text lesen und verstehen; Beispiel: Tauchen.
   (c) Druckmessung: Manometer (kann man selber bauen: man braucht nur einen transparenten Schlauch und ein Metermass!).
   (d) Luftdruck: Warum gibt es Wind?
3. Zum Beispiel Ohm'sche Gesetze, Grundlagenfach:
   (a) Widerstand messen
   (b) Serie-/Parallelschaltung
   (c) Knotenregel
   (d) Schaltkreis bauen: Software-Paket (was passiert, wenn Widerstand hinzukommt/weggenommen wird?)
4. Zeitbedarf: 1 Lektion zur Durchführung, 1 Lektion zur Präsentation

4. Didaktische Rekonstruktion

Kühlschrank

1. Elementarisierung:
   (a) Frage: Wie transportiert man Wärme von innen nach aussen?
   (b) Wir haben gelernt: spezifische Verdampfungs- bzw. Kondensationswärme. Zum Verdunsten braucht es Wärmeenergie, ohne dass die Substanz selbst wärmer würde. Sie verdunstet nur.
   Kondensiert sie, wird die Verdunstungswärme wieder frei.
   (c) Lässt man also im Kühlschrank drin etwas verdunsten und bringt den Dampf nach aussen, kann man Wärmeenergie von innen nach aussen transportieren. Im Kühlschrank wird es dann kälter, denn die zum Verdunsten nötige Energie muss ja von woher kommen. Genauso funktioniert ja auch das Schwitzen, etc.
   (d) Irgendwie muss man es jetzt fertigbringen, dass eine Flüssigkeit in den Kühlschrank hineinkommt, dort verdampft, der Dampf hinausgeht, kondensiert etc. Man braucht also einen *Kühlkreislauf.*
   (e) Die Flüssigkeit sollte bei Kühlschranktemperatur (ca. 5 Grad) verdampfen, und bei Raumtemperatur (25 Grad) ausserhalb kondensieren. Wie macht man das??

(f) Verdampfungstemperatur hängt vom Druck ab (Verdampfungskurve). Je tiefer der Druck, desto tiefer die Verdampfungstemperatur. Im Kühlschrank drin muss daher der Druck tief, ausserhalb hoch sein.

(g) Den Druck erhöhen kann man mit einem Kompressor. Das ist das Teil am Kühlschrank, das man hört. Reduzieren tut man ihn mit einem Expander (im Prinzip eine Düse).

(h) Nun alles an einem Schema zeigen. Ev. Kühlschrankmodell laufen lassen, falls in der Sammlung eins ist.

(i) Zum Schluss: Was für ein Kühlmittel nimmt man? Ev. CFKW-Problematik.

2. Elementarisierungs-Kriterien:

   (a) Fachgerecht: Klar. Umlernen wird später nicht notwendig sein.

   (b) Schülergerecht: die Schüler haben die Voraussetzungen (Verdunstungswärme, Dampfdruckkurve). Schüler des Grundlagenfachs sollten obige Erklärung problemlos nachvollziehen können.

   (c) Zielgerecht: Die Schüler verstehen nun, wie ein Kühlschrank funktioniert. Sie erkennen die Verknüpfung von zuvor gelerntem physikalischem Wissen mit ihrer Lebenswelt.

Starrer Körper

Werkstattunterricht Unter- bzw. Oberstufe

3 Punkte:

1. Material: Sorgfalt, Gefahren; Unterstufe $\Rightarrow$ schülerfestes Material

2. Typ der Aufgaben: Bei Oberstufe kann man eher mal Paper-Pencil-Aufgaben geben

3. Vorwissen: Bei Unterstufe ist das Vorwissen beschränkt. Dies ist zu berücksichtigen, damit Aufgaben selbständig gelöst werden können

4. Zeitbedarf: Ähnliche Aufgaben verlangen mehr Zeit bei Unterstufe

5. Disziplin: Kann bei Unterstufe ein Problem sein. Daher eher keine Paper-Pencil-Aufgaben, sondern solche, wo man Hand anlegen kann.

Frage 2: Konstruktionsspiele

Warum Schiff aus Styropor bauen?? Kommt im Lehrplan ja nicht vor!

1. Rahmenlehrplan:

   (a) Grundfertigkeiten: Probleme erfassen, formulieren, lösen; selbständig und im Team arbeiten

(b) Grundhaltungen: An physikalischen Problemstellungen genau und systematisch arbeiten

Dies wird mit diesem Konstruktionsspiel ja gerade geübt!

2. Lehrplan KZO: Selbständig experimentieren, Probleme in Gruppe bearbeiten/präsentieren:
   Die Schüler lernen physikalische Arbeitsweise: Zuerst Analyse des Problems (Was ist wichtig? Was ist gefragt? Was wissen wir? Wie können wir das Problem angehen?).
   Dann ist Kreativität gefragt! Man muss etwas bauen, d.h. mit der widerspenstigen Materie kämpfen, so wie es der Physiker/Ingenieur tun.
   Dann muss die Sache weiter auf Fehler/Nachteile analysiert und *verbessert* werden. So arbeitet auch der Physiker/Ingenieur.
   Man sieht auch, dass das *Zeit* braucht; das kommt im Lehrervortrag/Demo-Experiment kaum zum Ausdruck.

3. Physik und Technik (Rahmenlehrplan): Physikalisches Wissen soll technisch *angewendet* werden $\Rightarrow$ *Transfer*
   Auch aus Gestalten/Bauen entstehen physikalische Erkenntnisse.

4. Und, liebe Eltern, beachten Sie: In der Schweiz gibt es zuwenig Ingenieure!!

5. Selbstwertgefühl: Das steigt, wenn die Schüler einmal selbst etwas *gemacht* haben

Frage 3: Vorgebliche Kontexte

Habe blödsinnigerweise kein Lehrbuch.

Elektrizität

Frage 1: Modelle zum elektrischen Stromkreis

1. 6 Grössen: Ladung Q – # Skifahrer – Wassermenge (Liter)
   Strom I – # Skifahrer/min – Durchfluss (Liter/min)
   Spannung$V$ – Gefälle – Druckdifferenz
   Leiter – Piste – Röhre
   Isolator – Pistenabschrankung – Wand
   Stromquelle – Skilift – Pumpe

2. Tauglichkeit beider Modelle: Vorteile:
   (a) Alltagsbezug bzw. persönliche Erfahrung, v.a. Skimodell; Wasser: Anschaulichkeit, aber subtiler
   (b) Wirkt lokaler und sequentieller Argumentation entgegen, *wenn richtig angewandt!*

(c) Wasser ⇒ man kann ein Modell im Schulzimmer zeigen.

Nachteile:

(a) Gefahr beim Wassermodell: dass *globale* Eigenschaften des Stromkreises verloren gehen. Z.B. Aufteilen des Flusses durch Insel ⇒ sequentielle Argumentation. Reservoir, das leer wird ⇒ Strom wird "verbraucht".
⇒ geschlossener Kreislauf!! Horizontale Anordnung!

(b) Wassermodell ist subtil, für Untergymi weniger geeignet. Im 10. Schuljahr sollte es gehen.

(c) Skipistenmodell: Es gibt keinen Verbraucher! Das ist schade, da Stromkreise ja zu etwas da sind. Im Experiment hat man z.B. Lampen, Motoren, beim Wassermodell Turbinen.
Ausserdem ist die Globalität unklar. Und die Skifahrer können sich stauen (sind kompressibel, d.h. man hat sozusagen überall Kondensatoren!).

3. Mein Vorschlag: Einführung mit Skipiste, dann Wassermodell.

Frage 2: Lernschwierigkeiten

1. Strom wird "verbraucht": Was verbraucht wird, ist Energie! Der Strom

2. sequentielle Argumentation: Der Strom fliesst konstant, und ihm stossen entlang des Leiters gewisse Dinge zu.
Was vorne passiert, interessiert den Strom weiter hinten nicht, er ist ja noch nicht da.

3. lokale Argumentation: Verändert man an einer Stelle etwas am Stromkreis, hat das keine globalen Auswirkungen. Ein Widerstand mehr ändert die Spannungen über die anderen Widerstände nicht.

Frage 3: Repräsentationstrias

1. Enaktiv: Strom spüren, z.B. mit Gerät von CMC. Dann Bauen von Schaltkreisen und Spannungen, Widerstände messen. Vergleich mit Wassermodell aus Lektion.

2. Ikonisch: Graphische Darstellung $U = RI$ aus Messung aus einfachem Schaltkreis. Auch Serien-/Parallelschaltungen messen.

3. Symbolisch: Ohm-Gesetz formulieren. Serien-/Parallelwiderstände messen.

Lernkontrolle: Übunsaufgaben → Test lokale/sequentielle Argumentation (z.B. Aufgaben wie auf S. 12, 13)