

Didaktischer Hintergrund

Direkterfahrungen

Das „moderne Kind“ der Neuzeit hat keine „Direkterfahrungen“ mit technischen Abläufen. Die Alltags-Geräte sind „verkapselt“ und zudem so komplex, dass man das „Innenleben“ durch einfaches Betrachten nicht mehr erschließen kann ...

- Bei einem Plattenspieler der Vergangenheit konnte man die physikalische Funktionsweise durch einfache Beobachten erschließen ... bei einem CD-Spieler ist das nicht möglich.
- Bei einem Tonband der Vergangenheit waren die Funktionsweise bzw. die relevanten Bauteile erschließbar – bzw. direkt sichtbar. Bei einem MP3-Player sieht man nur eine Blackbox
- Kinder der Vergangenheit hatten einen Schreiner, Zimmermann, Glaser, Schuster, Schneider in der Nachbarschaft ... das alles gehört der Vergangenheit an.

Authentische Experimente

Im Gegensatz zur gekapselten Welt der Alltagsgeräte erleben die Schülerinnen und Schüler im Physikunterricht eine ganz andere „Gerätewelt“ ... meist sind die Geräte groß, offen, gröber, modellhaft ... und in ihrer Funktionalität „schlechter“ als ihre eigenen „Alltagsgeräte“. Die Schulcomputer sind meist aus der „letzten Generation“ ... langsamer, weniger leistungsfähig ... All diese Randbedingungen tragen zu einer „synthetischen Wirklichkeit“ im Physikunterricht bei ...

Neben den „fremden Physikgeräten“ spielen die „Präkonzepte“ der Schülerinnen und Schüler, die sie aus ihrem Alltag mitbringen, eine zweite wesentliche Rolle. Nicht selten erleben die Kinder diese Präkonzepte als wesentlich für das Zurechtfinden im Alltag ... im rauen Alltag erworben und dort als tragfähig erlebt, werden sie im Physikunterricht ständig in Frage gestellt . Wenn der Physikunterricht auf diese Präkonzepte keine hinreichende Rücksicht nimmt, muss er als „synthetische Wirklichkeit“ empfunden werden, der im Alltag der Kinder keine Rolle spielt ... der am Selbstkonzept der Kinder nichts ändert ... also wirkungslos bleibt.

Wichtig wäre deshalb

- ein deutlicher Alltagsbezug ...
- Reduktion überflüssiger Physikvokabeln (Verzicht – soweit das möglich ist – auf Ausdrucksweisen, Begriffe, die im Alltag keine Rolle spielen)
- Themen, Probleme, Aktivitäten aufzugreifen, die im Alltag der Schülerinnen und Schüler auch eine wesentliche Rolle spielen ...
- realitätsnahe Problemstellungen zu inszenieren ...
- Schülerinnen und Schüler aufzufordern, ihre Alltagsprobleme (technischer und physikalischer Art) in den Unterricht mitzubringen ... Fragen zu stellen, die sie „bewegen“ ... die sie schon immer mal „beantworten“ wollten ...

So z.B. nur eine kleine Sammlung an Schülefragen aus einem Block 7/8:

- Warum erscheint die Sonne beim Sonnenuntergang rot?
- Warum ist der Regenbogen gekrümmt ...
- Warum ist eine Regenjacke wasserdicht ... aber ein Handtuch „speichert“ Wasser beim Abtrocknen ... wie funktionieren die Regenjacken, die Wasser abhalten ... aber beim Schwitzen wasserdurchlässig sind ...
- Warum kann ich Speisen zwar anfassen ... aber ich verbrenne mir trotzdem die Zunge ...
- Warum kann ich durch sanftes Blasen die heiße Suppe schnell abkühlen ...
- Wie funktioniert eine Mikrowelle ... warum gibt es dort so eigenartige „Bedienungsregeln“ ...

Dieser Rat – Orientierungswissen statt Vorratswissen – ist sicher schon mehr als ein halbes Jahrhundert alt ... erstaunlich, dass er nur sporadisch umgesetzt wird ... und in der „Fläche“ kaum angekommen ist. Erstaunlich, dass der Physikunterricht keine Rolle auf das Motto: „Nicht für die Schule, sondern für das Leben lernen wir“ ... keine Rücksicht nimmt.

Wesentlich für die Nachhaltigkeit des Physikunterrichts ist die hinreichende Anbindung an den Schüler-Alltag ...

Also stellt sich die Frage – warum kann eine moderner Unterricht Fachwissen und Fachmethoden nicht an Problemstellungen aufbauen, die von Schülerseite als vertraut und bekannt angesehen werden ... also „situated learning“ ...

Regeln für situierten Lernens

- authentische Kontexte ... Problemstellungen ... direkt auf auf die Realität übertragbar
- Erschließen von Alltagszusammenhängen ... Erklärung von Alltagsphänomenen ... „Alltagsneugierde“ befriedigen ...
- Alltagskomplexität wird nicht wegdiskutiert oder modellhaft geschönt ... sondern mit dieser Komplexität setzt sich der Physikunterricht auseinander ...
- Rückmeldung zum Lernfortschritt erlebt das Kind selbst ... kann es seine „Alltagsfrage“ nun selbst beantworten ... das Erleben eines Kompetenzzuwachses ist ein starkes Motiv ...
- Fragen der Schüler führen vom KONKRETEN zum ABSTRAKTEN ... in hinreichend kleinen und hinreichend verständlichen Schritten ...
- Intelligenter Unterricht steuert sanft ... und entzerrt die Komplexität ... führt zu Teilaspekten ... führt zu Teillösungen ... die dann den Gesamtzusammenhang also die Komplexität „durchschaubar“ machen.

Experimente ... Vorschläge

- Eierkochen
 - Wie sieht die Energiebilanz bei einem modernen Eierkocher im Vergleich zur herkömmlichen Wasserbadmethode aus?
 - Warum braucht man bei einem modernen Eierkocher bei mehr Eier weniger Wasser?¹
- Wärmepumpe
 - Kühlschrank ...
 - Wärmepumpe kontra Elektroheizung
 - Welche Vorteile hat eine Wärmepumpe gegenüber einer Elektroheizung?
 - Warum ist es sinnvoller Kohle in einem Kohlkraftwerk zu verbrennen und die elektrische Energie dann in einer Wärmepumpe einzusetzen ... im Vergleich zur Verbrennung der Kohle im eigenen Kaminofen in der Wohnung direkt?
- Optische Phänomene an einem Wasserglas
 - Strahlengang hinter dem Glas
 - Vergrößerungseffekt
 - Brechungseffekte z.B. Bleistift im Wasserglas
- Phänomene an einem Geldschein
- Optische Geräte ... und daraus resultierende Phänomene im Alltag
 - „Lichtstern“ bei Aufnahme punktförmiger Lichtquellen
 - Linse ... Blende ...
- Wie funktioniert ein Herz ...
 - Strom-Antrieb-Widerstand ...
 - hydrostatischer Druck ...
 - Blutdruckmessung bei Kopfstand ...
- Schatten ...
 - Kernschatten ...
 - Mondfinsternis ...
 - Sonnenfinsternis ...

¹ ... bei modernen Eierkochern, wird Wasser verdampft, der Wasserdampf schlägt sich an den Eier nieder, gibt dort die Kondensationswärme an die Eier ab und fließt als Wasser wieder zurück ... wird wieder verdunstet und sofort. Ein Teil des Wasserdampfes geht definiert durch die Öffnung im Deckel ... Wenn nun mehr Eier im Kocher liegen, ist die Oberfläche größer, der Wasserdampf kondensiert effektiver ... überträgt mehr thermische Energie auf die Eier, bevor er durch die Öffnung entweichen kann ...

- Körperschatten ...
 - Mondphasen ...
- GPS ...
 - Xplorer-GPS-Daten ...
 - Koordinaten ...
 - Funktionsweise ...
 - Navigationsysteme ...
- Handy ...
 - Funktionsweise ...
 - Verhaltensweise ... Gefahrminimierung ...
 - Elektromog ... Handymasten ... Kabellose Haustelesonanlagen ...
- Mikrowelle ...
 - Funktionsweise ...
 - Bedienungsregeln ...
 - Experimente
- Laser
 - Laserpointer ...
 - Laserdrucker ...
 - Lasershow in Diskotheken ...
 - Laserpistole zur Verkehrsüberwachung → siehe Anhang
- Moderne Textilien
 - Wischtuch und Regejacke ...
 - Goretex-Effekt („Wasserdiole“)
- Frühstückspanysik ...
 - „fallendes Marmeladebrot“ ...
 - Verhalten von Butter bei unterschiedlichen Temperaturen ...
 - Streichen von Marmelade ...
 - Honig-Kringel beim Auslaufen ...
 - frische und alte Brötchen ...
 - Frühstücksei ... siehe oben
- Gefahr bei Wasserdampf
 - Warum erträgt man die heiÙe Luft in einer Sauna leichter, wenn die Luft trocken ist?
 - Warum ist ein Wasserdampfstrahl (z.B. beim Öffnen eines Kochtopfs ...) wesentlich gefährlicher als Luft bei einer Temperatur von 100°C?
 - Sikomat ... kontra „alter Kochtopf“ ... Dampfaren ... Vor- und Nachteile ...
- Herdplatten
 - Gasherd ... Elektroherd ... Vor- und Nachteile ... Wirkungsgrad ...
 - Heizspirale ... „alte Kochplatten der üblichen Art“
 - Infrarot-Strahlungs-Herdplatten ... Funktionsweise ... Vor- und Nachteile
 - Induktionskochfelder ... Funktionsweise ... Vor- und Nachteile
- TV
 - Röhrengeräte ... Elektromog ... Röntgenstrahlung ...
 - Flatscreen ... Elektromogbelastung?

- Ampilight ... Farbaddition als Hintergrundfarbe ... wie erzeugt das Fernsehgerät ganz unterschiedliche Hintergrundfarben auf der Basis von drei „Farbröhren“?
- Rasenmäher ...
 - stumpfes Messer ... Warum sind die Messer bei einem Rasenmäher schon bei neuen Maschinen „stumpf“?
 - Welche Rolle spielt die Rotationsgeschwindigkeit des Messers ...
 - Wie „reagiert“ der Rasenmäher, wenn sich etwas um das Messer wickelt ... oder sich am Messer verklemmt?
 - Welcher Unterschied besteht zwischen einem Elektrorasentmäher und einem Rasenmäher mit Verbrennungsmotor?
 - Was wirkt als „Antrieb“ bei dem „Materiestrom“ in den Auffangbehälter ...
 - „Grasschneiden mit einer Schnur“ ... Es gibt „Grastrimmer“, bei denen eine relativ dünne Perlonseil Schnur als „Schneide“ wirkt ... wie kann eine weiche Schnur relativ dickes Gras durchtrennen? ²

Unterrichts-Skizzen

Projekt Eierkocher

Literatur: Unterricht Physik Heft 105/106 . Physik im Alltag

In diesem Projekt untersuchen die Schülerteams folgende Aspekte ... Fragestellungen

- Chemische Vorgänge beim Eierkochen ...
 - Bei welcher Temperatur gerinnt das Eiweiß ... chemische Vorgänge?
 - Wann gerinnt das Eigelb ... chemische Vorgänge?
- Optimierung des Eierkochens nach der „alten Kochtopfmethode“
 - Optimierung der Wassermenge
 - Einfluss des Deckels
 - Welche Rolle spielt der Zeitpunkt, zudem man das Ei in das heiße Wasser legt ... wie sieht die Energiebilanz aus, wenn man das Ei zusammen mit dem kalten Wasser erhitzt?
- Wie funktioniert eine „moderner Eierkocher“?
 - Was versteht man unter Kondensationsenergie
 - Welcher physikalische Hintergrund steht hinter der „Skala“ für unterschiedlich viele Eier ... und unterschiedlich weiche Eier?
- Vergleich „Kochtopfmethode“ und „moderner Eierkocher“ in der Energiebilanz ...
 - Modellaufbau im Schullabor zur „Kochtopfmethode“
 - Wie bestimmt man den Energieeinsatz bei der Kochtopfmethode
 - Wie bestimmt man den Energieeinsatz bei einem „modernen Eierkocher“

Projekt Phasenübergänge im Alltag

Die Schülerteams suchen sich – entsprechend einem Themenfächer – aus der Liste der folgenden Themen eine Problemstellung aus:

- Verbrennungen beim Verbrühen
Dampfexplosionen und daraus resultierende Verbrennungen sind wesentlich gefährlicher als Verbrühungen mit kochendem Wasser und heißer Dampf ist wesentlich gefährlicher als Luft mit gleicher Temperatur ...
- Brennwertkessel

² ... in diesem Zusammenhang könnte man den Unfall an einer italienischen Bergbahn diskutieren, bei der ein Kampfjet mit seinen Tragflächen das dicke Stahlseil einer Bergbahn durchtrennt hat ... dieser Passage bleibt aber nicht bei physikalische Argumenten stehen ... Verantwortung der Menschen ... Faszination der „Kriegsmaschinen“ ...

Bei der Verbrennung von Erdöl (aber auch in einer normalen Kerzenflamme) entsteht neben Kohlenstoffdioxid auch eine ganze Menge Wasserdampf, der bei normalen Heizanlagen über den Schornstein entsorgt wird.

- o Gel-Wärmekissen

Welchen Effekt nutzt ein solches Wärmekissen ... wie startet man diesen Vorgang ... wie sieht die Energie- und vor allem die Entropiebilanz bei diesem Vorgang aus ...

- o Wärmepumpe – Kühlschränke ...

Wie funktioniert der Kühlschrank ... welche Kühlmittel werden verwendet ... wie löst man das „Türproblem“ ... wie löst man das Abtauproblem ...³ Warum hat der Kühlschrank eine „Magnetdichtung“ ... Wie fließt die Luft aus dem Kühlschrank, wenn er nur einen Spalt geöffnet wird (Nachweis mit einer Kerzenflamme)?

- o Wärmepumpe – als Klimaanlage ... als Haushaltsheizung

Worin unterscheidet sich eine Klimaanlage von einem Kühlschrank ... Wo liegen die Gemeinsamkeiten ... wie effektiv ist eine Wärmepumpe mit Blick auf die elektrische Energie, die sie z.B. aus einem Kohlkraftwerk bezieht ... wäre es nicht „energieeffektiver“, wenn man die Kohle direkt „vor Ort“ verbrennen würde?

- o Vereisungsanlagen in Weinbergen

Wieso schützt man die Weintrauben vor dem Gefrieren, wenn man sie doch über den Eispanzer auf 0°C abkühlt ... Woher kommt die thermische Energie, die bei einer „Frostnacht“ die Trauben auf einer Temperatur von 0°C hält? Welche Randbedingungen muss man hierbei beachten ...

Projekt Frühstück | Essen

Dieses Projekt beginnt mit einer Ideensammlung von möglichen Teilthemen ... dabei entstand folgende Sammlung ... die aus dem Blickwinkel einer Physiklehrkraft eventuell schon erstaunen kann ...

Bei einem klassischen Themenfächer bewertet die Lehrkraft den Schwierigkeitsgrad der Problemstellung, so dass sich die Schülerteams einen Schwierigkeitsgrad entsprechend ihrem Leistungsvermögen herausuchen können ... D.h. in dieser Variante muss nach der Themenfindung durch die Schülerinnen und Schüler die Lehrkraft „spontan“ den Schwierigkeitsgrad abschätzen. Das ist bei den erstaunlich „kreativen“ Schülervorschlägen wohl nicht immer so einfach.

- o Granulate in der Küche ... Müslimischungen ... Verhalten bei Schütteln ... Sortierphänomene ... wie kann man das technisch nutzen ... Schütteltöpfe in der Industrie ...⁴
- o Vakuumverpackter Kaffee ... welchem Zweck die Verpackung ... wie muss die Verpackung sein, damit das möglich ist ... Vakuumverpacker für den normalen Haushalt ... Vorteil von Vakuumverpackungen im Gefrierschrank ...
- o Eierkochen ... wie funktioniert ein moderner Eierkocher ... warum muss man das Ei „anpicken“ ... was passiert, wenn man es nicht tut ... warum ... warum kann man das Eiweiß und das Eigelb im Ei unterschiedlich behandeln (Eiweiß fest, aber Eigelb noch flüssig), obwohl sie doch so eng beieinander liegen ... Warum ist das Eiweiß bei Zimmertemperatur „durchsichtig“ ... was ändert sich am Eiweiß, wenn es dann beim Kochen weiß wird (Eigelb ist doch immer undurchsichtig)?
- o Streichen von Brot mit Butter (unterschiedliche Buttertemperatur) ... Warum liegen die Butterstückchen in Hotels zwischen Eistückchen ...
- o Verhalten von Honig beim Auslaufen ... in welche Richtung kringelt sich der Honigfaden, wenn man ihn exakt symmetrisch auf eine exakt horizontale Unterlage laufen lässt ... hat das etwas mit der Corioliskraft zu tun? ... Wie groß müssen die Löcher in einem Brot sein, damit der Honig „hindurchläuft“?
- o Freier Fall bei einem Marmeladebrot ... warum landet es immer auf der Marmeladenseite?
- o Durchsichtigkeit von dünnen Brotscheiben ...

³ ... ein schönes Modell-Experiment: Eine Gaspatrone wird mit einem Stichel geöffnet und die Temperatur der Kartusche beim Ausströmen des Gases gemessen ... Vorsicht, wenn es sich um eine Butankartusche handelt! ... und Vorsicht vor Erfrierungen beim Halten der Kartusche mit bloßen Händen!

⁴ Nebenthema: Sand in Luftballone ... Füllmaterial in Kuscheltieren ... ODER wie bestimmt man in der Industrie die Masse von „Kleinteilen“, wenn die Waage für die Anzeige dieser „Kleinmasse“ zu ungenau ist ... oder wie bestimmt man die Masse eines Sack voll Erbsen, wenn man die Masse einer Erbse kennt ... oder wie bestimmt man das Volumen von 1000 Erbsen, wenn man das Volumen einer Erbse kennt usw. ... oder warum staut sich ein Partikelstrom in einem Rohr, wenn der Rohrdurchmesser in der Größenordnung der Partikel liegt ...

- Abkühlen von Kaffee ... Wie muss man bei der Milch- und Zuckerzugabe vorgehen, damit man möglichst schnell die Trinktemperatur erreicht?
- Welchen Effekt hat das Blasen einer heißen Suppe ... oder bei heißem Kaffee?
- Wie isst man eine heiße Pizza? Warum sind Teile der Pizza schon direkt nach der Entnahme aus dem Ofen genießbar, während man sich an anderen „Teilen“ den Mund verbrennt?

Projekt Mikrowelle

Selbstverständlich kann das Thema „Mikrowelle“ bei der Herstellung eines Alltagsbezuges in keinem Fall fehlen ... ein Thema, das in jeder Klasse von den Schülerinnen und Schülern gefordert wird. Als globales Thema ist es allerdings zu umfangreich und in der Bearbeitung stellen die Teilthemen ganz unterschiedliche Anforderungen an das Vorwissen ... und die Recherche-Kompetenz der Teams. Das legt natürlich einen „Themenfächer“ nahe. Eine Themensammlung in einer Klasse 11 kann folgendes Aussehen annehmen – die eingehenden Teilthemen sind nur grob „zusammengefasst“ und untereinander sicher noch vernetzt ...

- Welche Funktion hat der Drehteller ...
- Warum gibt es Mikrowellenöfen mit eingebautem Grill ... wozu der Grill?
- Wie gesund ist der Mikrowellenofen? Wie geht er z.B. mit Vitaminen⁵ um ... verändert er die Speisen so, dass das gefährlich werden kann ...
- Warum sind die Speisen zum Teil an unterschiedlichen Stellen ganz unterschiedlich heiß?
- Warum muss man bei Erwärmung von Flüssigkeiten einen Löffel in die Flüssigkeit stellen?
- Ist ein Mikrowellenherd energiesparender als ein normaler Küchenherd ... (eine globale Frage, die man sicher genauer eingrenzen muss ...)
- Warum gibt es eine so komplizierte Vorgehensweise beim Auftauen von Gefrorenem?
- Was versteht man unter einer Mikrowelle ... was versteht man überhaupt unter einer „Welle“ ... mechanische Welle ... elektromagnetische Welle ... Zusammenhang mit Licht ... Zusammenhang mit „Handywellen“
- Wie entsteht die Mikrowellenstrahlung
- Was ist ein Magnetron ...
- Kann man die Frequenz der Mikrowelle verändern?
- Warum kommt die Mikrowelle nicht durch die „durchsichtige Türe“
- Ist eine Mikrowelle gefährlich ... Elektrosmog

UND natürlich Vorschläge für Experimente über Experimente, die in TV-Shows gezeigt wurden ...

- Verhalten von Metallen in der Mikrowelle ... Alupapier ... Löffel ... Metallbecher
- Verhalten von Energiesparlampen ... oder normalen Glühlampen
- Verhalten eines Bleistiftes, der aufrecht in einem Mikrowellengerät steht
- Verhalten eines Luftballons in einer Mikrowelle, wenn er zuvor von einem Menschen aufgeblasen wurde ... oder wenn er mit Pressluft aufgeblasen wurde?
- Wassergefüllte Luftballone
- Popcorn in der Mikrowelle
- siehe Experimente-Sammlung im Internet

⁵⁵ .. siehe Experimentvorschlag in Unterricht Physik Heft 105/106 – Seite 45/46 ... Vitamin C Tablette auflösen, Vitamin-C-Gehalt der Flüssigkeit bestimmen ... erhitzen und erneute Messung des Vitamin-C-Gehalts ...

Laserpistole

Seit einiger Zeit gibt es LIDAR (Light Detecting And Ranging) als optisches Radarsystem um Aerosole und Gasmoleküle vor allem in der Troposphäre und der daran angrenzenden Stratosphäre zu detektieren. Bei diesen Messungen wird ein gepulster und sehr intensiver Laserstrahl – z.B. bei Wellenlängen von 1064nm, 532nm oder 355nm von einer Bodenstation aus in den möglichst wolkenlosen Himmel gerichtet. Das Laserlicht wechselwirkt mit den Aerosolen und den Gasmolekülen in der Luft ... Ein Teleskop detektiert das durch Streuung teilweise in Rückwärtsrichtung zurück geworfenes Licht ... und eine dahinter geschaltete Elektronik wertet die vom Teleskop aufgenommenen Spektrallinien aus. Über die Zeitdifferenz zwischen dem abgesandten Laserpuls und dem reflektierten Streuimpuls kann die Elektronik die Entfernung der Streuquelle berechnen.

Diese Technik kann man auch für die Verkehrsüberwachung einsetzen. Ein Laserpuls wird auf das Fahrzeug gerichtet ... der Streuimpuls wird detektiert ... Sendet man Laserpulse in definierten Zeitabständen Δt , kann man die Entfernung zum Auto über eine gewisse Zeit hindurch feststellen und aus diesen Angaben die Geschwindigkeit des Autos berechnen

Die Polizei setzt Laserpistolen im Infrarotbereich - $\lambda = 905 \text{ nm}$ – ein. Diese handlichen Geräte können im Straßenverkehr bei Entfernungen zwischen 10m und 1km bei Geschwindigkeiten bis über 300km/h bei einer Genauigkeit von 3% messen.