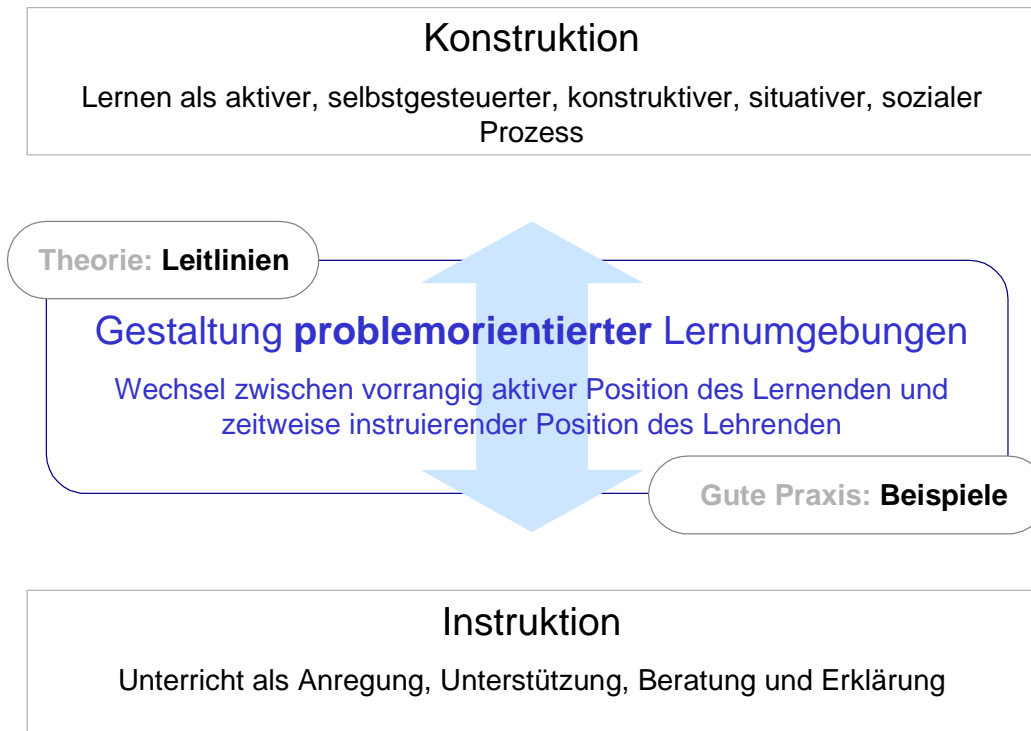


Ein konstruktivistisches Modell für den Physikunterricht

Bericht aus der Praxis von IMST²: „Physik voller Energie“

Robert Pitzl



Lernen als Konstruktionsprozess

In konventionellen Auffassungen wird Lernen als 1:1-Übertragung des "fertigen Gegenstandes" auf den Lernenden verstanden. Die internationalen Vergleichsstudien TIMSS und PISA haben gezeigt, dass diese Auffassung zu "trägem Wissen" führt, welches kaum auf Anwendungssituationen übertragen werden kann.

Der Erwerb von Wissen bzw. Erkenntnisgewinn erzeugt jedoch keine "Kopie der Wirklichkeit", sondern ist ein aktiver, selbstgesteuerter, konstruktiver, anwendungsbezogener und sozialer Lernprozess. Dieser Konstruktionsprozess ist jedoch nur möglich, wenn die Schüler/-innen das Unterrichtsthema zu ihrem eigenen Lernproblem machen. Die **Gestaltung problemorientierter Lernumgebungen** steht daher ebenso wie die Auswahl dafür geeigneter Themen im Mittelpunkt von konstruktivistischer Unterrichtsgestaltung.

Folgende Schritte bieten eine Möglichkeit (von vielen), ein physikalisches Themengebiet nach konstruktivistischen Richtlinien für den Unterricht aufzubereiten:

Einstieg

Damit die Schüler/-innen die Thematik zu ihrem eigenen Lernproblem machen, muss das Thema aus der Lebenswelt der Schüler/-innen sein. (Alltagsbezug) Insbesondere lässt sich das Interesse der Mädchen wecken, wenn es um sinnlich er-

fahrbare Phänomene geht (emotionale Aspekte), oder um Problemstellungen, die einen Bezug zum Alltag haben. (biologische Systeme, Körper, Gesundheit, Umwelt, ...) Gerade in der Anfängerphysik ist ein Zugang über Phänomene wichtig.

Vorwissen der Schüler/-innen klären und berücksichtigen

Welche Bedeutung haben die physikalische Begriffe wie z. B. "Energie" oder "Kraft" in der Alltagssprache der Schüler/-innen? Welche davon sind zur Lösung der Fragestellung brauchbar, welche nicht? Welche Alltagsvorstellungen haben Schüler/-Innen zur Erklärung von Phänomenen?

Die Berücksichtigung des Vorwissens ist entscheidend, damit die physikalischen Begriffe und Zusammenhänge als sinnvolle Ordnungshilfen, und nicht als Elemente einer lebensfremden Fachsprache gesehen werden.

Erarbeitung

Die für den Unterricht zur Verfügung stehende Zeit reicht oft nur aus, um eine geringe Zahl von physikalischen Zusammenhängen und Fertigkeiten in einem konstruktivistischen Lernprozess zu vermitteln. Daher ist eine Reduktion der Fachinhalte zu einem Minimalumfang nötig. Physikalische Grundbildung muss dabei auf einem Aushandlungsprozess beruhen, in dem die Fachsystematik in gleicher Weise wie die Alltags- und Gesellschaftsrelevanz berücksichtigt wird. Die Schüler/-innen sollen in diese Konsensbildung mit einbezogen werden.

Anwendung

Die aktive Auseinandersetzung mit neuem Wissen fördert den nachhaltigen Lernerfolg insbesondere hinsichtlich der damit verbundenen fachspezifischen und allgemeinen Fähigkeiten. (Wissenstransfer innerhalb der Physik und andere Fächer, Anwenden von Kenntnissen und Fertigkeiten in möglichst vielfältigen Situationen, ...) Während bei jüngeren Schüler/-innen der handlungsorientierte Umgang im Vordergrund steht, (konstruieren, Schülerexperimente, ...), ist für ältere Schüler/-innen der entscheidungsorientierte Umgang wichtig. (bewerten, urteilen in einem gesellschaftsrelevanten Bezug.)

Die Auswahl von geeigneten Aufgabenstellungen spielt eine besondere Rolle: Aufgaben sollen zum Argumentieren, Begründen und selbstständigen Arbeiten anregen und in der Schwierigkeit so abgestuft sein, dass allen Schüler/-innen Erfolgserlebnisse ermöglicht werden¹.

Reflexion des Lernprozesses

Welche Methoden sind geeignet, den Schüler/-innen zu ihrem Lernprozess Feedback zu geben, ohne sie bloß einer normativen Leistungsbeurteilung zur Notengebung zu unterziehen? Im Rahmen einer neuen Prüfungskultur können dazu vielfältige Leistungen der Schüler/-innen herangezogen werden, bei denen es nicht auf Reproduktion von Wissen, sondern auf höhere Fähigkeiten wie Kommunizieren, Gestalten, Protokollführen, etc. ankommt. (Portfoliomappen, Concept Maps, Präsentationen, ...)

¹ siehe Thomas Stern: "Aufgaben über Aufgaben", Unterricht Physik Nr. 67, 2002, S. 12-15

Ein Beispiel aus der IMST² - Praxis: "Physik voller Energie"

Eine konkrete Umsetzung des Rahmenthemas "Energie" in Zusammenhang mit Ernährung, Sport, Sonnenenergie, Wärme und Strom wurde von der Projektgruppe Baluschik, Bartosch, Ehart und Sattlberger am GRGORG Wien 20, Karajangasse 14, im Rahmen eines IMST²-S1-Projekts im Schuljahr 2001/2002 in vier verschiedenen Klassen der 10. Schulstufe durchgeführt und dokumentiert². Im Folgenden wird aus dieser Arbeit zitiert.

inhaltliche Grundbildungsziele

- *den Begriff "Energie" als Alltags- und Fachbegriff verstehen lernen*
- *Speicher- und Transportformen von Energie unterscheiden können*
- *Energieerhaltung und -entwertung versus Energieerzeugung und -verbrauch*
- *Energie, Leistung und Wirkungsgrad in Zusammenhang setzen*
- *gesellschaftliche Bedeutung von Energie erfassen (Verfügbarkeit, Sparsamkeit, ökologische Konsequenzen, etc.)*

Grundbildungsziele hinsichtlich Fertigkeiten, Fähigkeiten, Qualifikationen

- *Arbeit in Gruppen organisieren*
- *eigenständige Experimente und Beobachtungen durchführen und protokollieren*
- *freie Wiederholung, Bericht, Vortrag halten*
- *Concept und Mind Maps erstellen*
- *physikalische Sachverhalte aus Medien und Literatur herausfiltern und darstellen*
- *dabei Fachausdrücke erklären und verwenden*
- *selbstständige Führung einer Projektmappe*
- *einfache physikalische Rechenbeispiele lösen können*

Das inhaltliche Grundbildungsziel ist der Energiebegriff (mit seinen wichtigsten Eigenschaften), welcher als *Basiskonzept der Physik* viele Themengebiete des Lehrplans durchzieht und darin immer wieder aufgegriffen wird. Bei den Fähigkeiten stehen Kommunikation, Arbeiten im sozialen Kontext und das Anwenden von Fachwissen im Vordergrund.

Herstellung des Bezugs zur Lebenswelt der Schüler/-innen

Folgende Themengebiete mit den angeführten inhaltlichen Schwerpunkten wurden behandelt, teilweise waren die Schüler/-innen bei der Auswahl beteiligt:

Ernährung

Bedeutung der Energie für Lebewesen, Zusammenhang zwischen Stoff und Energie, zahlenmäßiges und formales Verständnis der körpereigenen Energieumsetzungen entwickeln, Zusammenhang zwischen Lebensstandard, technische Bereitstellung und Nutzung von Energie.

² siehe C. Baluschik, I. Bartosch, T. Ehart, E. Sattlberger: "Physik voller Energie", Dokumentation einer Innovation in Kooperation mit dem IMST²-Schwerpunktprogramm S1 - Grundbildung: <http://imst.uni-klu.ac.at/schwerpunktprogramme/s1/ph/innovationen/>

Sport

Energie über das "Messen von Muskelkräften": mechanische Energie und Arbeit am Beispiel von Fitnessgeräten.

Energie von der Sonne

Wirkung der Sonnenenergie auf Wetter- und Klimaphänomene, Lebewesen und Ökosysteme beschreiben und mit relevanten physikalischen Theorien erklären; die Einflüsse des Menschen auf die Atmosphäre und ihre Konsequenzen erläutern und bewerten können.

Teilaspekte dieser Themengebiete waren:

Wärme

Wasser als Energie- und Wärmespeicher, Energieaustausch durch Wärme, Energieerhaltung

Strom

Erzeugung elektrischer Energie (Solarzelle, Windrad, Wasserkraft)

Der Alltagsbezug wird durch die Beziehungen Energie - Körper, Energie - Umweltproblematik, und Energie - Lebensstandard hergestellt.

Hervorzuheben ist, dass die Klassen mit hohem Mädchenanteil eher die ernährungsbezogenen Gebiete bevorzugten, während die Burschen eher zu den sportlichen Themen Bezug hatten.

Gestaltung der problemorientierten Lernumgebungen

Einstieg	sinnlicher, lustvoller Einstieg mit "Internationaler Jause" oder praktischer Betätigung im Fitnessraum
Vorwissen abklären	Mittels eines Concept Maps wurde zu Beginn das Vorwissen der Schüler/-innen erhoben: 52 Fach- und Alltagsbegriffe wurden von den Schüler/-innen in Zusammenhang gebracht. Zur Evaluation (siehe unten) wurde dies am Ende der Unterrichtsphase wiederholt.
Erarbeitung	Auswahl von wenigen zentralen Begriffen und Zusammenhängen im Zusammenhang mit Energie: diese wurden vorher vom Lehrerteam ausgehandelt. Mediale Abwechslung bei der Erarbeitung durch selbständige und soziale Arbeitsformen wie Gruppenarbeit, Stationenbetrieb, Schülerexperimente. Die Heranführung an die physikalischen "Kernaussagen" erfolgte ausgehend vom "Erlebnis" und aufbauend auf die Alltagsvorstellungen schrittweise und mit Zwischenevaluationen (siehe unten)

Anwendung	Transfer des Erlernten auf andere Gebiete: Ernährung → Sport, Wärme → Klima, ... Dadurch konnten verschiedene Perspektiven zum Thema "Energie" hergestellt werden. (auch fächerübergreifend mit Biologie) Anwendungswissen statt bloßes Faktenwissen durch selbständige Arbeitsformen.
Reflexion und Evaluation	<p>Überprüfung der Erreichung der Ziele u.a. anhand von:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Durchführung von Concept Maps am Anfang und am Ende (→ Umgang mit Fachbegriffen) - Medienarbeit, Literatursausarbeitung (→ phys. Sachverhalte finden und beurteilen) - Projektmappe (→ Protokollführung, selbständige Materialsammlung) - Berichte und Referate (→ kommunikative Fähigkeiten, Aufbereitung von phys. Sachverhalten) - Rechenaufgaben (→ formale Beschreibung) - Lernzielkontrolle und Tests <p>Den Schüler/-innen wurde dabei auch die Möglichkeit gegeben, bereits eingereichte und vom Lehrer kommentierte Arbeiten noch mal zu verbessern. (Feedback vor Notengebung)</p> <p>Evaluation des Lernprozesses mittels Fragebögen oder extern durchgeführter Schülerinterviews</p>

Details und Ergebnisse können in der Dokumentation nachgelesen werden.

Praxis und Theorie vereint: Ein Wegweiser zu einem Unterrichtskonzept zum Energiebegriff

Das folgende Ablaufschema ist als Vorschlag zu verstehen, wie aus der Theorie des konstruktivistischen Lernens und der praktischen Umsetzung im oben zitierten Unterrichtsprojekt ein Wegweiser zur Gestaltung von ähnlichen Unterrichtssequenzen entstehen kann. Eine Übertragung auf andere Themengebiete der Physik ist sicher möglich, da nur die rechte Spalte auf den Energiebegriff Bezug nimmt.

PLANUNG

	Fragestellungen	Begründungen
Aushandlung von Grundbildungszielen: - Inhalte - Fähigkeiten	Wurde eine Reduktion der Lernziele auf die wesentlichen Begriffe, Zusammenhänge und Fähigkeiten durchgeführt? Basieren diese Grundbildungsziele auf einem Aushandlungsprozess? Wie wurde die Sichtweise der Schüler/-innen einbezogen?	Energie als Basiskonzept der Physik. Arbeit, Leistung, mechanische Energie, etc... spezifische und allgemeine Fähigkeiten: Erkennen von phys. Fragestellungen, Bewerten der Konsequenzen der Technologie für das Leben des Menschen, ...
Auswahl des Themengebiets für den Unterricht	Welche Basiskonzepte der Physik werden aufgegriffen? Hat die Thematik Bezug zur Lebenswelt der Schüler/-innen? Welche gesellschaftliche Relevanz hat das Thema? Liefert das Thema einen Beitrag zum Weltverständnis? Wird Physik als kulturelles Erbe und/oder als Wissenschaft vermittelt?	Beispiele siehe oben: Energie und Ernährung, Energie und Sport, Energie und Umwelt, ... Begründung mit Alltagsbezug, hoher gesellschafts- und umweltpolitischer Relevanz siehe ebenfalls oben.

DURCHFÜHRUNG und EVALUATION

	Fragestellungen	mögliche Methoden zum Thema "Energie"
Einstieg mit Problem- eingrenzung	Ist der Zugang zum Thema aus der unmittelbaren Lebenswelt der Schüler/-innen? Können die Schüler/-innen damit die Problemstellung zu ihrem eigenen Lernproblem machen? Besitzt der Einstieg emotionale Aspekte? Wird das Interesse der Mädchen geweckt?	Der Bezug zur Ernährung (biologischer-körperlicher Kontext) ist geeignet, die Mädchen zu interessieren. Als Aufhänger bieten sich z.B. "Energy Drinks" an: Sammlung von verschiedenen Energy Drinks vorstellen, oder, allgemeiner, die Schüler sollen Nahrungsmittel nennen oder mitbringen, die sie für "energiereich" halten. Akzeptanz schaffen, sich mit dem physikalischen Energiebegriff auseinander zu setzen.
Vorwissen klären	Welche Begriffe tauchen im Zusammenhang mit der Problemstellung auf? Welche sind bekannt, welche nicht? Welche Bedeutung haben diese in der Alltagssprache der Schüler/-innen? Welche Begriffe sind zur Problemlösung relevant, welche nicht?	Energie, Power, Brennwert, kJ, cal, ... Die Schüler sollen in eigenen Worten formulieren, wie sie Energie definieren. Diese Ergebnisse werden im Plenum gesammelt und diskutiert. Ein Concept Map eignet sich ebenfalls sehr gut, um die Denkweise von Schüler/-innen zu erfahren.
Erarbeitung	Wird an die Alltagsvorstellungen der Schüler/-innen angeknüpft? Wird ihnen ein Konzeptwechsel erleichtert? Werden Begriffe erst dann eingeführt, wenn sie benötigt werden? Wird von etwas unmittelbar Erlebbares vorangestellt?	aktives, konstruktives und situatives Lernen z.B. mit Schülerexperimenten: Messen, Daten erheben, Hypothesen bilden und diese testen.
Anwendung	Welche handlungs- und entscheidungsorientierten Aufgabenstellungen werden herangezogen? Regen die Aufgabenstellungen zum Argumentieren und Begründen an? Ist ein Transfer auf andere Bereiche innerhalb der Physik oder in anderen Fächern möglich? Werden aktive Lernprozesse in einem sozialen Kontext gefördert?	"Ist überall Energie drinnen, wo Energie draufsteht?" "Welche Möglichkeiten bietet die Physik, um Versprechungen der Werbung, oder gesellschaftspolitische Aussagen bzgl. Energie zu beurteilen?" Solche und ähnliche Fragestellungen können in einem Planspiel, Hearing, etc. bearbeitet werden, u. U. fächerübergreifend mit Chemie, Biologie und GWK.
Reflexion (Metaebene)	Wird den Schüler/-innen Feedback über ihren Lernprozess gegeben? Haben die Schüler/-innen die Möglichkeit, aus Fehlern zu lernen? Werden auch Fähigkeiten und Anwendungswissen berücksichtigt? Sind Aufgabenstellungen so abgestuft, dass auch leistungsschwächere Schüler/-innen ein Erfolgserlebnis haben können?	selbständige Arbeiten wie Portfolios, Projektmappen können in die Leistungsbeurteilung mit einbezogen werden, ebenso wie Präsentations- und Aufbereitungstätigkeiten. Zur Evaluation der erlernten Begriffe bietet sich ein Concept Map an. (s.o.)

Literatur:

Baluschik, C., Bartosch, I., Ehart, T., Sattlberger, E.: *Physik voller Energie*. Dokumentation einer Innovation in Kooperation mit dem IMST²-Schwerpunktprogramm S1 - Grundbildung im Schuljahr 2001/02, <http://imst.uni-klu.ac.at/schwerpunktprogramme/s1/ph/innovationen/>

Duit, R.: *Ziele für den naturwissenschaftlichen Unterricht - Anspruch und Realität*. Plus Lucis Nr. 1, 1997, S. 3-13

Labudde, P.: *Erlebniswelt Physik*. Bonn: Dümmler 1993

Reinmann-Rothmeier, G., Mandl, H.: *Unterrichten und Lernumgebungen gestalten*. Forschungsbericht 60, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie. LMU München: München 1999

Stern, T.: *Aufgaben über Aufgaben*. Unterricht Physik Nr. 67, 2002, S. 12-15