

## Unterrichtsprojekt: Umbau eines PKW auf Alt-Pflanzenöl („Frittenfett“)

**Kurzfassung:** Im Schuljahr 2004 starteten die Beruflichen Schulen Eschwege ein schulisches Projekt mit dem inhaltlichen Ziel, einen herkömmlichen Diesel-PKW auf den alltagstauglichen Betrieb mit Alt-Pflanzenöl („Frittenfett“) umzurüsten. Das Projekt, welches klassenübergreifende, fächerverbindende und fächerübergreifende Merkmale besitzt, wurde im Frühjahr 2005 mit sehr gutem Erfolg abgeschlossen. Der Beitrag beschäftigt sich mit der Vorstellung und Darstellung des Projekts in den einzelnen Phasen. Relevante Aspekte werden aus pädagogisch-didaktischer Sicht beleuchtet.

**ABSTRACT:** In the school year 2004 the vocational school in Eschwege started a project aiming at changing a conventional diesel car to operating on vegetable oil that had formerly been used for frying chips. This project, that integrated several classes and different subjects, was successfully finished in spring 2005. The article presents the project in its phases and throws light on relevant aspects from a pedagogical and didactic perspective.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung nennt fünf charakteristische Aspekte von Lehr- und Lernprozessen, die den Erwerb von Schlüsselqualifikationen wirksam unterstützen und somit die Qualität des Unterrichts wesentlich beeinflussen:

- „Interdisziplinäres Lehren und Lernen.
- Projektbezogenes Lernen mit Praxisbezug.
- Selbstgesteuerte und Eigeninitiative fördernde Lernformen.
- Lernen in unterschiedlichen Gruppen und Teams.
- Mediengestützte Lernformen“ (bmbf, 1998).

Diesen fünf Aspekten verpflichtet, starteten die Beruflichen Schulen Eschwege (Hessen) im Herbst 2004 ein schulisches Großprojekt mit dem inhaltlichen Ziel, einen herkömmlichen Diesel-Pkw auf einen alltagstauglichen Betrieb mit Alt-Pflanzenöl (Frittenfett) umzurüsten. An dem klassenübergreifenden Unterricht waren zwei Schulklassen beteiligt:

1. eine Berufsfachschulklasse, erstes Ausbildungsjahr, Fachrichtung Metall für die theoretische Erarbeitung und Konstruktion der Komponenten
2. eine Kfz-Mechatroniker-Klasse, zweites Ausbildungsjahr, für die praktische Umsetzung/ Einbau der Komponenten

Die vorwiegend theoretische Erarbeitung des Projektes erstreckte sich über einen Zeitraum von einem Schulhalbjahr mit etwa 3 Wochenstunden, wogegen der Einbau der durch die Berufsfachschulklasse entwickelten und gekauften Komponenten an einem Projekttag (8 Schulstunden) verwirklicht werden konnte. Aus diesem Grund wird in den folgenden Ausführungen vor allem auf die Ausgangssituation und die Entwicklung der Berufsfachschulklasse eingegangen.

Die pädagogische Ausgangssituation der Klasse 10BFE0 der Beruflichen Schulen Eschwege stellte sich zu Beginn, wie mittlerweile in für Berufsfachschulklassen typisch, äußerst problematisch dar: Die 14 Schüler waren es insgesamt nicht gewohnt, sich Lerninhalte selbstständig anzueignen. Ihr Verhalten im Unterricht

deutete darauf hin, dass im bisherigen Erleben entweder rezeptive Unterrichtsformen vorherrschend waren, bzw. Ansätze zum Erlangen von Selbstständigkeit und Handlungskompetenz wenig Erfolg brachten. Die Fähigkeit, mit Wissen umzugehen (Lernen lernen, Anwenden lernen, Vermitteln lernen) war bei allen Schülern mehr oder weniger mangelhaft ausgebildet. Es fiel ihnen weiterhin schwer, den Darbietungen konzentriert zu folgen. Mangelnde Impulskontrolle führte oft dazu, Anderen ständig ins Wort zu fallen, bzw. vom Thema abzuschweifen.

Der Kenntnisstand in Bezug auf wissenschaftlich-technische Grundlagen wurde von den beteiligten Lehrern als befriedigend bis mangelhaft eingestuft: die wenigen vorhandenen Kenntnisse waren i.d.R. kaum zur Problemlösung nutzbar und bestenfalls als abstraktes (träges) Wissen abrufbar. Da herkömmlicher Unterricht also nicht besonders gut gefruchtet hatte, fiel der Schulleitung die Zustimmung zu dem Projekt leicht.

Im Folgenden werden grundsätzliche Aspekte der Unterrichtsgestaltung im Projekt beleuchtet sowie die einzelnen Ablaufphasen kurz dargestellt. Am Ende des Artikels wird auf die pädagogische Entwicklung in der Klasse im Verlauf des Projektes eingegangen.

## **Orientierung des Projekts/ Pädagogische Grundsätze**

### *Eigenverantwortliches Lernen*

Eine Forschungsgruppe der Universität Nürnberg hat in ihren Untersuchungen festgestellt, dass eigenverantwortliches Lernen am besten im Gruppenunterricht gelingt. Gruppenunterricht auf der Grundlage anwendungsbezogener Aufgabenstellungen führt, so die Forscher, zu besseren Lernfortschritten als ausschließlich lehrergesteuerter Unterricht. Dem Lehrer fällt hier mehr und mehr die Rolle eines Moderators zu, der über ein reichhaltiges und gut organisiertes didaktisches Wissen verfügen sollte (vgl. NÖTHEN, 2005, S. 17).

Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurde Gruppenunterricht als die dominante Sozialform gewählt. Auf ein vorhergehendes Basistraining wurde bewusst verzichtet: ein Methoden- und Kommunikationstraining war implizit durch ständiges Nutzen verschiedener Methoden und Techniken im Projekt implizit verankert. Der Lehrer seinerseits musste lernen, lediglich Denkanstöße zu bieten, zu moderieren und ggf. zu schlichten.

### *Curriculare Einordnung*

Die Rahmenlehrpläne befinden sich derzeit in der Phase der Umstellung auf Lernfelder; für die Berufsfachschule wird der lernfeldorientierte RLP am 1. August 2005 in Kraft treten. Die Zielformulierungen des neuen RLP sind inhaltlich an den Rahmenlehrplänen der Metallberufe/ Grundstufe orientiert.

Die inhaltliche Gestaltung des Projekts lässt sich sowohl anhand der *Allgemeinen Zielsetzungen und Schwerpunkte der Ausbildung* und den *Didaktisch-methodischen Leitlinien*, als auch aus den konkreten Zielformulierungen der einzelnen Lernfelder legitimieren.

Aufgrund des Projektumfangs und der Komplexität der Aufgabenstellungen lassen sich an dieser Stelle nicht sämtliche, in den einzelnen Projektphasen

bearbeiteten Aspekte detailliert aufführen. Beispielhaft sei dies im Folgenden lediglich für den Bereich *Fachkompetenz* aufgezeigt.

### *Fachkompetenz*

Die Inhalte ergeben sich aus der Sachlogik und den Erfordernissen des Projekts. Sie stimmen mit den folgenden, im RLP genannten Zielen überein (vgl. RLP, 2004, S. 11 ff.):

Die Schülerinnen und Schüler ...

- lesen und erfassen den Inhalt technischer Zeichnungen und Dokumentationen, werten Anordnungspläne und Stücklisten aus.
- erstellen und ändern Teilzeichnungen sowie Skizzen von Funktionseinheiten.
- wählen und fertigen unter Beachtung funktionaler, technologischer und wirtschaftlicher Kriterien einzelne Komponenten und fügen diese in Plänen zusammen.
- erkennen und beschreiben den Aufbau und die Wirkungsweise einzelner Komponenten und erklären Funktionszusammenhänge der Baugruppen und Schaltungen (z.B. Steuerungstechnik – hydraulischer Schaltplan).
- ermitteln überschlägig die Kosten (der Anlage).
- bestimmen die notwendigen Daten der Komponenten und führen erforderliche Berechnungen durch (z.B. gestreckte Länge des Kupferrohres für die Tankheizung).
- kontrollieren, beurteilen, dokumentieren und präsentieren ihre Arbeitsergebnisse.

### *Gestaltung*

Inhaltlich orientiert sich das Projekt maßgeblich an den „Perspektiven einer erweiterten Techniklehre“ (Ott, S. 113, Abb. 7.5). Diese, auch als „integrative Technikdidaktik“ bezeichnete Techniklehre erstreckt sich über die folgenden, ganzheitlich vernetzten Erkenntnisperspektiven: die technologische-, ökologische-, ökonomische-, politisch- soziale und die geistig-normative Perspektive. Der Schwerpunkt lag jedoch eindeutig zunächst auf der technologischen, später auch der ökologischen und ökonomischen Perspektive (Ab welcher Laufleistung rechnet sich ein Umbau? Was wäre, wenn alle mit Pflanzenöl fahren?).

Durch die Notwendigkeit einer effizienten Gestaltung bedingt, wurden in den Fächern Mathematik und Fachpraxis Metall spezielle Aufgabenstellungen des Projekts bearbeitet (Berechnung und Konstruktion von Bauelementen). Im Fach Deutsch wurden begleitend Präsentationstechniken erlernt, welche in den Projektsitzungen geübt wurden. Nach der Vervollständigung der Unterlagen und dem Bau bzw. der Beschaffung der notwendigen Komponenten wurde das Projekt mit einer Präsentation der Kfz-Mechatroniker-Klasse übergeben, welche ihrerseits für den Einbau verantwortlich war. Das Projekt erfüllt somit Merkmale eines fächerübergreifenden, fächerverbindenden und klassenübergreifenden Unterrichts.

### *Projektmanagement*

Der Vorgang der Produktentwicklung wurde an dem in Industrie und Fachschule verbreiteten Ablaufschema der VDI-Richtlinie 2222 angelehnt, welche die wesentlichen Schritte in einem konventionellen Konstruktionsprozess zur Entwicklung technischer Produkte beschreibt. Als Hilfsmittel aus dem Bereich des Projektma-

nagements wurde die „Projektsitzung“ als wesentliches Element zur Organisation und gegenseitigen Information genutzt. Nach einem festen Plan teilten die Gruppen sich hier gegenseitig ihren Bearbeitungsstand mit, wurden Teilergebnisse bewertet, Entscheidungen getroffen und die nächsten Schritte geplant. Die Ergebnisse der Projektsitzung wurden in einem Sitzungsprotokoll festgehalten. Neue Aspekte wurden in einen Themenspeicher übertragen, welcher in Form eines Plakats im Klassenraum aushing. Im Verlauf des Projekts wurden hieraus die zweckdienlichen Elemente entnommen und bearbeitet.

Der Projektablauf wurde in die folgenden, teilweise parallel ablaufenden Phasen gegliedert:

### 1. Projektidee/ Themenfindung

Der Lehrer stellte der Klasse die Möglichkeit vor, anstatt der konventionellen, vom RLP vorgegebenen Unterrichtsinhalte, den Umbau eines Dieselmotors auf gebrauchtes Pflanzenöl in einem Großprojekt zu realisieren. Er machte den Schülern bewusst, dass dies einen hohen außerschulischen Einsatz des Einzelnen erfordert, da die in der Schule zu Verfügung stehende Unterrichtszeit nicht ausreicht, ein solch komplexes Gebiet zu behandeln. Nach einer demokratischen Abstimmung war der Startschuss für das Projekt gefallen – allerdings war den Schülern in diesem Moment noch nicht klar, was da an Arbeit auf sie zurollte...

### 2. Zielvereinbarung

In einer Zielvereinbarung wurden die gemeinsamen Ziele schriftlich festgehalten. Diese beinhaltete zunächst lediglich die grobe Zielstellung: „Gemeinsames Ziel der Klasse 10BFE0 ist es, die Kraftstoffversorgung eines herkömmlichen Dieselmotors mit gebrauchtem Pflanzenöl zu realisieren.“

Eine zur Übersicht dienende Darstellung der Projektphasen sowie ein mit Fixpunkten versehener Zeitplan ergänzte die Zielvereinbarung.

Nachdem die Schüler sich (je nach subjektivem Interesse) mittels Literatur und Internet einen Überblick über die verschiedenen Aspekte des Projekts verschafft und einen Themenspeicher gefüllt hatten, wurde die Zielvereinbarung um die folgenden Fachinhalte erweitert. Diese bildeten die Grundlage für die spätere Aufteilung der Klasse in themenbezogene Arbeitsgruppen.

Fachinhalte:

- Generelle Arbeitsweise eines Dieselmotors
- Pflanzenöl als Kraftstoff (Eignung für Verbrennungsmotoren, Eigenschaften, Beschaffung, Filterung, Lagerung)
- Untersuchung verschiedener Umbaumöglichkeiten/ Varianten → Entscheidung
- Steuerungstechnik: Entwicklung eines hydraulischen Schaltplans
- Elektrotechnik: Temperaturregelung, Entwicklung des elektrischen Schaltplans
- Bestellung/ Beschaffung der benötigten Bauteile (aus Stücklisten und Plänen)
- Ökonomische Gesichtspunkte (Wirtschaftlichkeitsrechnung)
- Ökologische Gesichtspunkte (Abgase, Verbrauch, Vergleich der Herstellung von Pflanzenöl und Biodiesel / volkswirtschaftliche Dimension)

### 3. Planung/ Vorbereitung

Aus der schriftlich festgehaltenen Zielformulierung ergab sich die konkrete Planung des Projekts. Hierzu wurden die an der Schule vorhandenen Rahmenbedingungen, Ressourcen, Arbeitskapazitäten der Schüler etc. analysiert und Schlussfolgerungen für das Projekt gezogen. Weiterhin wurden Arbeitsgruppen gebildet,

welche sich aus den in der Zielvereinbarung abgebildeten Fachinhalten einzelne Arbeitsgebiete bzw. Arbeitsaufgaben aussuchten.

#### 4. Koordination

Aus der Klasse wurde ein Projektkoordinator gewählt, welcher zusammen mit dem betreffenden Lehrer sowie einem beteiligten Kfz-Fachlehrer für die Koordination des Projekts verantwortlich war. Dies erwies sich als sehr effizient, da dieser Schüler die Klasse die ganze Woche über im Unterricht begleitete und somit wichtige Informationen aus den einzelnen Arbeitsgruppen bündeln und entsprechend weiterleiten konnte.

#### 5. Durchführung

Hier wurde die inhaltliche Hauptarbeit geleistet. In unterschiedlichen Sozialformen (in der Schule vorwiegend in Gruppenarbeit und Partnerarbeit sowie zu Hause in Einzelarbeit) wurden Recherchen durchgeführt, Pläne erstellt, Bauteile bestellt sowie einzelne Komponenten berechnet und konstruiert. Der Lehrer übernahm hier vorwiegend die Rolle eines koordinierenden Beraters. Die regelmäßigen Projektsitzungen dienten als organisatorische Schaltstelle sowie zur Metainteraktion.

#### 6. Dokumentation

Die in den Projektsitzungen erstellten und mit Anlagen (Skizzen, E-Mail-Verkehr, Arbeitsblätter, Referate) versehenen Sitzungsprotokolle dienten der Gruppe, die hauptsächlich mit der Bündelung und Fixierung der Arbeitsergebnisse beschäftigt war, als Grundlage für die Projektdokumentation. Nach und nach entstand eine Projektmappe, die wiederum den schnellen Zugriff auf Arbeitsergebnisse aller Gruppen ermöglichte. Die sauber geführte Projektdokumentation vereinfachte die sich anschließenden Projektphasen erheblich.

#### 7. Präsentation

In einer zweistündigen Präsentation stellten die Schüler ihre Arbeitsergebnisse vor. Mittels Zeitungsartikel wurden hierzu Lehrer, Schulklassen sowie Interessierte eingeladen. Gleichzeitig diente die Präsentation der inhaltlichen Übergabe des Projekts an die beteiligte Kfz-Mechatroniker-Klasse. Der Vortrag eines Reisebusunternehmers, welcher als externer Experte auftrat und von seinen Erfahrungen mit pflanzenölbetriebenen Fahrzeugen berichtete, rundete die Präsentation ab.

Aufgrund der ungewöhnlichen Aufgabenstellung entwickelte sich die Öffentlichkeitsarbeit zum "Selbstläufer": Mit Hilfe von zwei Radiobeiträgen (HR Info, Hit Radio FFH), sowie einem ca. fünfminütigen Fernsehbeitrag des Senders RTL (gesendet am 17.06.05) wurden die Ergebnisse des Projekts einer noch breiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Weiterhin wurde mit dem Fahrzeug ein regionaler Umweltschutzpreis errungen.

#### 8. Reflexion

An einzelnen Stationen des Projekts wurde immer wieder bewusst innegehalten und darüber nachgedacht, was diese oder jene Arbeitsmethode für den einzelnen Schüler bedeutet oder bewirkt haben könnte. Die Antworten gaben den Schülern Aufschluss über ihre individuellen Lernmöglichkeiten und Lernbedingungen. Gemeinsam wurde geklärt, was dem Projekt dienlich oder weniger dienlich war. Hieraus wurden Konsequenzen für die Weiterarbeit gezogen: Bewährte Strategi-

en wurden bestärkt, andere modifiziert oder durch Alternativen ersetzt. Hilfreich hierzu waren u.a. die folgenden Leitfragen:

- Welches Faktenwissen habe ich erworben?
- Welche Arbeitsformen sprechen mich besonders an, welche weniger?
- Warum habe ich mir manches gut gemerkt, manches weniger gut?
- Wann bin ich emotional stark beteiligt – und warum?
- Welches sind meine persönlichen Beiträge zum Erreichen des Ziels?

## 9. Evaluation

Die Bewertung der Schülerleistungen wurde von Anfang an in den Projektablauf integriert. Als Grundlage dienten hier Vorschläge und Schemata von Nöthen (Nöthen, 2005, S. 94 ff.). Eine Notenvergabe fand in den folgenden Kategorien statt:

- Fachliche Leistungen: Fachgespräche mit dem Lehrer
- Kompetenzen: Selbst- u. Fremdbeurteilung mit Hilfe von Beurteilungsbögen
- Bewertung von Projektdokumentationen, Sitzungsprotokollen, Referaten und Präsentationen anhand zuvor festgelegter Kriterien

Als Mittel zur Individualisierung von Gruppenarbeit erhielt eine Gruppe für ihr Ergebnis (z.B. Vortrag) vom Lehrer und jedem Schülern eine Anzahl von Punkten zwischen 1–100. Aus den Schülerpunkten wurde das arithmetische Mittel gebildet und anschließend mit der Punktzahl des Lehrers gemittelt. Die von den Schülern vorgeschlagene Note für die Gruppenarbeit hatte somit das gleiche Gewicht wie die des Lehrers. Anschließend wurde die ermittelte Punktzahl an die Gruppe weitergegeben. Diese wiederum verteilte die Punkte in eigener Verantwortung an die einzelnen Gruppenmitglieder. Aus den verteilten Punkten ergab sich die individuelle Note für jedes Gruppenmitglied. Der Lehrer griff in diese Art der Benotung nur dann ein, wenn eine Fehleinschätzung durch die Schüler offensichtlich war.

Wurden im Anfangsstadium des Projekts die Punkte noch gleichmäßig auf die Gruppenmitglieder verteilt, so stellte sich im Verlauf des Projekts heraus, dass Lehrer und Schüler zu einer immer stärker differenzierten Punkteverteilung übergingen, was schließlich zu einer objektiven Beurteilung der Schüler maßgeblich beitrug.

## Fazit

Da die Fülle an Arbeit nicht in drei Unterrichtsstunden pro Woche geleistet werden konnte mussten die Schüler einen Großteil der Arbeit zu Hause, meist vor dem PC, erledigen. Es gibt zu solch einem spezifischen Thema wie dem vorliegenden kaum Literatur. Also mussten die neuesten Anregungen von Bastlern und Anbietern im Internet als Hauptinformationsquelle dienen. Die Schüler waren hier gefordert, problembezogene Suchbegriffe zu definieren, aus der Fülle an Informationen die brauchbaren zu selektieren und anschließend zu bewerten.

Allein an dem Maß, wie die Schüler sich in ihrer Freizeit engagierten, Fachleute befragten, den Technologie-Lehrer sonntagabends mit fachlichen Problemen konfrontierten (...) konnte festgestellt werden, wie sehr die Schüler motiviert waren. Diese Motivation, gewachsen aus dem Gefühl, plötzlich etwas zu können, bzw. etwas zu tun, dass sonst noch niemand (?) geschafft hat, war der Motor des

Projekts und schließlich auch die Basis dafür, das Projekt innerhalb des relativ kurzen Zeitraums mit Erfolg abzuschließen. Insgesamt wuchs allmählich ein besseres Klima in der Klasse, die Schüler arbeiteten bald frei zusammen, tauschten E-Mail-Adressen und Telefonnummern aus, argumentierten problembezogen und sachlich und ließen sich immer öfter gegenseitig ausreden. Ihnen wurde Schritt für Schritt klar, dass nicht der Lehrer, sondern nur sie selbst das Projekt der Vollendung zuführen können. Mit dem Maß an übernommener Verantwortung stieg auch das Maß erlangter Kompetenzen.

Neben dem Lernerfolg und der vorteilhaften Entwicklung an Kompetenzen hat das Projekt noch einen nicht zu vernachlässigenden Nebeneffekt: Das Handlungsprodukt, der Golf III TD Baujahr 1992 des Lehrers Harald Mathias, wird nun zu 90 Prozent mit kostenlosem Kraftstoff betrieben, Messungen auf dem schuleigenen Prüfstand zufolge ohne Leistungsverlust, und das bereits seit mehreren tausend Kilometern.

## Literatur

bmbf (Bundesministerium für Bildung und Forschung): Delphi-Befragung 1996/1998. „Potentiale und Dimensionen der Wissensgesellschaft – Auswirkungen auf Bildungsprozesse und Bildungsstrukturen“. Integrierter Abschlussbericht zum „Bildungsdelphi“, durchgeführt von Prognos und Infratest Burke Sozialforschung GmbH & Co., München/Basel, März 1998.

RLP: Lehrplan für den berufsbezogenen Bereich; Zweijährige Berufsfachschule Berufsfeld Metalltechnik. Berufliche Schulen des Landes Hessen. Stand 23. Nov. 2004

Nöthen, Karl-Georg: Lernfelder unterrichten und bewerten. Schwerpunkt: Projektarbeit. Bildungsverlag EINS, Troisdorf, 2005

Ott, Bernd: Grundlagen des beruflichen Lernens und Lehrens. Ganzheitliches Lernen in der Berufsbildung. 2., überarb. Auflage, Cornelsen Verlag, Berlin 2000

Anschrift des Autors: Harald Mathias, Dipl.-Ing. (FH), Dipl.-Berufspäd., Stud. Ref., Auf dem Mäuerchen 7, 37281 Wanfried, haraldunduli@web.de (Berufliche Schulen des Werra-Meißner-Kreises in Eschwege)