



DAS RADONPROJEKT

BILDUNG DURCH NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHT

Maria Magdalena Schäffer

Bundesgymnasium und Bundesrealgymnasium Baden

WIEN 2003

INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRACT	4
1 DIE DURCHFÜHRUNG DES PROJEKTS	5
1.1 Entstehung und Rahmenbedingungen.....	5
1.2 Bildungs- und Lernziele.....	6
1.3 Der Projektablauf	7
2 INHALTSAUSWAHL UND UNTERRICHTSMETHODEN	10
2.1 Die Inhaltsauswahl.....	10
2.2 Unterrichtsmethoden.....	16
2.3 Projektartiger Unterricht	17
3 EVALUATION	21
3.1 Naturwissenschaftliche Grundbildung aus der Sicht der Schüler/-innen	21
3.1.1 Themen- und Methodenauswahl.....	22
3.1.2 Physikalisches Grundwissen.....	28
3.2 Das Radonprojekt aus der Sicht der Schüler/-innen	31
3.3 Beurteilung der Leistungen	34
3.3 Conclusio	36
4 ANHANG	38
4.1 Das Radonprojekt aus der Sicht der Schüler/-innen – Auswertung der Befragung	38
4.2 Fragestellungen zum Transfer	46

4.3	Kompetenzen.....	47
4.4	Unterrichtsprojekte.....	51
5	LITERATUR.....	56

ABSTRACT

Der Physikunterricht in der Allgemeinbildenden Höheren Schule soll möglichst umfassend zu höherer Allgemeinbildung beitragen. Anhand des Radonprojekts wird untersucht, wie durch projektartigen Unterricht, der sich an den inhaltlichen und methodischen Leitlinien des Schwerpunktprogramms S1 von IMST² orientiert, sowohl Sachkompetenz und Methodenkompetenz als auch Sozialkompetenz und Selbstkompetenz entwickelt wird.

Als übergeordnete Ziele standen bei der Konzeption des Projekts im Vordergrund:

- *Erwerb von Fachwissen*
- *Eigenständiges Arbeiten*
- *Arbeiten in Teams*
- *Kommunikation auf naturwissenschaftlicher Ebene*
- *Umgang mit aktueller Informationstechnik und Medien*

Nach den Aussagen der Schüler/-innen in der schriftlichen Befragung zur Akzeptanz und zur Effizienz des Projekts wurden wesentliche Bildungsziele in hohem Ausmaß erreicht.

Innerhalb der Evaluationsphase sollten Schüler/-innen auf zwei verschiedenen Ebenen physikalischer Bildung zu Fragen nach der bildenden Wirkung des Physikunterrichts Stellung nehmen: Sie sollten das Naturwissenschaftliche Grundbildungskonzept von S1 beurteilen und sie wurden mit einem Aushandlungsprozess über Grundwissensinhalte konfrontiert.

Die Autorin argumentiert aus dem Blickwinkel der Physik. Die bildungsrelevanten Überlegungen gelten jedoch für den gesamten naturwissenschaftlichen Bereich.

1 DIE DURCHFÜHRUNG DES PROJEKTS

Das Projekt wurde aufbauend auf der Grundlage elementarer Kenntnisse der Schüler/-innen über Radioaktivität konzipiert. Zur Vermittlung von physikalischen Basiskonzepten und von fundamentalen Kenntnissen (Atommodelle, radioaktiver Zerfall, Zerfallsreihen, Messgrößen und deren Einheiten,...) ist grundsätzlich vor allem die Methode des ‚bedeutungsvollen rezeptiven Lernens‘¹ bzw. des ‚Lernens durch Instruktion‘ geeignet. Im Verlauf einer exemplarischen Vertiefung konnte durch selbständigen Transfer des Wissens auf aktuelle Situationen und durch die Konsolidierung¹ von Basiskonzepten naturwissenschaftliche Bildung realisiert werden.

Zunächst möchte ich den Ablauf dieses Vorhabens skizzieren. Im zweiten Kapitel werden dann die Inhaltsauswahl und die Methodik begründet.

1.1 Entstehung und Rahmenbedingungen

Zu Beginn des Schuljahres 2002/2003 übernahm ich eine sechste Klasse des Gymnasiums in Physik, die ich während dieses Jahres mit drei Wochenstunden² und in den beiden folgenden Jahren mit je zwei Wochenstunden, also insgesamt mit sieben Wochenstunden unterrichten kann. Traditionell ist der Stellenwert des Physikunterrichts in der gymnasialen Oberstufenform an der Schule nicht sehr hoch. Es gibt keine ausgeprägten naturwissenschaftlichen Schwerpunkte, Priorität hat vor allem die sprachliche Ausbildung. Obwohl ich geisteswissenschaftlicher, ethischer und kreativer Bildung in der Schule einen hohen Stellenwert zuzuschreiben bin, bin ich ebenso von der naturwissenschaftlichen Dimension unseres Denkens und Handelns überzeugt: Eine umfassende und ausgewogene naturwissenschaftliche Bildung muss auch im gymnasialen Zweig einen gebührenden Platz im Verlauf höherer Allgemeinbildung haben! Als meinen persönlichen Beitrag versuche ich das Interesse der Jugend an der Physik zu generieren und zu erhalten.

Mit meiner sechsten Klasse betrat ich also ‚physikalisches Neuland‘. Wie sollte es bestellt werden, um gute Früchte zu ernten? Die Erfahrung früherer Jahre lehrte mich, dass zu Beginn des Physikunterrichts bei den meisten Schüler/-innen durchaus Interesse, verbunden mit einer gewissen Erwartung, vorhanden sind. Wenn dieses Interesse stets mit konventionellem Frontalunterricht beantwortet wird, sinkt es bei der Mehrheit der Schüler/-innen im besten Falle linear mit der verstrichenen Unterrichtszeit – auch wenn im Rahmen dieser Unterrichtsform Fachinhalte und deren Abfolge gut aufbereitet und durch Vorzeigeeexperimente begründet werden. Physikalische Bildung wird dann nicht selten auf das Auswendiglernen bestimmter

¹ Siehe dazu: Maria-Magdalena Schäffer: ‚Lernen durch grundlegende Unterrichtsmethoden‘ www.allgemeinbildungs.net

² Infolge einer - nach allgemeiner Übereinstimmung unter Pädagogen – ungerechtfertigten, drastischen Beschneidung von Zeitressourcen und somit von schulischen Gestaltungsmöglichkeiten und Freiräumen stehen für die sechste Klasse ab sofort nur mehr zwei Wochenstunden ‚Physik‘ zur Verfügung.

Inhalte für übliche Leistungsfeststellungen reduziert. Nach verschiedenen eigenen Ansätzen zur Verbesserung der unbefriedigenden Situation des Physikunterrichts und mit Hilfe von Anregungen aus verschiedensten fachdidaktischen Veranstaltungen versuche ich den Weg einer prinzipiellen Mitgestaltung der Schüler/-innen an ihrer physikalischen Bildung. Die anzustrebende aktive Auseinandersetzung der Schüler/-innen mit Inhalten sowie geeignete Reflexionsprozesse über Lernmethoden und über ihre physikalische Bildung haben konstruktivistische Merkmale.

Im Rahmen meiner Beteiligung an der Grundbildungsdiskussion innerhalb des Schwerpunktprogramms S1 von IMST² besuchte ich zu Beginn des Arbeitsjahres 2002/2003 den Workshop von S1. Im Verlauf dieser Veranstaltung entwickelte ich Ideen zur Umsetzung meiner Grundbildungsziele bei einer projektartigen Weiterbearbeitung des gerade in der sechsten Klasse aktuellen Unterrichtsthemas 'Radioaktivität'. Ein erstes Konzept entstand nach (teils informellen abendfüllenden) Gesprächen mit S1-Teammitgliedern, wofür ihnen Dank gebührt.

1.2 Bildungs- und Lernziele

Die folgenden übergeordneten Ziele standen bei der Konzeption des Projekts im Vordergrund:

- Erwerb von Fachwissen
- Eigenständiges Arbeiten
- Arbeiten in Teams
- Kommunikation auf naturwissenschaftlicher Ebene
- Umgang mit aktueller Informationstechnik und Medien

Die Schüler/-innen sollten im Verlauf ihrer Arbeit:

- Physikalisches und auch medizinisches Grundwissen innerhalb der Themenbereiche ‚Radioaktive Stoffe‘, ‚Belastung des Menschen durch radioaktive Stoffe, besonders durch Radon‘ und ‚Maßnahmen gegen radioaktive Strahlenbelastung‘ erhalten und festigen
- Dazu geeignete Information beschaffen, diese bewerten, strukturieren und zusammenfassen
- Naturwissenschaftlich handeln: Aussagen durch Messungen überprüfen, Messergebnisse bewerten, über den Messvorgang und optionale Messmethoden reflektieren, weitere Fragestellungen erkennen, die sich aus primären Handeln ergeben
- Gewonnene Erkenntnisse und Wissen zur Bewertung geeigneter Schutzmaßnahmen verwenden sowie zu einer situativ möglichen Verbesserung eigener und fremder Lebensumstände anwenden

- Naturwissenschaftliche Inhalte auf einem für interessierte Laien verständlichen Niveau in einem elektronischen Medium darstellen
- Eigenständige Arbeiten kritisch verteidigen

1.3 Der Projektablauf

November 2002

Erhebung der prinzipiellen Bereitschaft der Klasse zu einer Vertiefung im Stoffgebiet 'Radioaktivität' und der Interessen für die Radonproblematik.

Dezember 2002 bis Jänner 2003

Sensibilisierung der Schüler/-innen durch einen populärwissenschaftlichen Artikel über die Radonproblematik [*Das radioaktive Gas Radon ist ein allgegenwärtiger Schadstoff und liefert den Hauptbeitrag zur natürlichen Strahlenbelastung der Bevölkerung. Radon gilt nach dem Rauchen als die häufigste Ursache für Lungenkrebs und steht noch vor dem Passivrauchen. Allein für Österreich und Deutschland wird die Zahl der Todesfälle auf Grund einer zu hohen Radonbelastung auf 5.500–7.500 pro Jahr (5–15% aller Lungenkrebsfälle) geschätzt. Zu bedenken ist auch, dass Radon gerade für das junge Lungengewebe von Kindern eine besondere Gefahr darstellt. Um eine Gefährdung durch Radon zu vermeiden, sollten die von den EU-Gesundheitsminister/innen empfohlenen Richtwerte in Wohnräumen, aber auch am Arbeitsplatz nicht überschritten werden: Planungsrichtwert: 5,4 pCi/l bzw. 200 Bq/m³ für Neubauten, Eingreifrichtwert: 10,8 pCi/l bzw. 400 Bq/m³ für bestehende Gebäude.*], wobei an das in den Schüler/-innen reifende Wertesystem hinsichtlich 'Gesundheit', 'Sozialer Verantwortung', 'Hilfsbereitschaft',...angeknüpft wurde.

Im Klassenverband (parallel zum fortlaufenden Unterricht nach Lehrplan):

Besprechung der Projektinhalte, grundsätzlicher Arbeitsmethoden und der Projektziele.

Klärung, welche geeigneten Messmethoden für das Projekt in Frage kämen, bzw. wer Messgeräte ohne finanziellen Aufwand bereitstellen würde. Nach einigem Suchen konnte ich eine Innsbrucker Firma motivieren, das Projekt zu unterstützen. Zu unserer Freude war der engagierte Geschäftsführer nicht nur bereit, drei Messgeräte für eine längere Zeit zur Verfügung zu stellen, sondern bot auch aufgrund seiner Kenntnisse weitere Hilfestellungen an. Im Rahmen eines Sponsoringabkommens wird unser Dank an die namentlich genannte Firma und die Verwendung der Messgeräte publiziert werden.

Freie Teambildung (drei Viererteams, ein Fünferenteam) nach persönlichen Präferenzen zur vertiefenden Bearbeitung der vier Projektteile:

- Was ist Radon? Woher kommt Radon? (Vertiefende physikalische und geophysikalische Aspekte)

- Belastung des menschlichen Organismus durch Radon (Medizinische Aspekte der Wirkung radioaktiver Strahlung auf den menschlichen Organismus unter besonderer Berücksichtigung der Radonfolgeprodukte)
- Radonmessung. Einschätzung der Radonbelastung (vor allem messtechnische Aspekte)
- Maßnahmen gegen eine Radonbelastung. Potentielle radioaktive Belastungsquellen in relevanten Aufenthaltsbereiche (Praktische und umwelttechnische Aspekte)

Februar bis Mai 2003

Einzelne Schüler/-innen erhielten für je vier Wochen ein Messgerät, um in Privathäusern und öffentlichen Gebäuden (Schulen, Kindergärten) die Radonkonzentration in verschiedenen Räumen zu messen. Die Wahl dieser kurzen Messzeiträume gestattete einerseits die Beteiligung möglichst vieler Schüler/-innen an der Durchführung der Messreihen und gewährleistete andererseits noch eine Aussagekraft der Ergebnisse im Rahmen von Langzeitmessungen. Der Wechsel der Jahreszeiten erwies sich hinsichtlich der Untersuchung einer dadurch bedingten Änderung der Radonkonzentration als günstig. Die Schüler/-innen mussten sich mit dem Messvorgang selbst und mit typischen Fragestellungen auseinandersetzen: Physikalische Grundlagen des Messgerätes und Aussagekraft der Daten, Handhabung des Messgerätes um sinnvolle Daten zu erhalten, Sinnhaftigkeit von Kurzzeit- und Langzeitmessungen, Vergleich der Daten untereinander und mit wissenschaftlich publizierten Daten (ÖNRAP).

Gleichzeitig begannen die Teams sich in die jeweiligen Themenkreise außerhalb der Unterrichtszeit einzuarbeiten. Zur Informationsbeschaffung wurde hauptsächlich das Internet herangezogen. Es war für die Schüler/-innen relativ schwierig, aus der Informationsfülle, die oft in verschiedensten Kontexten auf sehr verschiedenem Niveau von punktuellen Kommentaren bis zu umfangreichen wissenschaftlichen Publikationen vorlag, für die eigene Arbeit relevante Inhalte herauszuschälen. Dieser Umstand und offene Fragen bei Messungen bewirkten eine rege Kommunikation zwischen den Schüler/-innen und mir, die vielfach ebenfalls außerhalb des Physikunterrichts stattfand.

Mai 2003

Zur Konzeption der Homepage, zur Gestaltung der einzelnen Seiten, welche die Teams bereits selbstständig außerhalb der Unterrichtszeit vorgefertigt hatten und zum gegenseitigen Austausch wurde während dreier Unterrichtseinheiten gemeinsam im Informatiksaal gearbeitet. Obwohl die Schüler/-innen Grundkenntnisse für die Verwendung der üblichen Text- und Bildbearbeitungsprogramme und für das Internet hatten, konnte ich doch mit nützlichen Tipps zur Optimierung ihrer Arbeiten beitragen. Wesentlicher Unterstützung bedurften die Teams bei der Frage, welche Inhalte für eine kurze und doch informative Darstellung auf populärwissenschaftlichen Niveau wichtig und welche nicht geeignet waren. Außerdem sollten die Darstellungen eigenständig und fachlich korrekt formuliert werden, also keine Kopien von Fremdinhalten sein. Überarbeitungen der einzelnen Teambeiträge, die teilweise mehrmals erfolgten,

wurden dann wieder außerhalb der Unterrichtszeit selbstständig durchgeführt und anschließend mit mir besprochen.

Die Teams erhielten von mir jeweils drei Fragestellungen zur eigenen Einschätzung und zu meiner Bewertung ihrer Fähigkeit, Wissen zu transferieren. Die während des aktuellen Lernstadiums anspruchsvollen Fragen waren so konzipiert, dass sie mit Hilfe des bereits erworbenen Wissens und eventuell benötigter Zusatzinformationen durch logisches Denken zu beantworten waren. Die Beantwortung sollte etwa im Umfang von einer bis zwei A4-Seiten erfolgen. Ohne auf nähere Details zu den Beantwortungen der Schüler/-innen einzugehen, wurden von den Teams sehr gute bis zufriedenstellende Ergebnisse erbracht.

Juni 2003

Ein wichtiges Anliegen war es mir, die Schüler/-innen mit Fragen und Konzepten naturwissenschaftlicher Bildung zu konfrontieren. Nach einer kurzen Einführung in die Thematik sollten sie über Kriterien zur Inhaltsauswahl und über geeignete Unterrichtsmethoden urteilen. Zur Bewertung der schriftlichen Fragen³ mit kurzen Begründungen stand den Schüler/-innen fast eine volle Unterrichtseinheit zur Verfügung, wobei diese Zeit durchwegs auch in Anspruch genommen wurde. Weiters sollten sie während der nächsten Unterrichtseinheit über die persönliche Wichtigkeit bestimmter Fachinhalte befinden. Die Befragungen wurden zum Zweck des Vergleichs in zwei siebenten Klassen des Realgymnasiums, die bereits ab der fünften Klasse Physikunterricht hatten, durchgeführt.

Nachdem die Teams die Bearbeitung ihrer Homepage-Seiten abgeschlossen hatten, trat ich als ‚kritische Expertin‘ auf. Am ‚runden Tisch‘ musste jedes Team sein Ergebnis mir gegenüber vor ‚Publikum‘ (Klassengemeinschaft) verteidigen. Dieses anspruchsvolle Vorhaben wurde aus Gründen der Vergleichbarkeit innerhalb einer verlängerten Unterrichtseinheit bewältigt. Ich versuchte möglichst kritische, im journalistischen Sinn offen legende Fragen zu finden, die auf Begründungen, nähere Erläuterungen, Rechtfertigungen von Inhalten und dergleichen abzielten. Jedes Teammitglied konnte (unter Einhaltung von Grundregeln bei solcher Kommunikation) frei und spontan zur gestellten Frage Stellung nehmen, um die pro Team zur Verfügung stehenden Zeit optimal auszunützen. Zu meiner Überraschung lieferten auch Schüler/-innen, die sich aus meiner Sicht eher zurückhaltend an der Informationsbearbeitung ihrer Gruppe beteiligt hatten, qualifizierte Antworten.

Im Verlauf des Projekts sprach ich mehrmals mit den Schüler/-innen über meine Wertung verschiedenartiger Leistungen. Das von mir entworfene Beurteilungsschema⁴ wurde nun zur Diskussion gestellt und auf Wunsch von Schüler/-innen etwas abgeändert. Für die Eigenvergabe von Punkten sollte nicht von einem festen Punktevorrat pro Team ausgegangen werden, sondern jedes Mitglied sollte nach teaminterner Übereinkunft eine gewisse Punktezahl von Null bis zu einem von mir festgesetzten Maximum erhalten. Zuletzt wurde die Projektbeurteilung als wichtiger Beitrag in die Jahresbeurteilung eingebunden und den Schüler/-innen begründet.

³ Siehe auch: 3.1 Naturwissenschaftliche Grundbildung aus der Sicht der Schüler/-innen, Seite 21

⁴ Siehe auch: 3.3 Beurteilung von Leistungen, Seite 34

2 INHALTSAUSWAHL UND UNTERRICHTSMETHODEN

Im Rahmen eines zeitgemäßen Allgemeinbildungskonzepts müssen die einzelnen Fächer ihre Beiträge zu höherer Allgemeinbildung prüfen, bewerten und auswählen. Höhere Allgemeinbildung kann zusammenfassend durch die Entwicklung von Sachkompetenz, Methodenkompetenz, Sozialkompetenz und Selbstkompetenz charakterisiert werden.⁵ Die Beiträge der Naturwissenschaften bestehen in der fachspezifischen Ausprägung dieser Basiskompetenzen und gewisser Teilkompetenzen, wie etwa epistemologische Kompetenz, kommunikative Kompetenz oder ethisch-moralische Kompetenz.

Zur Realisierung nachhaltiger naturwissenschaftlicher Bildung wurden im Rahmen des Schwerpunktprogramms S1 (Naturwissenschaftliche Grundbildung) von IMST² Leitlinien für die Auswahl geeigneter Lerninhalte und Unterrichtsmethoden entworfen. Die Frage ‚was‘ soll ‚warum‘ gelernt werden führt zu den inhaltlichen Leitlinien:

Alltagsbewältigung
Gesellschaftsrelevanz
Wissenschaftsverständnis
Weltverständnis
Kulturelles Erbe
Berufliche Orientierung und Studierfähigkeit

Zur Beantwortung der Frage ‚wie‘ soll gelernt werden und ‚warum gerade so‘ dienen die Leitlinien für die Methodenwahl:

An Voraussetzungen der Schüler/-innen anknüpfen
An authentischen Problemen und anwendungsbezogen lernen
Erfahrungsgelernt lernen
Mit instruktionaler Unterstützung lernen
Wissen in verschiedenen Kontexten anwenden lernen
In sozialem Umfeld lernen.

2.1 Die Inhaltsauswahl

Die anspruchsvolle Aufgabe der Auswahl konkreter Lerninhalte nach effizienten Bildungskriterien aus vorgegebenen Lehrplänen liegt nun in der Hand der Lehrkraft.

Die bildende Wirkung von Lerninhalten steigt mit der Anzahl der tatsächlich erfüllten Kriterien. Die Bearbeitung der Radonthematik wurde so konzipiert, dass der Bildungsbeitrag des Unterrichtsprojekts hauptsächlich durch die Kriterien

⁵ Siehe dazu: Maria-Magdalena Schäffer: ‚Höhere Allgemeinbildung‘, www.allgemeinbildungs.net und ‚Allgemeinbildung? Ja! Natürlich‘ in: ‚Jahresbericht des Bundesgymnasiums und Bundesrealgymnasiums Baden, Biondekgasse‘, Juni 2002.

‚Alltagsbewältigung‘, ‚Gesellschaftsrelevanz‘ und ‚Wissenschaftsverständnis‘ realisiert wird.⁶

Alltagsbewältigung

Aussagen zur Bedeutung naturwissenschaftlichen Wissens und Fertigkeiten für die individuelle Alltagsbewältigung findet man in Übereinstimmung mit der öffentlichen Meinung⁷ in den verschiedensten Untersuchungen, Stellungnahmen und Grundsatzpapieren. Konsequenterweise wird ein naturwissenschaftlicher Unterricht mit lebenspraktischen Inhalten gefordert. Soll durch die Realisierung dieser Forderung die Akzeptanz des Physikunterrichts unter den Schüler/-innen verbessert werden, bedarf es differenzierterer Überlegungen.

Auch unter Schüler/-innen hat Physik eine relativ hohe objektiv eingeschätzte Wichtigkeit. Mit zunehmendem Alter wird diese stetig höher eingeschätzt. Im Gegensatz dazu sinkt die Beliebtheit (der persönliche Bezug) des Faches mit zunehmendem Alter. Der Physikdidaktiker Heinz Muckenfuß interpretiert diese Unbeliebtheit als Folge einer subjektiv empfundenen, demotivierenden Inkompetenz: *‚Wer im Bewusstsein lebt, dass dieses Fach für jede/n von Bedeutung ist, und jede/r etwas davon verstehen sollte, an sich selbst aber die Erfahrung gemacht hat, dieser Anforderung nicht gewachsen zu sein (‚schwierig‘, ‚abstrakt‘), der wird die subjektiv anerkannten Ansprüche des Faches an jedermann als persönliches Versagen interpretieren müssen.‘*⁸ Nach eigenen Untersuchungen erkannte Muckenfuß eine geringfügige durchschnittliche Zunahme der Beliebtheit in einer Schulstufe, wo hauptsächlich Inhalte mit hoher lebenspraktischer Bedeutung im Sinne praktischer Verfügbarkeit (z.B. Wärmetransport, Funktionsweise von Elektrogeräten u.ä.) unterrichtet werden. Die Zunahme ließ sich vor allem als Interessenszunahme unter den motivierten Schülern (fast nur Knaben) interpretieren. Inhalte mit praktisch verwertbaren ‚Verfügungswissen‘ (instrumentelles Wissen: Fakten, Gesetze, Konzepte.../ Beherrschung fachlicher Methoden und fachspezifischer Arbeitstechniken...) sprechen wiederum nur die Schüler und wenige Schülerinnen an, für die Physik zu den beliebten Fächern gehört.

Für die relativ hohe Anzahl der Unmotivierten (Physik ist ein ungeliebtes Fach) führten nicht Kriterien wie ‚praktisch-instrumentelle Verwertbarkeit‘ oder unmittelbarer ‚Gebrauchswert‘ von Kenntnissen zu Interesse, sondern eher alltagsrelevantes Wissen, das zu einer subjektiven, existenziellen Orientierung in der natürlichen und in der durch Naturwissenschaften veränderten Umwelt führt. Dieses so genannte ‚Orientierungswissen‘ beinhaltet in weiterer Folge ein allgemeines Verständnis der Natur, Interpretationsfähigkeit, Urteilsfähigkeit, die kritische Stellungnahme zu naturwissenschaftlichen Fragen und Problemen usw.

⁶ Im Rahmen der schriftlichen Befragungen wurden diese drei Bildungskriterien für die Inhaltsauswahl von den Schüler/-innen als ‚sehr wichtig‘ bis ‚wichtig‘ eingeschätzt. Am wichtigsten war nach Meinung der Schüler/-innen eine Alltagsrelevanz.

⁷ z.B. in Millar R.: ‚Designing a curriculum for public understanding of science‘, 1996

⁸ Heinz Muckenfuß: ‚Orientierungswissen und Verfügungswissen. Zur Ablehnung des Physikunterrichts durch die Mädchen‘ In: Naturwissenschaften im Unterricht, Physik. 7/1996 Heft 31

Inhalte mit Orientierungsfunktion sind aber auch für die motivierten Schüler/-innen interessant⁹.

Diese Tendenz zur Akzeptanz von alltagsrelevanten Orientierungswissen gegenüber reserviertem Interesse an alltagsrelevanten Verfügungswissen ist in Übereinstimmung mit den genannten Untersuchungen auch an den Ergebnissen meiner Befragung zu Grundwissensinhalten [Abschnitt 3.1.2, Seite 28] deutlich feststellbar (z.B. Kenntnis verschiedener radioaktiver Strahlungsquellen: Bewertungsfaktor 2,43 ; Geiger-Müller-Zählrohr: Bewertungsfaktor 1,46 ; Bewertungsfaktoren von 0 bis 3; 0 entspricht Ablehnung, 3 entspricht Akzeptanz).

Die Bedeutung alltagsrelevanter Inhalte für die Akzeptanz des Physikunterrichts steht prinzipiell außer Zweifel – entscheidend sind offenbar die Art und auch die Qualität der Alltagsrelevanz.

Das Radonprojekt orientiert sich an authentischen Fragestellungen aus dem Alltag und an Umweltfragen. Es ermöglicht den Schüler/-innen, sich neben elementarem praktisch verwertbarem Verfügungswissen (z.B. Kenntnisse über das Messen) umfangreiches Orientierungswissen anzueignen: Wie ist die Radonbelastung einzuschätzen? Wie kann ich die natürliche Strahlungsbelastung in meiner Umgebung möglichst aussagekräftig erfassen? Wie schadet Radon meiner Gesundheit? Was kann ich gegen die Radonbelastung unternehmen? Wie gehe ich mit Information um? Welches Wissen sollte ich auf welche Art weitergeben? Welches Wissen benötige ich zum Verständnis von Fachliteratur? usw.

Höhere Allgemeinbildung fördert in der Regel eine Sensibilität für Umweltthemen. Fragen bezüglich radioaktiver Strahlenbelastung haben dann essenziellen Charakter. Das Verständnis radioaktiver Prozesse sowie grundlegende Kenntnisse über Messmethoden erlauben eine Abschätzung der Gefährdung des Körpers durch Bestrahlung. Auf der Basis eines Grundwissens über Radioaktivität können je nach persönlicher Präferenz Vertiefungen erfolgen: Quellen natürlicher Strahlenbelastung, Organschädigung, Radonmessmethoden im Wohnbereich, Bewertung von Maßnahmen gegen die Radonbelastung usw. Die Schüler/-innen werden zu praktischer Arbeit (Messungen, Weitergabe von Wissen und Information...) und zu potentiell oder – je nach Gefahrensituation – auch zu konkretem Handeln befähigt. Neben grundlegendem Wissen werden auch spezielles Wissen und gewisse naturwissenschaftliche Fähigkeiten, wie etwa eine Sensibilität bei Messvorgängen und der richtige Umgang mit Messgeräten erworben. Spezielle alltagsrelevante Kenntnisse, die jetzt durch eigenständige Projektarbeit erworben wurden, sind im späteren Leben zwar nicht präsent, jedoch im Bedarfsfall für den Betroffenen kurzfristig, gleichsam wie aus einer Schublade, verfügbar.

Gesellschaftsrelevanz

„Mit den Begriffen 'Allgemeinbildung' und 'allgemeine Bildung'.... werden... alle Anstrengungen einer Gesellschaft, Kultur oder Nation zusammenfassend bezeichnet,

⁹ Siehe dazu: Gerd Bäuerle: ‚Erhebung zu Wirkungen des Physikunterrichts an der Realschule.‘ Pädagogische Hochschule Weingarten, 1994

die sich darauf richten, durch gesellschaftliche Institutionen in der heranwachsenden Generation diejenigen Kenntnisse und Fähigkeiten, Einstellungen und Haltungen zu verbreiten, deren Beherrschung historisch jeweils als notwendig und unentbehrlich gilt.¹⁰ Wenn ich an diese Sicht von Allgemeinbildung anknüpfe, sehe ich zwei grundsätzliche Ebenen gesellschaftsrelevanter Rechtfertigung von naturwissenschaftlicher Grundbildung (die wesentlicher Bestandteil von Allgemeinbildung ist).

- Die '**soziale Ebene**', auf der eine Kommunikation zwischen hochentwickelten Wissenschaftsdisziplinen und der Allgemeinheit im Interesse der Gesellschaft zu deren demokratischer und konstruktiver Weiterentwicklung ermöglicht wird.
- Die '**konservative Ebene**', auf der grundlegendes naturwissenschaftliches Wissen, Kompetenzen, Denkweisen und Einstellungen im Interesse der Gesellschaft zu deren kontinuierlicher Weiterentwicklung tradiert werden.

Viele, meist sensible, Umweltfragen sind heutzutage wegen der jeweiligen Betroffenheit umfangreicher Personenkreise oder/und aufgrund ihrer weit verbreiteten Darstellung in Medien im öffentlichen Bewusstsein präsent – so auch das Thema 'Belastung durch Radioaktivität'. Ein positiver Effekt dieser Präsenz ist eine gewisse Kontrollmöglichkeit der Öffentlichkeit über Institutionen und Behörden hinsichtlich deren Manipulation mit radioaktiven Belastungsquellen und deren Sorgfalt für die öffentliche Sicherheit. Negativ ist das Entstehen von unbegründeten Umweltängsten und von irrationalen Spekulationen zu bewerten. Zur qualifizierten Auseinandersetzung mit Umweltfragen, speziell mit jenen nach den natürlichen radioaktiven Belastungsquellen, ist Grundbildung im Bereich dieser Thematik erforderlich. Diese Grundbildung findet somit auf der 'sozialen Ebene' ihre Begründung und Rechtfertigung. Die Schüler/-innen werden mit ihrem Grundwissen und durch ihre Kompetenzen, die sie bei der Analyse und vertieften Bearbeitung der präsenten Problematik 'Radioaktivität – Radon' erworben haben, zumindest zu drei sozialen Haltungen befähigt:

- Aufbau einer eigenen sachlich begründbaren Meinung. Ein auf Wissen basierender und rational vertretbarer Standpunkt ist ein konstruktiver Beitrag sowohl für informelle Gespräche im kleinen Kreis als auch für kommunale Diskussionen und sollte unabdingbare Voraussetzung für demokratische Auswahlprozesse sein.
- Grundsätzliche Information und Aufklärung von Personen, die nicht oder nicht ausreichend über das notwendige Wissen bezüglich des Umweltproblems verfügen.
- Bereitschaft zum eigenen Handeln. Am Beginn jeder Lösung von Umweltfragen steht der persönliche Beitrag des Individuums, sei es durch aktive Mitarbeit bei der Problembehebung oder durch aktive Einforderung von Handeln seitens der öffentlichen Verwaltung.

¹⁰ H.-E. Tenorth, in: 'Alles zu lehren — Möglichkeiten und Perspektiven Allgemeiner Bildung.' , Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1994

Wohl auf beiden Ebenen gesellschaftsrelevant ist ein Unterrichtsthema, wenn die Schüler/-innen zur kritischen Auseinandersetzung mit Expertisen (speziellen oder höheren fachspezifischen Erkenntnissen) befähigt werden. Im Hintergrund steht als Ziel höherer Allgemeinbildung die Heranbildung einer Gesellschaftsschicht, die mit 'Experten' und mit der 'Allgemeinheit' kommunizieren kann – also als gesellschaftliches Bindeglied zwischen 'Produzenten' und 'Konsumenten' von Wissen, zwischen 'Erkenntnis' und 'Anwendung' fungiert. Diese Kommunikationsfähigkeit wird vielfach konkret wirksam: Als Entscheidungsträger in Bereichen der Verwaltung, der Politik, der Juristik, sind AHS-Absolvent/-innen auf Expertenaussagen angewiesen, die sie auswählen und beurteilen müssen. Weiters können kommunale Aufgaben im direkten Austausch mit Experten gelöst werden. Dazu zitiere ich folgende Aussage, die bei der Beschreibung österreichischer Nachhaltigkeitsprojekte und -initiativen zu finden ist: *„Neu ist im Zusammenhang mit Nachhaltigkeitsprojekten, dass immer häufiger eine direkte Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis in gemeinsamen Projekten gesucht wird. Von Praktikern wird nicht mehr nur auf wissenschaftliche Ergebnisse zurückgegriffen, sondern gemeinsam mit Wissenschaftlern wird an der Adaptierung und Gestaltung von Know-how für die spezifische lokale Situation gearbeitet.“*¹¹

Wissenschaftsverständnis

Ein angemessener Erwerb von epistemischen Wissen und damit verbunden eine altersadäquate fachbezogene Wissenschaftspropädeutik sind meines Erachtens tragende Säulen naturwissenschaftlicher Bildung der AHS. Epistemisches Wissen umfasst die Grundlagen und zweckfreies Wissen einer Disziplin und versucht ein in sich geschlossenes Gesamtbild des Wissensbereichs zu entwerfen. Auf der Basis von epistemischem Wissen kann Orientierungswissen für persönlich relevante oder gesellschaftsrelevante Fragen aufgebaut werden. Wissenschaftspropädeutik gewährt der Schülerin / dem Schüler eine Einsicht in die Ziele, Verfahren, Ergebnisse und Grenzen physikalischer und darüber hinaus naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung – beginnend bei der Einübung elementarer physikalischer Arbeitsweisen bis zur Reflexion und Relativierung von Verfahren und Ergebnissen. Zur Betonung der grundlegenden Bedeutung des epistemischen Wissens eine Aussage aus einem Grundsatzpapier des deutschen Fördervereins für mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht: *„Primäres Bildungsziel ist die Befähigung der Lernenden zur Erschließung ihrer natürlichen und technischen Umwelt in einer naturwissenschaftlichen Perspektive.“*¹²

Im Verlauf des Radonprojekts wurde, aufbauend auf dem Grundwissen der Schüler/-innen über Radioaktivität, eine Aussage über das natürliche Umweltproblem Radon

¹¹Siehe dazu: Nachhaltigkeits-Taten-Bank des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft, <http://taten.municipia.at>

¹² ‚Naturwissenschaftlicher Unterricht im Kontext Allgemeiner Bildung‘ / Arbeitsgemeinschaft ‚Allgemeinbildung‘ im Landesverband Bremen des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (MNU)

als Ausgangspunkt einer Bearbeitung dieser Thematik im Sinne der 'Naturwissenschaftlichen Methode' gewählt: Aussage → Suche nach Möglichkeiten der Überprüfung → Messvorgang unter Beachtung relevanter Rahmenbedingungen → Vergleich von Messergebnissen → Reflexion der konkreten Durchführung und optionaler Vorgangsweisen → Verwertung der Ergebnisse.

Innerhalb des zweiten Projektschwerpunktes wurde von den Schüler/-innen die Bearbeitung von Information eingeübt: Suchen von Information zur Vertiefung → Beurteilung ihrer Relevanz, Bewertung ihres Aussagegehalts → Strukturierung → Interpretation, Einbau in eigene Konzepte

- a) Verwertung der Kenntnisse zur Beantwortung neu gestellter (Verständnis-) Fragen eventuell auch mit zusätzlicher Informationssuche
- b) mediengerechte Aufbereitung von Arbeitsergebnissen und destillierter Information zu verständlicher Information für eine bestimmte Zielgruppe (z.B. für die Ortsbevölkerung), Beachtung rechtlicher Aspekte bei Publikationen
- c) Präsentation der Zusammenfassung der einzelnen Teamarbeiten im Plenum (Klassenverband), Verteidigung der einzelnen Teamarbeiten durch die Teammitglieder gegenüber 'kritischen Experten' (Fachlehrkraft), Diskussion einzelner Teamarbeiten im Plenum.

Die Bearbeitung und der Umgang mit Fachinformationen leisten ebenso wie physikalisches Arbeiten im engeren Sinn Beiträge zum Wissenschaftsverständnis der Schüler/-innen. Auf der Basis von Grundwissen (Radioaktivität) und elementarer physikalischer Modelle (z.B. 'Verhalten von Gasen') sollte die Schülerin/der Schüler mit Hilfe spezifischer Information in der Lage sein, aus einem möglichst großen Spektrum weitergehende Fragestellungen (z.B. 'Verschiedene Radonbelastung in benachbarten Häusern' / 'Wie schädigt Radon die Lunge ?') zu verstehen und zu beantworten.

Die praktischen Grenzen naturwissenschaftlicher Aussagen und physikalischer Modelle werden für die Schüler/-innen einsichtig, wenn aufgrund unsicherer oder unzugänglicher Parameter reale komplexe Systeme nur durch aktuelle Messungen (z.B. Das 'Radonhaus') oder durch statistische Erhebungen mit Extrapolation (z.B. Reaktion des menschlichen Organismus auf geringe Strahlungsdosen) erfassbar werden.

Die naturwissenschaftliche Kommunikation ist in eine eigene Sprachkultur eingebettet. Speziell die Physik verwendet eine präzise, in hohem Maß interpretierte Sprache mit spezifischem Vokabular. Die situative Verwendung von Fachsprache, etwa zur Beschreibung komplexer Sachverhalte, gehört zum Methodeninventar der Naturwissenschaften. Eine sinnvolle Nutzung naturwissenschaftlicher Fachsprachen der einzelnen Fächer bedarf einer für Schüler/-innen oft schwierigen Klärung der Bedeutung von Fachausdrücken (z.B. 'Dosis' in verschiedenem Kontext). Zur Erschließung schriftlicher Information und zur Kommunikation mit der 'Allgemeinheit' benötigen die Schüler/-innen Methoden und Fertigkeiten der Muttersprache oder einer Fremdsprache. Andererseits trägt die typisch naturwissenschaftliche Ausdrucksweise

zur umfassenden Sprachkompetenz bei, so dass auf der kommunikativen Ebene wissenschaftspropädeutische Bildung fächerübergreifend entsteht.

2.2 Unterrichtsmethoden

Versucht man, Erkenntnisse der Lernpsychologie und der Neurodidaktik für das Lehren und Lernen in der höheren Schule zu verwerten, erkennt man die spezifische Bedeutung der methodischen Grundformen des S1-Grundbildungskonzepts für jeweils ein bestimmtes Lernstadium. Das Lernen anhand eines von der Lehrperson ausgewählten Inhalts läuft im Wesentlichen in drei Stadien ab¹³.

Die Lerninitiative: Die Lernenden werden mit einer Thematik so konfrontiert, dass eine Bereitschaft zur aktiven Auseinandersetzung mit den Lerninhalten entsteht. Dazu muss **an Voraussetzungen der Schüler/-innen angeknüpft** werden. Gefühle, Interessen, subjektiv empfundene Bedarfssituationen, Vorerfahrungen und Vorwissen beeinflussen wesentlich die Lernbereitschaft. Weiters soll das **Lernen durch authentische Probleme** initiiert werden. Die Auseinandersetzung mit Problemen und deren Bewältigung ist eine Grundsituation menschlichen Lebens, die Aufforderungscharakter hat. Daher ist die Konfrontation der Lernenden sowohl mit authentischen als auch mit didaktisch aufbereiteten Problemen ein zentraler Aspekt wirklichkeitsnaher Didaktik.

Der Lernprozess: Das eigentliche '*Lernen ist ein selbständig zu vollziehender Akt mit starker Situationsbindung, in dessen Verlauf Inhalte, Fähigkeiten etc. nicht eingearbeitet oder absorbiert, sondern konstruiert werden*'¹⁴. In diesem Sinne trägt das **erfahrungsgeleitete Lernen**, das durch selbstständige, aktive Auseinandersetzung der Lernenden mit Problemen angebahnt wird, sicher zu einer hohen Effizienz des Unterrichts bei. Das erfahrungsgeleitete Lernen hat innerhalb des naturwissenschaftlichen Unterrichts seine Berechtigung, wenn es um den Erwerb bestimmter Kompetenzen und um das kennen Lernen naturwissenschaftlicher Arbeitsmethoden (zur Erlangung wissenschaftspropädeutischer Grundkenntnisse) im Rahmen Höherer Allgemeinbildung und darüber hinaus um die Festigung von naturwissenschaftlichen Basiskonzepten bei eigenständigem Transfer im Rahmen naturwissenschaftlicher Grundbildung geht. Aus fachlich-sachstrukturellen und aus zeitökonomischen Gründen lassen sich jedoch wesentliche Bildungsziele zu naturwissenschaftlichem Sachwissen durch vorwiegend erfahrungsgeleitetes Lernen nicht erreichen.

¹³ Eine ausführliche Untersuchung der Bedeutung gemäßigt-konstruktivistischer Unterrichtsmethoden im Lichte lernpsychologischer und neurodidaktischer Erkenntnisse finden Sie in: Maria-Magdalena Schäffer: ‚Lernen durch grundlegende Unterrichtsmethoden‘, www.allgemeinbildungs.net

¹⁴ Zitat von Ewald Terhart [In: Konstruktivismus und Unterricht. Gibt es einen neuen Ansatz in der Allgemeinen Didaktik? Zeitschrift für Pädagogik 45 (1999)]

Zum Begriff ‚Lernprozess‘: Über den Wahrnehmungsapparat aufgenommene Informationen werden zunächst als Aktivierungen der Neuronen, also als Hirnaktivität, festgehalten. Nach einer subjektiven Selektion (willentlich und/oder emotional) kann ein Destillat an Informationen in Form neu gebildeter und in weiterer Folge verstärkter und damit stabil ausgeprägter Neuronenverbindungen, also als Hirnstruktur, gespeichert werden.

Lernen durch Instruktion hat seine Berechtigung, wenn Bildungsinhalte (Wissen, Methodenkenntnisse, Fertigkeiten) den Schüler/-innen nur mit Hilfe der fachlich und didaktisch ausgebildeten Lehrperson verständlich und nachvollziehbar erschlossen werden können.

Die Konsolidierung des Gelernten: Die Stabilisierung des Gelernten erfolgt durch vielfältige Methoden der Sicherung (Zusammenfassung und Bewertung, Wiederholung von Ergebnissen unter Verwendung verschiedener Darstellungsformen, Systematisierung, zeitliche Strukturierung des Lernens usw.) und durch geeignete Formen des Transfers. Diese Aspekte werden beim **Lernen in verschiedenen Kontexten** berücksichtigt. Das **Lernen in sozialem Umfeld** berücksichtigt und nutzt die in der Schule vorgegebenen Sozialstrukturen für die individuelle Bildung der Schüler/-innen. Soziale Aspekte können für emotionales Befinden beim Lernen und für Motivation eine wesentliche Rolle spielen. Besonders innerhalb des dritten Lernstadiums (Sicherung, Transfer) kann das gemeinsame Arbeiten den Lernerfolg bei gegenseitiger Unterstützung fördern und darüber hinaus Kompetenzen, die im Rahmen zeitgemäßer Bildung als notwendig erachtet werden, entwickeln.

Diese sehr knappe Charakterisierung der grundsätzlichen Unterrichtsmethoden lässt erkennen, dass die Methodenauswahl keine generell optionale Entscheidung ist. Vielmehr hat jede der Methoden, jeweils in spezifischer Ausprägung innerhalb bestimmter Unterrichtssituationen, ihre elementare Bedeutung. Dies gilt besonders für den naturwissenschaftlichen Unterricht.

Eine geschlossene Organisationsform von Unterricht, in der alle grundsätzlichen Unterrichtsmethoden in einem ausgewogenen Verhältnis ein effizientes Lernen und damit die Entwicklung von Kompetenzen ermöglichen, stellt projektartiger Unterricht dar

2.3 Projektartiger Unterricht

Konzeption

In der pädagogischen Literatur findet man eine Fülle differenzierter Definitionen und Beschreibungen von Arbeitsformen, die gemeinhin als 'Projektunterricht' bezeichnet werden. Im Allgemeinen unterscheidet man zwischen drei Abstufungen dieser Arbeitsform¹⁵.

- **Projektunterricht:** Unterrichtsform, die durch Selbstbestimmung und Selbsttätigkeit der Schüler/-innen bestimmt ist. In möglichst hohem Maße bestimmt die Gruppe durch plausibles, selbstständiges Handeln den Weg und löst die gestellte Aufgabe durch fächerübergreifendes Handeln in "natürlicher Umgebung".

¹⁵ Nach: ‚Der Projektunterricht‘, Dozent Dr. Peter Pfriem, Referenten: Marnie Haag, Stefan Freitag, Universität Würzburg, Juli 2000

- **Projektorientierter Fachunterricht:** Unterricht nach den Grundprinzipien des Projektunterrichts, der die Fachgrenzen nicht oder nur unwesentlich überschreitet.
- **Fachbezogenes Unterrichtsprojekt:** Die Grundgedanken des Projektunterrichts sind noch weiter reduziert. Der Lehrer gibt viel vor und steuert Aktionen.

Als Überbegriff der drei Stufen und in der Praxis durchgeführter Mischformen wähle ich den Begriff: **'Projektartiger Unterricht'**.

Wesentlich erscheint mir der gemeinsame Nenner projektartigen Unterrichts: Nicht nur das Produkt, sondern auch der Weg zum Produkt ist von Bedeutung! Projektartiger Unterricht ist aufgrund seiner Konzeption hervorragend geeignet, eigenständiges und eigenverantwortliches Lernen zu fördern. Die Schüler/-innen können durch die Realisierung aller sechs grundsätzlichen Unterrichtsmethoden nicht nur Sach- und Methodenkompetenz, sondern auch Selbst- und Sozialkompetenz entwickeln und erweitern¹⁶.

Projektunterricht charakterisiere ich mit Hilfe von vier Grundprinzipien:

1) **Eigeninitiative, Eigenverantwortung und Selbstorganisation**

Die Schüler/-innen sind aktiv an der Auswahl und Planung von Themen, Subthemen, Arbeitsmethoden, Handlungsformen und Verantwortlichkeiten sowie an der Festlegung von Projektzielen und Beurteilungsmethoden beteiligt. Die Beteiligung der Schüler/-innen erfolgt je nach Ausformung der Projektidee in verschiedenen großen Umfang.

Die Auswahl und die Planung beziehen sich auf die Arbeit in der Gruppe, können jedoch auch für die individuelle Arbeit ein Erfolgskriterium werden.

2) **Selbstständiges Lernen**

Der schülerorientierten Auswahl- und Planungsphase folgt konsequenterweise eine schülerautonome Arbeitsweise. Die Schüler/-innen setzen eine Folge selbst gestalteter Lernschritte und Handlungen. Dadurch entsteht ein in hohem Maße selbstorganisierter und selbstkontrollierter Lernprozess, dessen Ergebnis von der Schülerin / vom Schüler realistisch zu bewerten ist. Die Aufgabe der Lehrperson erstreckt sich neben punktueller fachlicher und methodischer Hilfestellung auf die Unterstützung bei Entscheidungsprozessen und Reflexionsprozessen. Selbstständiges Lernen gewährleistet mit Eigeninitiative und Eigenverantwortung

¹⁶ Rechtliche Grundlagen:

Schulunterrichtsgesetz §17: *'Der Lehrer hat...die Schüler zur Selbsttätigkeit und zur Mitarbeit in der Gemeinschaft anzuleiten, jeden Schüler nach Möglichkeit zu den seinen Anlagen entsprechenden besten Leistungen zu führen, durch geeignete Methoden und durch zweckmäßigen Einsatz von Unterrichtsmitteln den Ertrag des Unterrichtes als Grundlage weiterer Bildung zu sichern...'*

Allgemeines Bildungsziel im Lehrplan der AHS: *'Im Unterricht ist durch das Schaffen einer entsprechenden Lernatmosphäre – nicht zuletzt auf Grund der wachsenden Bedeutung dynamischer Fähigkeiten - die selbsttätige und selbstständige Form des Lernens besonders zu fördern. Dafür bieten sich auch projektartige und offene Lernformen an.'*

eine Differenzierung nach den individuellen Ansprüchen und Möglichkeiten der Schüler/-innen.

3) Interdisziplinäres und ganzheitliches Lernen

Das Projektthema wird nicht zu zusammenhangslosen Teilproblemen reduziert oder als Modell aufbereitet, sondern in seiner real existenten, oft komplexen Form bearbeitet. Dazu sind oft Fachkompetenzen (im weiteren Sinn) erforderlich, die verschiedenen Unterrichtsfächern zugeordnet sind.

4) Soziales Lernen

Der Erwerb sozialer Kompetenzen kann auf drei Ebenen erfolgen:

- Innerhalb eines Teams der Projektgruppe.

Zur Entstehung konstruktiver Arbeitsprozesse muss im Team eine intrafamiliäre Kommunikations- Kooperations- und Konfliktkultur entwickelt werden. Soziale (Lern-) Prozesse sind die Grundlage weiterer Lernprozesse. Im funktionierenden Team kann ein sehr wichtiges Erfolgskriterium erfahren werden: das Potential der gemeinsamen Problemlösung!

- Zwischen den Teams innerhalb der Projektgruppe, zwischen den Teams und einer gemeinsamen Bezugsperson (Lehrer/in).

Zur Erreichung des Projektziels (Produkt des Projekts) ist primär eine demokratische, interfamiliäre Kommunikationskultur (zur Information, zur Koordination, für Entscheidungen, zur sozialen Reflexion,...) notwendig, die von Werten wie Toleranz, gegenseitiger Achtung, und Kritikfähigkeit getragen wird

- Bei der Interaktion mit der Außenwelt.

Schüler/-innen können als Repräsentanten einer Projektgruppe einzeln oder gemeinsam mit der innerschulischen und mit der außerschulischen Umwelt in Kontakt treten: während der Projektarbeit zur Nutzung personaler und materieller Ressourcen und nach Projektabschluss zur Präsentation des Produkts des Projekts. Bei der Präsentation können verschiedene Kommunikationsformen mit der Öffentlichkeit erprobt werden und die Auseinandersetzung mit öffentlichen Reaktionen erlernt werden.

Einschränkungen in der Praxis

Je nach den spezifischen Gegebenheiten und den intendierten Unterrichtszielen kann es vorteilhaft sein, die Projektmethode zu modifizieren und auch abzuschwächen, also nicht alle typischen Schritte in ihrer Vollständigkeit zu praktizieren.

Konkret ergaben sich für das **Radonprojekt** folgende Einschränkungen: Ausgehend von meiner geplanten Verwertung des S1-Leitlinienkonzepts und des gerade aktuellen Lehrplaninhalts 'Radioaktivität' wählte ich das Themenfeld 'Radon' mit den repräsentativen Arbeitsmethoden und entwarf die Grobplanung ohne Mitwirkung der Schüler/-innen. Die gemeinsame Detailplanung erfolgte dann nicht bis zu letzten Einzelschritten. Einerseits kannte ich die Leistungsfähigkeit und die Kompetenzentwicklung der Schüler/-innen noch zu wenig und andererseits wollte ich

Freiräume für Teams und auch für Einzelaktivitäten zur bewussten Förderung selbstständigen Arbeitens schaffen. Das Projekt wurde aus Zeitgründen nicht durch Metainteraktionen (nach Karl Frey; siehe dazu Abschnitt 4.4 ‚Unterrichtsprojekte‘, Seite 51) unterbrochen, stattdessen wurde im Klassenverband nach Bedarf eher kurz über Notwendigkeiten und Befindlichkeiten reflektiert. Das Projekt war nicht fächerübergreifend konzipiert. Die medizinischen und die umwelttechnischen Aspekte der Radonproblematik wurden nicht in Zusammenarbeit mit Biologie und Umweltkunde behandelt, sondern als Vertiefung und Erweiterung eines physikalisch betrachteten Themenfeldes. Die Vernetzung physikalischer Kenntnisse und physikalischer Bildung mit anderen Bildungsbereichen erfolgte also innerhalb des Physikunterrichts.

Insgesamt wäre das ‚Radonprojekt‘ als **‚fächerverbindende, projektartige Bearbeitung der Radonthematik‘** zu bezeichnen.

3 EVALUATION

3.1 Naturwissenschaftliche Grundbildung aus der Sicht der Schüler/-innen

Betrachtet man Höhere Allgemeinbildung als stetigen Entwicklungsprozess des Individuums, dann sollte diese Sichtweise meines Erachtens eine zunehmende Fähigkeit der Schüler/-innen sowohl zur Beobachtung und Selbstorganisation eigener Lern- und Bildungsprozesse als auch zur kritischen Auseinandersetzung mit grundsätzlichen Bildungsfragen implizieren. Die im gesetzlichen Auftrag des AHS-Lehrplans zitierte ‚besondere Förderung der Bereitschaft zum selbstständigen Denken und zur kritischen Reflexion‘ der Schüler/-innen muss gerade in authentischen Situationen, so auch an der bildenden Wirkung des Unterrichts, möglich sein.

Im Verlauf der Abschlussphase des Radonprojekts versuchte ich, den Schüler/-innen einen Einblick in die allgemeinen (nationalen) Bemühungen zur Optimierung des naturwissenschaftlichen Unterrichts zu verschaffen. Parallel dazu behandelte ich diese Thematik in zwei siebenten Klassen des Realgymnasiums. Innerhalb der knappen Zeitressourcen erschien mir eine schriftliche Befragung als geeignet, um möglichst viele Schüler/-innen zu einer ersten Auseinandersetzung mit Bildungsfragen zu bewegen. Hinsichtlich der Befragung muss ich natürlich festhalten, dass aufgrund der geringen Population (insgesamt 39 befragte Schüler/-innen) keine allgemeingültigen didaktischen Folgerungen aus den Auswertungen ableitbar sind. Wichtig waren mir vielmehr folgende Aspekte:

- Die Schüler/-innen sollten auf zwei verschiedenen Ebenen physikalischer Bildung (sechste Klasse Gymnasium und siebente Klasse Realgymnasium) naturwissenschaftliche Grundbildungskonzepte beurteilen und ihre Beurteilung kurz begründen. Weiters sollten sie mit der Diskussion über Stoffinhalte konfrontiert werden.
- Bei der Auswertung kann ich gewisse Tendenzen bei den Antworten erkennen und persönlich im Rahmen des weiteren Unterrichts mit den Klassen verwerthen.
- Insgesamt sollten die Schüler/-innen erfahren, dass Schulbildung nicht gedankenlos konsumiert werden kann, sondern in der Lerngruppe im gegenseitigen Austausch mit einer fachlich und didaktisch qualifizierten Lehrperson stattfindet.

3.1.1 Themen- und Methodenauswahl

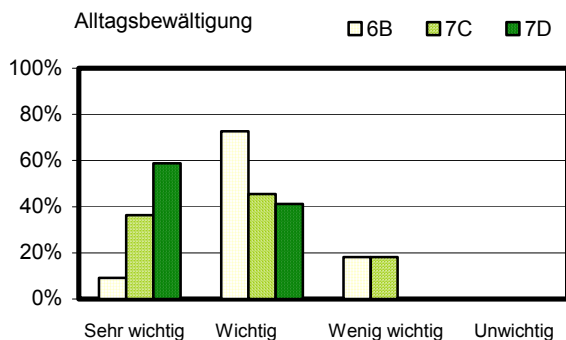
Die im S1-Grundbildungskonzept vorgeschlagenen sechs Auswahlkriterien für Inhalte und die sechs angegebenen Unterrichtsmethoden waren in vier Abstufungen: ‚Sehr wichtig‘ - ‚Wichtig‘ - ‚Wenig wichtig‘ – ‚Unwichtig‘ zu beurteilen. Interessant ist die Tatsache, dass die Kriterien kaum als ‚Unwichtig‘ erachtet wurden, dagegen die Kategorien ‚Sehr wichtig‘ und ‚Wichtig‘ meist von einer deutlichen Mehrheit gewählt wurden. Vielleicht kann darin eine Akzeptanz der Leitlinien durch die Schüler/-innen abgeleitet werden. Erhärtet wird diese Interpretation durch teils beachtenswerte Argumentationen im Rahmen der kurzen Begründungen. Eine gewisse unbekannte Größe ist (etwa bei unerwartet hoher Akzeptanz) der Einfluss von Erfahrungen der Schüler/-innen in anderen Fächern bei Fachgrenzen überschreitenden Stellungnahmen (Kulturrelevanz, Gesellschaftsrelevanz, gemeinsam lernen, mit Unterstützung lernen).

Obwohl die grafische Darstellung mit Prozentangaben kritisierbar ist, habe ich sie aus Gründen der leichteren Einschätzung der Ergebnisse zur jeweiligen Frage gegenüber anderen Darstellungsformen bevorzugt.

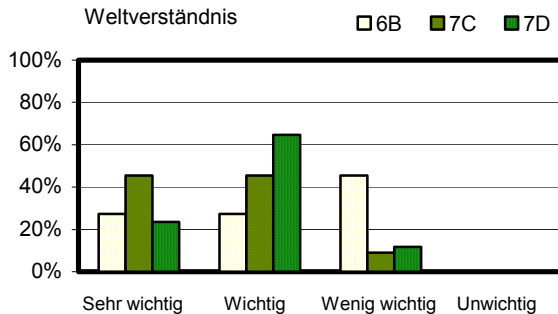
Die Fragen an die Schüler/-innen zur Auswahl von Inhalten

‚Für die **Lehrstoffauswahl** sollen die Interessen und Bedürfnisse (auch nach Schulabschluss) der Schüler/-innen berücksichtigt werden. Dabei kann sich die Lehrperson an den folgenden Fragen orientieren. Beurteile diese Kriterien für die Themenauswahl nach ihrer Wichtigkeit.‘

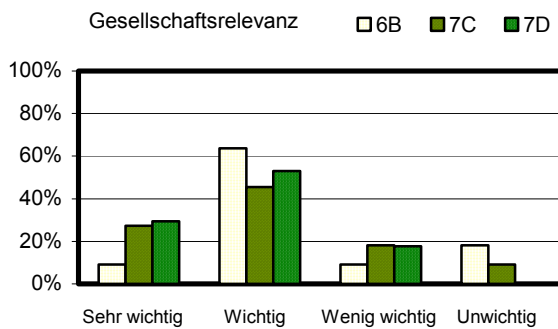
1) Dient das Thema der ‚Alltagsbewältigung‘? (Ist eine Anwendung der bearbeiteten Inhalte im Alltag möglich? Kann das Wissen Entscheidungen in Alltagssituationen einen konstruktiven Umgang mit der Umwelt.....ermöglichen?)



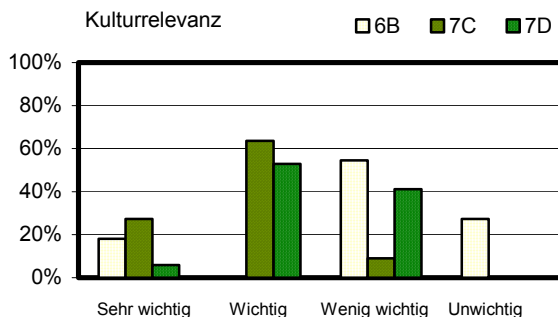
2) Fördert das Thema ‚Weltverständnis‘? (Kann sich die Schülerin / der Schüler mit ihrem / seinem Wissen besser in einer von Naturwissenschaften und Technik geprägten Welt orientieren? Können durch das Wissen Zusammenhänge [Technik –Ökologie –Gesellschaft – Politik - . . .] verstanden werden und Entwicklungen erkannt werden ?)



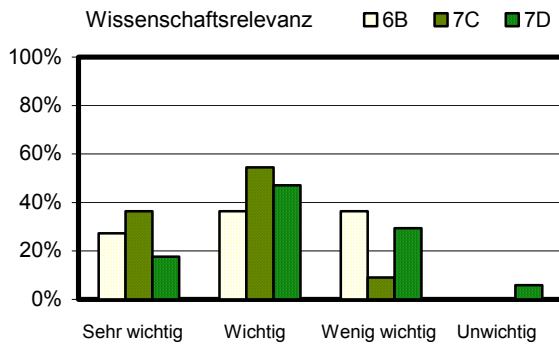
3) Ist das Thema ‚gesellschaftsrelevant‘? (Ermöglicht das Wissen eine eigene Meinungsbildung, um sich an öffentlichen Diskussionen und Entscheidungen beteiligen zu können? Können dadurch die Schüler/-innen Expertenmeinungen besser abschätzen bzw. beurteilen?)



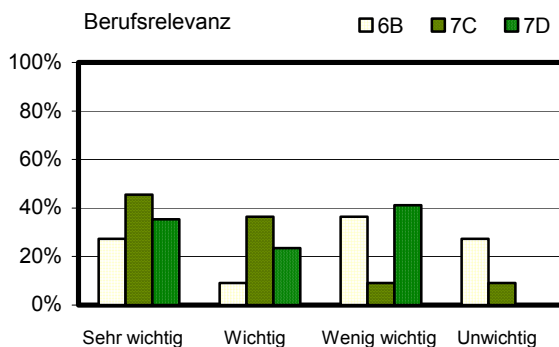
4) Ist das Thema ‚kulturrelevant‘? (Lässt das Wissen den bedeutenden Einfluss der Naturwissenschaften auf die Entwicklung der Zivilisation erkennen? Ermöglicht das Wissen ein Verständnis für das Entstehen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse, für Grenzen naturwissenschaftlicher Modellvorstellungen, . . . ?)



5) Ist das Thema ‚wissenschaftsrelevant‘? (Ermöglicht das Thema einen Einblick in naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten [Beobachten und Experimentieren, Entwickeln von Hypothesen, kritisches Denken, Argumentieren, Sachverhalte darstellen und interpretieren, . .]? Wird diese Arbeitsweise auf Schulniveau eingeübt und fördert sie Interesse, Neugierde und Kreativität der Schüler/-innen?)



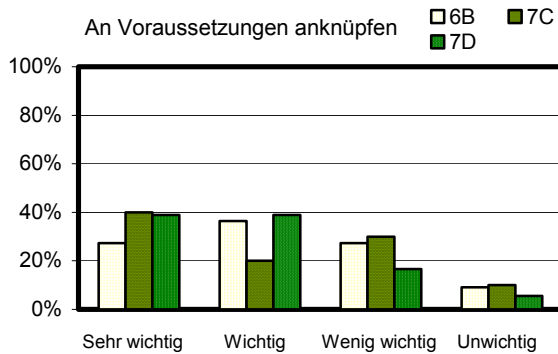
6) Ist das Thema ‚berufsrelevant‘? (Gewährt das Thema einen Einblick in die Anforderungen eines bestimmten naturwissenschaftlichen Studiums oder in den Arbeitsbereich eines bestimmten naturwissenschaftlichen Berufs? Ist die Bearbeitung des Themas eine wesentliche Voraussetzung für gewisse Studien?)



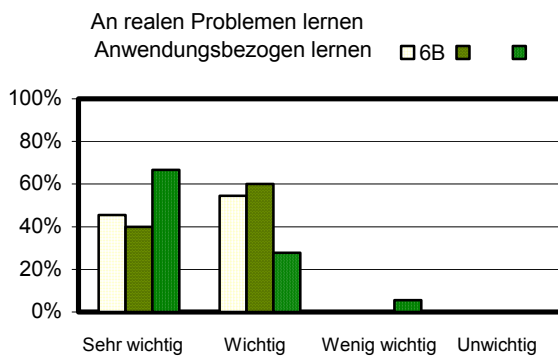
Die Fragen an die Schüler/-innen zur Methodik

Welche **Unterrichtsmethoden** gewährleisten eine optimale Auseinandersetzung der Schüler/-innen mit einem bestimmten Unterrichtsthema? Welche Unterrichtsmethoden fördern Interesse, Mitarbeit, Eigenleistung... der Schüler/-innen? Beurteile die folgenden Methoden nach ihrer Wichtigkeit.'

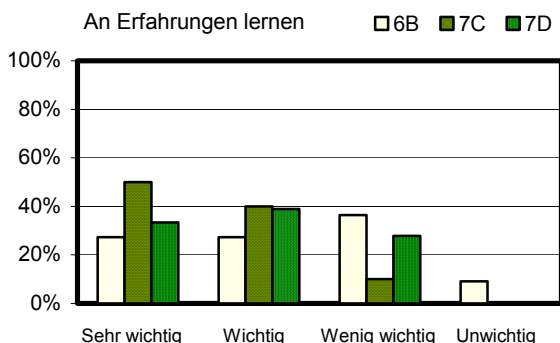
1) An Voraussetzungen (Vorwissen, Vorerfahrungen, Alltagsvorstellungen, Interessen, Gefühle...) der Schüler/-innen anknüpfen.



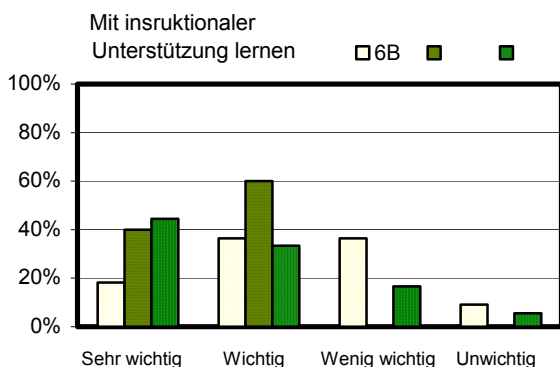
2) An realen (aus dem Leben gegriffenen) Problemen und anwendungsbezogen lernen (Wird das Unterrichtsthema mit realen Situationen und Problemen, die die Schüler/-innen betreffen, verknüpft?)



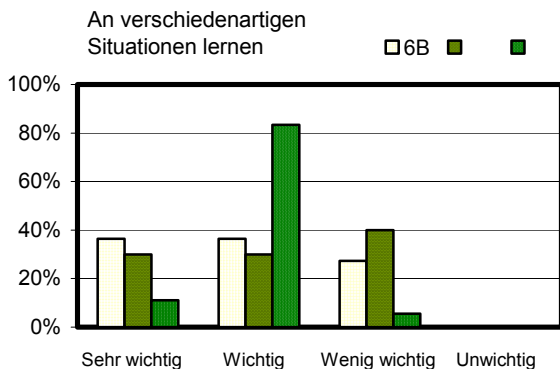
3) An Erfahrungen lernen (Können die Schüler/-innen selbst Arbeitsschritte planen, eigenständig durchführen, dokumentieren, Experimente und Untersuchungen machen und deuten, . . . Können Schüler/-innen dabei bestimmte Fähigkeiten oder Fertigkeiten einbringen?)



4) Mit instruktionaler Unterstützung lernen (Wird den Schüler/-innen notwendiges Wissen zum richtigen Zeitpunkt – durch die Lehrperson, durch geeignete Medien, durch Mitschüler/-innen – ausreichend zur Verfügung gestellt?)



5) An verschiedenartigen Situationen lernen (Können die Schüler/-innen erworbenes Wissen und Fertigkeiten in verschiedenen anderen Themenbereichen anwenden und damit trainieren? Wird fächerübergreifendes Arbeiten berücksichtigt?)



6) **Gemeinsam lernen** (Wird ein geeignetes Thema in Schülergruppen oder im Meinungsaustausch zwischen Lehrperson und Schüler/-innen bearbeitet?)

7C 7D

3.1.2 Physikalisches Grundwissen

Da aus der Definition von Höherer Allgemeinbildung und aus der Beschreibung grundsätzlicher Beiträge der Physik zu Höherer Allgemeinbildung keine obligatorischen Fachinhalte deduzierbar sind, stellt sich die Frage, an Hand welcher Inhalte Grundwissen geschaffen und Kompetenzen entwickelt werden, also insgesamt der Bildungsprozess entfaltet wird. Eine Auseinandersetzung über Sinn und Bedeutung von Inhalten – sowohl im persönlichen als auch im gesellschaftlichen Bezug - möchte ich als ‚Aushandeln‘¹⁷ bezeichnen.

Aushandlungsprozesse mit Schüler/-innen zur Bewertung von Inhalten lassen sich aus mehreren Gründen rechtfertigen:

- Ein Mangel (Zeit, Lernkapazität, Bildungsdefizite...) erfordert eine hierarchische Ordnung von Inhalten nach ihrer Wichtigkeit.
- Bildungskonzepte, die üblicherweise von vertikalen Strukturen (Bildungsverantwortliche – Pädagogische Experten – Fachexperten – Lehrer/innen) entworfen werden, können nur dann wirksam werden, wenn alle Positionen, also auch die der Schüler/-innen, in einem gegenseitigen Austausch vertreten sind. Gerade an der ‚Basis‘, also im Unterrichtsgeschehen, findet ein ständiges Aushandeln über den Sinn und die Bedeutung von Inhalten statt. In banalster Form besteht der Beitrag der Schüler/-innen im geistigen Verweigern und Vergessen von Inhalten. In einer expliziteren Form wird sich die Lehrperson an den Interessen und/oder an der Motivation der Schüler/-innen orientieren. Aushandeln über vorgeschlagene Inhalte kann aber auch mit kommunikativer und inhaltlicher Qualität erfolgen, indem ein Konsens gefunden wird: In der Fragestellung „Was bedeuten die Inhalte für mich? Was bedeuten sie für uns als Lerngemeinschaft? Was bedeuten sie für die Gesellschaft?“ vollzieht sich ein wesentlicher Aspekt Höherer Allgemeinbildung. Natürlich beinhaltet das Aushandeln von Inhalten zwischen fachrelevanten Positionen (Fachexperten – Arbeitsgemeinschaften – Fachgruppen – Lehrpersonen - Schüler/-innen) auch die Tatsache, dass –meist aus fachlogischen Gründen- überwiegend befürwortete Inhalte von den Schüler/-innen wohl bewertet werden sollen, aber als Lerninhalt nicht abgelehnt werden können.
- Damit Schüler/-innen vor der Bearbeitung von Inhalten zu einer Entscheidung über diese Inhalte in der Lage sind, müssen sie einen Einblick in das zu Lernende bereits früher gewonnen haben oder vor der aktuellen Lernsituation erhalten. Die Information der Lernenden über die Struktur und über Ziele von Lerneinheiten entspricht didaktischen Grundprinzipien (z.B. im Sinne einer fortschreitenden Differenzierung beim Darstellenden Lehren). Ein Urteil über weitgehend unbekannte Inhalte ist insofern nicht unrealistisch, als es realen Entscheidungssituationen bei der eigenverantwortlichen Bildung nach der Schule entspricht.

¹⁷ Nach: Roland Fischer: ‚Höhere Allgemeinbildung‘, Seminar 2001

- Eine Wertung von Inhalten nach deren Bearbeitung kann auf eine Schaffung von kollektiv definierten Grundwissen für die jeweilige Lerngemeinschaft abzielen. (Dieser kollektiv gültige ‚Grundwissenskatalog‘ kann individuell nach persönlichen Interessen ausgeformt werden.)
- Ein nach Maßgabe der Möglichkeiten differenzierter Aushandlungsprozess schafft Metawissen: Die Schüler/-innen lernen, ihr eigenes Wissen zu beurteilen.
- Aushandlungsprozesse mit Schüler/-innen zur Bewertung von Inhalten werden durch schulgesetzliche Vorgaben¹⁸ gestützt.
- In weitester Sicht kommen auch gesellschaftliche Entwicklungen zum Tragen: Wegen der Fülle und Heterogenität von Inhaltsangeboten und eines entstehenden ‚Bildungspluralismus‘ (auch infolge der Unvorhersehbarkeit von zukünftigen Anforderungen) erfolgen Aushandlungsprozesse und konkrete Entscheidungen zunehmend dezentral an den jeweiligen Schulen.

„Was gehört zu physikalischem Grundwissen?“ wurden die Schüler/-innen der am Radonprojekt arbeitenden sechsten Klasse und einer unbeteiligten siebenten Klasse gefragt. Bekannte Inhalte aus den Kapiteln ‚Atombau‘, ‚Radioaktivität‘ und noch nicht bearbeitete Inhalte aus dem Themenbereich ‚Kernspaltung‘ (mit Bezug zum Kapitel ‚Radioaktivität‘) sollten mit Hilfe von vier Kriterien: ‚Der Inhalt gehört unbedingt / bedingt / eher nicht / keineswegs zum Grundwissen‘ bewertet werden. Zur Auswertung der Befragung ermittelte ich zu jedem Bildungselement einen Zahlenfaktor (gewichtetes Mittel der Einzelbewertungen), der seine eingeschätzte ‚Wichtigkeit‘ angeben soll. Von allen Befragten als unbedingtes Grundwissen bewertete Inhalte wären mit dem Wert 3 angegeben, Inhalte mit den Werten 2,00 / 1,00 / 0 wären genau durch die Kriterien ‚bedingt‘, ‚eher nicht‘, ‚keineswegs‘ gekennzeichnet.

Wissensgebiet, Lernstoff,...	6B	7D
Aufbau der Materie aus Atomen und Molekülen	2,46	2,44
Atommodell: Kern-Hülle	2,69	2,39
Atommodell: Schalenmodell	2,54	2,11
Aggregatzustände als Folge der Teilchenbewegung	1,38	2,61
Eigenschaften wichtiger Elementarteilchen	1,92	1,89
Isotope, Instabile Kerne	1,77	1,61
Radioaktive Zerfallsreihen	1,31	1,72
Halbwertszeit	2,54	1,89
Arten radioaktiver Strahlung	2,23	2,50
Physikalische Eigenschaften radioaktiver Strahlung (α , β , γ)	1,62	2,11
Entwicklung physikalischer Erkenntnis am Beispiel Atommodelle	1,62	1,72
Entdeckung und frühe Erforschung der Radioaktivität	1,92	1,94
Erforschung der Radioaktivität und Beginn der modernen Physik	1,77	2,06
Radioaktivität als gesellschaftliches Problem	2,54	2,17

¹⁸ Siehe dazu: Leitlinien des AHS-Lehrplans und §17 Schulunterrichtsgesetz

Berechenbarkeit und Zufall in der Physik, in der Natur	1,46	1,72
Kenntnis verschiedener radioaktiver Strahlungsquellen	2,31	2,56
Natürliche Strahlenbelastung	2,23	2,28
Zivilisatorische Strahlenbelastung	2,31	2,17
Radon als radioaktive Belastungsquelle	2,08	1,83
Radonpotenzial in Österreich	1,92	1,67
Maßnahmen gegen Radonbelastung	2,31	1,89
Abschätzung der Gefährdung durch verschiedene rad. Quellen	2,00	2,22
Maßnahmen gegen verschiedene radioaktive Belastung	2,15	2,22
Wirkung radioaktiver Strahlung (α , β , γ) auf den Organismus	2,31	2,28
Überblick über Strahlenschäden	2,15	2,56
Nachweismöglichkeiten radioaktiver Strahlung	1,54	2,17
Geiger-Müller-Zählrohr	1,54	1,39
Kenntnis wichtiger Einheiten der Radioaktivität	1,38	1,89
Kenntnis der Dosisbegriffe	1,31	1,94
Überblick über wichtige Dosiswerte	1,54	1,89
Radioaktive Präparate in der Medizin	1,77	1,56
Technische Verwertung der Radioaktivität	1,15	1,89
C-14-Methode	1,92	1,44
Atommodell: quantenmechanisches Modell	1,38	1,50
α - Strahlung als quantenmechanisches Energieproblem	1,38	1,67
Physikalische Grundlagen der Kernspaltung und der Kernfusion	1,00	1,83
Aufbau von Kernkraftwerken	1,85	2,06
Einfluss der Kernphysik auf die Entwicklung der Zivilisation	1,08	1,61
Krise der Physik: Wissen ermöglicht Missbrauch, Vernichtung,...	1,54	2,00
Entwicklung und Realisierung der Kernsp. wd. des 2. Weltkrieges	1,38	1,28
Kernkraftwerksunfälle	2,62	2,11
Folgen eines Kernkraftwerksunfalls	2,62	2,33
Der Reaktorunfall in Tschernobyl	2,69	2,39
Folgen einer Kernwaffendetonation	2,31	2,33
Schutzmöglichkeiten bei einem Reaktorunfall	2,77	2,39
Katastrophenschutz und Bevorratung	2,15	2,33
Energieversorgung durch Kernkraftwerke	1,69	1,89

Neben verschiedenen Interpretationsmöglichkeiten der Befragung und deren Ergebnis möchte ich meine persönliche Sicht kurz darlegen. Zuvor will ich festhalten, dass weder die Themenauswahl innerhalb der Kapitel ‚Atombau‘, ‚Radioaktivität‘, ‚Kernspaltung‘ Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, noch diese spezielle Befragung mit Versuchscharakter allgemeingültige Folgerungen nach sich ziehen kann. Um die Beurteilung der Schüler/-innen nicht durch gewisse Affinitäten zwischen den Themen zu beeinflussen wurden sie in bunter Reihenfolge angegeben. In der angegebenen Tabelle habe ich sie zu Gruppen zusammengefasst: Theorie (Konzepte, Modelle, Begriffe, Fakten) / kultur-, gesellschafts- und wissenschaftsrelevante Inhalte / Themen mit hohem Alltagsbezug / spezielle Inhalte (z.B. Messung, Anwendungsmöglichkeiten). Die Leerzeile trennt die bekannten von den neuen

Inhalten. Grundwissensinhalte wurden als solche mit Werten zwischen 2 und 3 beurteilt. Trotz verschiedenem Wissenshorizont (6. Klasse Gymnasium – 7. Klasse Realgymnasium) ist die Akzeptanz der Einzelthemen im Vergleich der beiden Klassen überwiegend gleichartig. Fundamentale sachlogische Konzepte, die im Bewusstsein der Schüler/-innen als solche verankert sind (Aufbau der Materie aus Atomen und Molekülen, Atommodell: Kern-Hülle, Schalenmodell), wurden sehr hoch bewertet. Dieser Umstand verweist auf die Wichtigkeit eines soliden Physikunterrichts in der Unterstufe und auch auf die konsequente Beachtung von Grundlagen während der Oberstufe. Von den Schüler/-innen als schwierig eingeschätzte Inhalte der ‚modernen‘ Physik wurden als Grundwissen abgelehnt. Gerade die Didaktik der modernen Physik benötigt offenbar nicht nur beachtliches Geschick, sondern auch eine ausführliche Grundwissensdiskussion. Inhalte mit historischen, erkenntnistheoretischen und gesellschaftlichen (ohne direkten Alltagsbezug) Hintergrund erwecken sehr verschiedenes Interesse, dadurch ergab sich eine generell niedere Bewertung. In diesem Fall wäre eine schwerpunktartige, eventuell auch fächerübergreifende Auseinandersetzung mit gewissen vereinbarten Themen angebracht, um auch diesen Aspekt naturwissenschaftlicher Grundbildung abzusichern. Hohe bis sehr hohe Akzeptanz finden persönlich und gesellschaftlich relevante Inhalte mit Alltagsbezug (Strahlenbelastung, Maßnahmen gegen verschiedene radioaktive Belastung, Wirkung radioaktiver Strahlung auf den Organismus, Strahlenschäden, Radioaktivität als gesellschaftliches Problem, Kernkraftwerksunfälle / Schutzmöglichkeiten)¹⁹. Bei der Kernkraftwerksproblematik dürfte die öffentliche Sensibilisierung eine nicht unwichtige Rolle spielen. Inhalte zur Radonproblematik wurden von der 6. Klasse nach ihrer Projektarbeit etwas höher als in der 7. Klasse bewertet. Insgesamt dürften Themen mit starkem Alltagsbezug geeignet sein, um sie mit zugrunde liegenden theoretischen Konzepten zu verknüpfen und somit real existentes Grundwissen zu schaffen.

3.2 Das Radonprojekt aus der Sicht der Schüler/-innen

Während des Projektverlaufs erhielt ich im persönlichen Austausch mit Schüler/-innen einiges an Feedback. Eine gemeinsame, rückblickende Reflexion mit verschiedenen Ausdrucksformen (kurze verbale Statements, Gestaltung von Postern,...) und die Betonung von Erfolgserlebnissen im Klassenverband wäre sicher für eine grundsätzlich positive Verankerung naturwissenschaftlicher Projekte im (Unter)Bewusstsein der Schüler/-innen sowie zum Ausbau einer ‚naturwissenschaftlichen Beziehungsebene‘ von Vorteil. Dies musste wegen nicht vorhersehbarer zeitlicher Beschränkungen entfallen. Um die schriftliche Befragung, die mir als möglichst objektives Hilfsmittel zur Meinungserhebung unter den Schüler/-innen als geeignet erschien, nicht durch Einzeläußerungen zu beeinflussen, nahm ich von jeglicher verbalen Reflexion Abstand.

¹⁹ Einen interessanten Vergleich bietet eine Prioritäteneinschätzung physikalischer Inhalte im Rahmen der Delphi-Befragung (1996/1998). Nach obigen Schema wurden Themenbereiche wie folgt bewertet: Maßeinheiten und Messverfahren ca. 2,0 / Atom- und Kernphysik ca. 2,5 / Quantenmechanik ca. 1,0 / Verflechtung von Physik mit Lebenswirklichkeit, Politik und Wirtschaft ca. 3,0. Eine Konvergenz der Meinung der Schüler/-innen ist nicht zu übersehen.

Die Fragen zur Effizienz und zur Akzeptanz des Projekts sollten von den Schüler/-innen mit ‚Ja‘, ‚Eher Ja‘, ‚Eher Nein‘ oder ‚Nein‘ beantwortet werden. Die detaillierte Auswertung durch Diagramme ist im Anhang angegeben.

Zusammenfassend konnte ich feststellen:

Die Schüler/-innen betonen eindeutig, dass sie Grundwissen (Kernbereichswissen, das lange verfügbar bleibt) über ‚Radioaktivität‘ und über die ‚Belastung des Menschen durch radioaktive Stoffe‘ erworben haben. (Diagramme 1 und 2)

Es war für sie überwiegend persönlich wertvoll, dieses Wissen erworben zu haben. (Diagramme 3 und 4)

Nach Meinung der Schüler/-innen wäre es nicht effizienter, Grundwissen über natürliche Strahlungsbelastung durch den Vortrag einer Lehrperson erhalten zu haben. (Diagramm 5)

Das Projekt bewirkte nur eine mäßige Sensibilisierung der Schüler/-innen für die persönlichen Gefährdungsmöglichkeiten durch Radioaktivität und für Umweltfragen (Diagramme 6 und 7). Die überwiegende Verneinung der Sensibilisierung für Umweltfragen könnte in einer bereits vorhandenen Offenheit gegenüber der Präsenz von Umweltproblemen ihre Begründung finden. Außerdem könnte eine latente Sensibilität nach der arbeitsintensiven Projektphase erst im Zuge eines akuten Umweltproblems zum Tragen kommen.

Die Bereitschaft, sich mit Messungen anderer alltagsrelevanter Größen und Gegebenheiten (Spannungen, Stromstärken, Beleuchtungsstärken,...) auseinander zu setzen, konnte durch das Projekt nicht verbessert werden (Diagramm 8). Die Schüler/-innen des gymnasialen Zweiges bevorzugten offenbar physikalisches Orientierungswissen.

Die Schüler/-innen meinen übereinstimmend, dass sie durch das Projekt ausreichend Wissen erworben haben, um eine eigene (sachlich begründbare) Meinung hinsichtlich radioaktiver Belastung und Schutzmaßnahmen entwickeln zu können (Diagramm 9).

Dementsprechend fühlen sich die Schüler/-innen aufgrund ihrer Auseinandersetzung mit der Radonproblematik prinzipiell imstande (‚Ja‘: rund 20%, ‚Eher Ja‘: rund 70%), Verwandte und Bekannte über das Radonproblem aufzuklären und mit Information zu versorgen. Die Motivation zu notwendiger Aufklärung und Information betroffener Personen wurde eher verneint. Dazu wäre eine geeignete Öffnung des Projekts nach außen (Schulgemeinschaft, Ortsgemeinde), die aus nicht vorhersehbaren zeitlichen Beschränkungen unterbleiben musste, förderlich gewesen (Diagramme 10 und 11).

Die Schüler/-innen würden bei eher niedriger Radonbelastung in ihrer Wohnumgebung nicht offensiv, aktiv reagieren (Diagramm 12).

Vielen Schüler/-innen (rund 60%) bereiten die physikalische Fachsprache und die richtige Verwendung von Fachausdrücken solche Schwierigkeiten, dass sie ihr Interesse an Physik beeinträchtigen. Im Verlauf des Radonprojekts konnten die meisten Schüler/-innen (rund 80%) Sicherheit bei der Verwendung der Fachsprache (vor allem bezüglich der Thematik) erwerben (Diagramme 13 und 14).

Kenntnisse und Erfahrungen für die Suche und Verwertung von Information konnten durch die Projektarbeit eindeutig gewonnen werden (Diagramm 15). Der Umgang mit naturwissenschaftlichen Fachtexten und Fachinformation sollte eher nicht in den Deutschunterricht eingebunden werden (Diagramm 16).

Der Umgang mit naturwissenschaftlichen Fachtexten, der aus Erfahrung den Schüler/-innen große Schwierigkeiten bereitet, konnte durch die Projektarbeit verbessert werden. Überdies fühlt sich ein relativ hoher Anteil der Schüler/-innen (rund 60%) imstande, einen wissenschaftlichen Fachartikel über die Radonbelastung so zu verstehen, dass dessen Inhalt mit einfachen Worten einer bekannten Person erklärt werden kann (Diagramme 17 und 18).

Obwohl die Schüler/-innen (rund 70%) naturwissenschaftliches Arbeiten und naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinn durch eigenständiges Arbeiten (eigene Versuche, Messungen, Informationsbeschaffung,...) kennen lernen möchten, schätzen rund die Hälfte der Schüler/-innen auch das Lernen durch Instruktion (klar strukturierte Lehrerexperimente oder Arbeitsanleitungen). (Diagramme 19 und 20).

Die Schüler/-innen sind eher nicht der Meinung, dass sie durch das Projekt typisch naturwissenschaftliche Arbeitsmethoden kennen gelernt haben (Diagramm 21). Einerseits wäre eine intensivere Reflexionsphase über naturwissenschaftliches Arbeiten (va. über Messen) nötig gewesen, andererseits war das Projekt stark am Erwerb von Orientierungswissen und an der Entwicklung von allgemeinen Kompetenzen orientiert.

Einen Einblick in die Arbeitsweise und in Aufgabenbereiche naturwissenschaftlicher Berufe konnten durch das Projekt rund der Hälfte der Schüler/-innen gewinnen (Diagramm 22).

Ziemlich übereinstimmend ist eigenständiges Arbeiten für die Schüler/-innen bei ihrer Auseinandersetzung mit Physik kaum motivierend (rund 70%) und es wird eine kritische Auseinandersetzung mit physikalischen Inhalten gegenüber einer passiven Wissensaufnahme eher nicht bevorzugt (rund 60%). (Diagramme 23 und 24). Die Antwort dürfte in der persönlichen Belastung (Zeitaufwand, Arbeitsaufwand,...) für viele Schüler/-innen (rund 60%) durch eigenständiges Arbeiten zu finden sein (Diagramm 25). Auch bei durchschnittlicher Leistungsfähigkeit einer Gymnasialklasse ohne besonders naturwissenschaftlich interessierte Schüler/-innen sind diese Aussagen durchaus nicht zufrieden stellend. Dieses Kernproblem bedarf offenbar noch vieler, differenzierter Überlegungen und Maßnahmen. Prinzipiell muss eigenständiges Arbeiten durchgehend - auch in der Unterstufe - gefördert und vor allem geeignet bewertet werden.

Für mehr als die Hälfte der Schüler/-innen war die Arbeit in einem Team vorteilhaft bei der Bearbeitung physikalischer Fragestellungen (Diagramm 26).

Rund ein Drittel der Schüler/-innen wünschen im naturwissenschaftlichen Unterricht vermehrt Projekte (Diagramm 27). Das Radonprojekt hat trotz vielfältig erreichter Ziele durch seinen hohen Anspruch an das selbständige und zeitaufwändige Arbeiten die Mehrheit der Schüler/-innen dazu bewogen, vorerst keine weiteren Projekte bzw. eher wenige naturwissenschaftliche Projekte durchzuführen.

Die Hälfte der Schüler/-innen hatten bei ihrer Projektarbeit eine Frage oder ein Thema, das sie speziell interessiert und wo sie noch weiterarbeiten würden (Diagramm 28).

Nach Meinung der meisten Schüler/-innen ist ihr Projektwissen auch für andere Wissensbereiche (Kernphysik, Biologie,...) brauchbar (Diagramm 29).

Das Radonprojekt bewirkte bei rund der Hälfte der Schüler/-innen eine Änderung ihrer persönlichen Einstellung gegenüber dem Physikunterricht (Diagramm 30).

3.3 Beurteilung der Leistungen

Neben der fachlichen, sozialen und pädagogischen Dimension des Unterrichts erfolgt in dessen Rahmen auch eine Bewertung der Weiterentwicklung der Schüler/-innen. Die Feststellung und die Beurteilung von Leistungen der Schüler/-innen ist wegen der weit reichenden Konsequenzen eine mindestens ebenso anspruchsvolle Aufgabe wie etwa die Wahl von Unterrichtsmethoden. Die Leistungsbeurteilung hat verschiedene Adressaten (primär Schüler/-innen, unterrichtende Lehrer/innen, Eltern und schulische Instanzen) und verschiedene Funktionen (während des Unterrichts pädagogische Funktionen²⁰ zur Förderung des Lernprozesses und der Persönlichkeit).

Die einer Beurteilung zugrunde liegende Leistungsfeststellung muss mehrere Kriterien erfüllen: sie muss möglichst objektiv, gültig (valid) und zuverlässig (reliabel) sein. Aus diesem Grund ist es wichtig, für projektartigen Unterricht mit seiner Vielschichtigkeit adäquate Formen der Leistungsfeststellung zu entwickeln. Entsprechend dem Lernen auf inhaltlicher, methodischer und sozialer Ebene soll nicht nur die Qualität von Endprodukten, sondern auch durch ständige Beobachtung die Qualität des Arbeitsprozesses der Schüler/-innen festgestellt werden. Für die Arbeit am Radonprojekt waren die folgenden Schwerpunkte zu bewerten:

- Erwerb und Anwendung von Sachwissen
- Methodische Kompetenzen
- Persönliches Engagement und Arbeitsaufwand
- Eigenständiges Arbeiten und Kreativität
- Kooperation in der Gruppe und Kommunikation mit der Lehrperson

○

Für die Gewichtung der detaillierten Einzelleistungen und Aspekte versuchte ich ein geeignetes Punkteschema zu entwerfen, das sowohl persönliche Bemühungen als auch das Leistungspotential berücksichtigt. Da die Schüler/-innen zur kritischen Selbsteinschätzung ihrer Arbeit zu erziehen sind²¹, sollten die Teammitglieder in

²⁰ ‚Eine detaillierte Rückmeldung über die erreichte Leistung ist wichtig und soll auch bei der Leistungsbeurteilung im Vordergrund stehen. Klar definierte und bekannt gemachte Bewertungskriterien sollen Anleitung zur Selbsteinschätzung sein und Motivation, Ausdauer und Selbstvertrauen der Schülerinnen und Schüler positiv beeinflussen‘ (Zitat im Allgemeinen Teil des AHS-Lehrplans)

²¹ ‚Die Schülerinnen und Schüler sind in (die Planung und Gestaltung,) die Kontrolle und Analyse ihrer Arbeitsprozesse und Arbeitsergebnisse in zunehmendem Maße aktiv einzubeziehen, damit sie

gegenseitiger Absprache innerhalb ihrer Arbeitsgruppe ihre Leistungen bei der Bearbeitung der populärwissenschaftlichen Darstellung auch selbst bewerten. Die Eigenbewertung dieser spezifischen Projektaktivitäten hatte gleiches Gewicht (maximal 25 Punkte) wie meine Bewertung. Zum besseren Verständnis des nachfolgend dargestellten Beurteilungsschemas verweise ich auf den Abschnitt 1.3:Der Projektablauf, Seite 6.

Beurteilungsschema		Team: _____			
	Schüler/in 1	Schüler/in 2	Schüler/in 3	Schüler/in 4	
Eigenvergabe:		je 0 - 5			
Arbeitsaufwand(Zeit):					
Auseinandersetzung mit dem Thema					
Problemlösekompetenz					
Kommunikation					
Weiterführende Fragen (Arbeitsblatt)					
Beurteilung der Darstellung (Arbeitsprozess und Endprodukt) (gleiche Punkteanzahl für jedes Teammitglied)					
Umfang	0 - 5				
Layout	0 - 5				
Kommunikation mit der Lehrkraft	0 - 5				
Qualität des Inhalts (Eigendarstellung, Sprache, Gliederung,...)	0 - 10				
Verteidigung der Darstellung (Individuell erreichte Punkteanzahl)					
Messung	10				
Weiterführende Fragen (Qualität des Arbeitsblatts)					
(gleiche Punkteanzahl für jedes					

schrittweise Verantwortung für die Entwicklung ihrer eigenen Kompetenzen übernehmen können.
(Zitat im Allgemeinen Teil des AHS-Lehrplans)

Teammitglied)	0 - 3				
Kommunikation mit der Lehrkraft	0-5				
Sonstige Leistungen (Bearbeitung der Homepage,...) maximal 20					
GESAMT					

Conclusio

Eine Unterrichtsform, die in hohem Maße positive Lernfaktoren und somit die Erreichung angestrebter Bildungsziele fördert, ist projektartiger Unterricht, der sich an methodischen und inhaltlichen Leitlinien orientiert. Es ist offenbar angebracht, geeignete Inhalte zur Schaffung von Grundbildung projektartig zu bearbeiten – wie etwa bildungsrelevante Themen aus dem Kapitel ‚Radioaktivität‘. Nach den Aussagen der Schüler/-innen im Rahmen der schriftlichen Befragung sind Bildungsziele in relativ hohem Ausmaß erreicht worden.

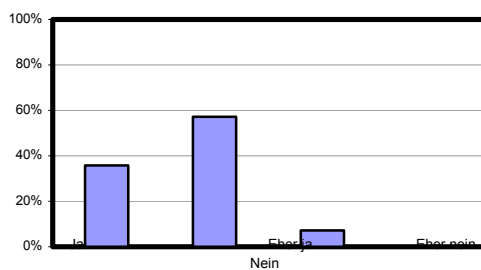
Ein belastender Faktor war vor allem der zeitliche Aufwand während der Projektdurchführung. Obwohl ich der Meinung bin, dass Schüler/-innen unter positiven Voraussetzungen auch gefordert sein wollen und dass eine Auseinandersetzung der Schüler/-innen mit naturwissenschaftlichen Themen auch außerhalb der eigentlichen Unterrichtszeit stattfinden muss, ging der Arbeitsaufwand einzelner Schüler/-innen bis an die Grenze ihrer Belastbarkeit. Auch mein persönlicher Aufwand zur Vorbereitung, Koordination, Strukturierung und Evaluation der Arbeit war beachtlich und musste bisweilen von einer idealistischen Einstellung gegenüber Schule und Bildung getragen werden. Den beschränkten Zeitressourcen, die sich wegen unvorhersehbarer Ereignisse während des zweiten Semesters 2003 besonders drastisch bemerkbar machten, fielen gewisse projektbezogene Aktivitäten zum Opfer. So wäre das Projekt in verschiedene Richtungen erweiterungsfähig gewesen, z.B. hinsichtlich seiner Wirkung nach außen: durch die Einbindung von Experten/Expertinnen (Ärzte/Ärztinnen, Radonfachleute) zur Erhöhung der Authentizität, durch Kontakte zu lokalen Institutionen zur Vertiefung der Gesellschaftsrelevanz, durch die Publikation der Radonmessungen in lokalen Zeitschriften usw. Als wesentlichen Erfolgsfaktor betrachte ich jedoch, wie bereits erwähnt, die Erreichung grundbildender Ziele.

Durch meine Teilnahme am S1-Grundbildungsprogramm erhielt ich wertvolle Impulse und Hilfen für mein pädagogisches Wirken. Meines Erachtens ist für eine Mitarbeit am Grundbildungsprogramm nicht nur die Verfügbarkeit gesicherter Ergebnisse hinsichtlich der Optimierung des naturwissenschaftlichen Unterrichts (sofern diese objektiv realisierbar sind) ausschlaggebend, sondern vor allem die Möglichkeit zur Diskussion über naturwissenschaftliche Grundbildung und ein stetiger Reflexionsprozess über Grundbildung fördernde Vorhaben in der Gemeinschaft daran Interessierter. Da offenbar viele Pädagoginnen/Pädagogen und Didaktiker/innen, die bisher an S1 beteiligt waren, weiterhin an der Bearbeitung dieser essenziellen und auch existenziellen Probleme des naturwissenschaftlichen Unterrichts interessiert sind, müssen die Rahmenbedingungen für dieses Grundbildungsforum erhalten bleiben. Es wäre unverantwortlich, durch restriktive Eingriffe jeglicher Art die wertvolle - und auch aus der Sicht internationaler Bemühungen notwendige - Arbeit dieses engagierten Personenkreises zu behindern

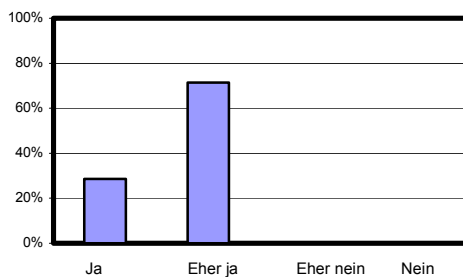
4 ANHANG

4.1 Das Radonprojekt aus der Sicht der Schüler/-innen – Auswertung der Befragung

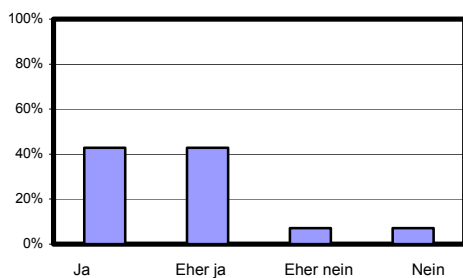
1 Hast Du durch das Radonprojekt Grundwissen (Kernbereichswissen, das lange verfügbar bleibt) über 'Radioaktivität' erworben?



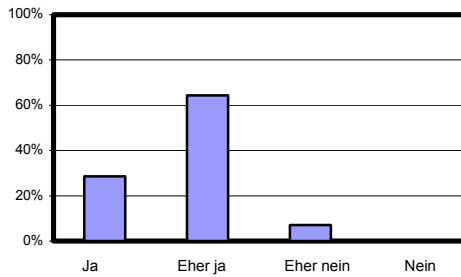
2 Hast Du durch das Radonprojekt Grundwissen (Kernbereichswissen, das lange verfügbar bleibt) über die Belastung des Menschen durch radioaktive Stoffe erworben?



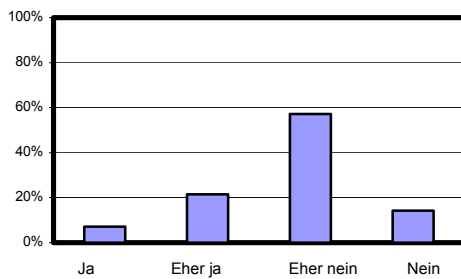
3 War es für Dich persönlich wertvoll, Wissen über Radioaktivität erworben zu haben?



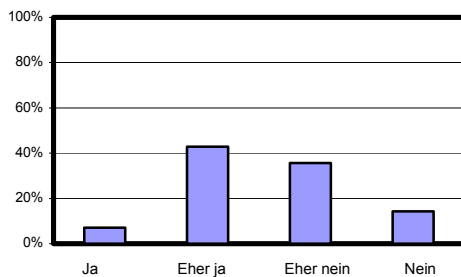
4) War es für Dich persönlich wertvoll, Wissen über die natürliche Strahlungsbelastung erworben zu haben?



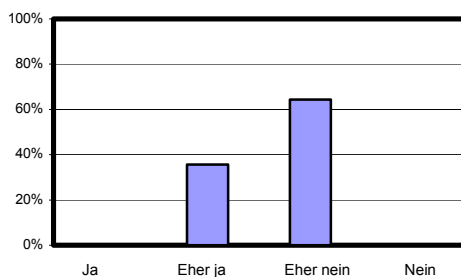
5) Wäre es nach Deiner Meinung besser (effizienter, zeitsparender,...) gewesen, Grundwissen über natürliche Strahlungsbelastung durch den Vortrag einer Lehrperson erhalten zu haben?



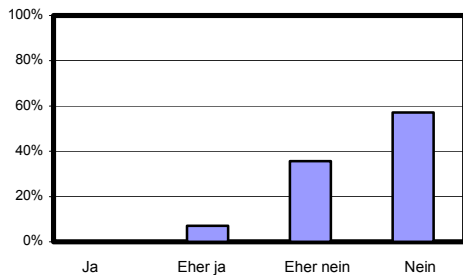
6) Wurdest Du durch das Radonprojekt für deine persönlichen Gefährdungsmöglichkeiten durch Radioaktivität sensibilisiert?



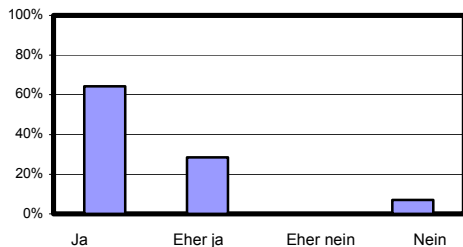
7) Wurdest Du durch das Radonprojekt für Umweltfragen sensibilisiert?



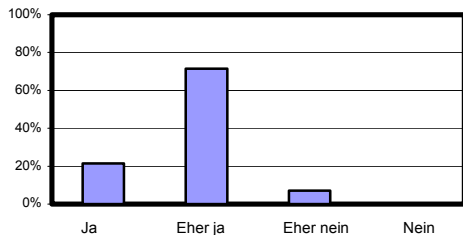
8) Wurdest Du durch das Projekt sensibilisiert oder sogar motiviert, verschiedene Größen und Gegebenheiten (Spannungen, Stromstärken, Beleuchtungsstärke,...) in Alltagssituationen zu messen?



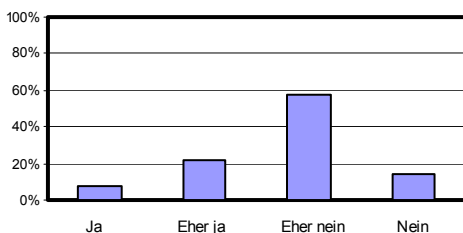
9) Hast Du durch das Projekt ausreichend Wissen erworben, um eine eigene (sachlich begründbare) Meinung hinsichtlich radioaktiver Belastung und Schutzmaßnahmen entwickeln zu können?



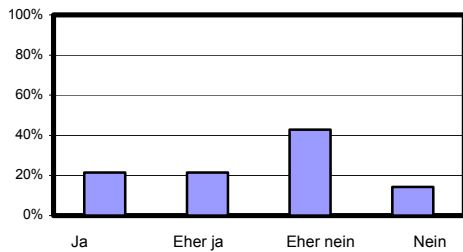
10) Fühlst Du dich aufgrund deiner Auseinandersetzung mit der Radonproblematik imstande, Verwandte und Bekannte über das Radonproblem aufzuklären und mit Information zu versorgen?



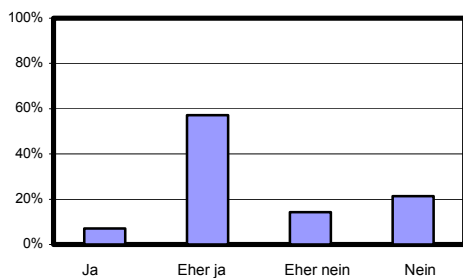
11) Fühlst Du dich aufgrund deiner Auseinandersetzung mit der Radonproblematik zu notwendiger Aufklärung und Information betroffener Personen motiviert?



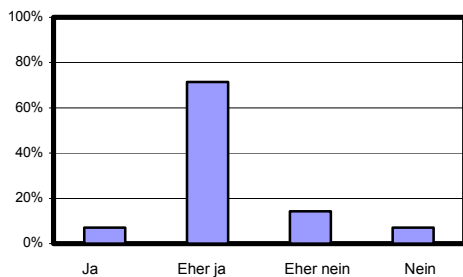
12 Würdest Du bei eher niedriger Radonbelastung in deiner Wohnumgebung Maßnahmen selbst ergreifen oder Familienmitglieder zu Maßnahmen drängen?



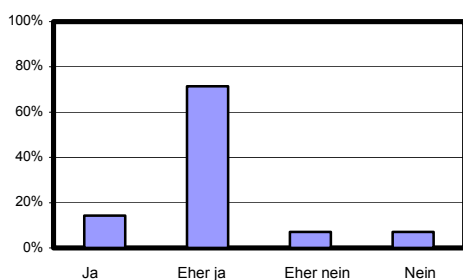
13 Bereitet Dir die physikalische Fachsprache und die richtige Verwendung von Fachausdrücken solche Schwierigkeiten, dass sie dein Interesse an Physik beeinträchtigen?



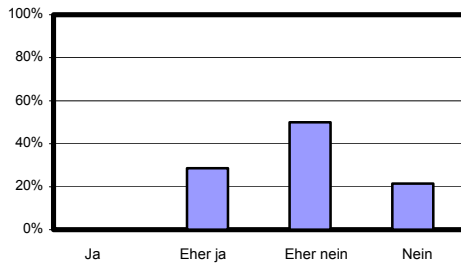
14 Wurdest Du im Verlauf des Projekts bei der Verwendung der Fachsprache (v.a. Begriffe bezüglich Radioaktivität) sicherer?



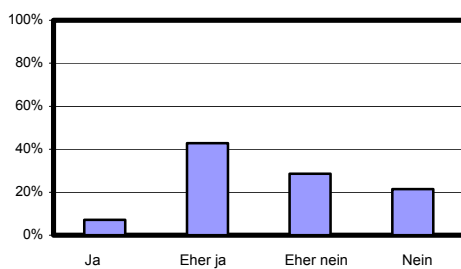
15 Konntest Du durch das Projekt Kenntnisse und Erfahrungen für die Suche und Verwertung von Information gewinnen?



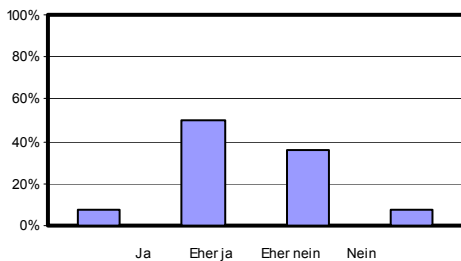
16 Sollte der Umgang mit naturwissenschaftlichen Fachtexten und Fachinformation stärker in den Deutschunterricht eingebunden werden?



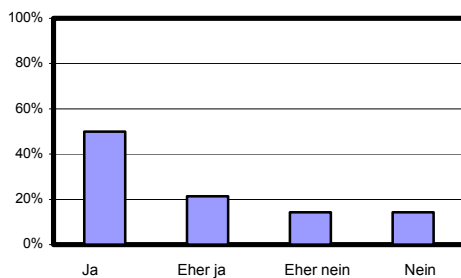
17 Kannst du nach dem Projekt besser mit naturwissenschaftlichen Fachtexten umgehen?



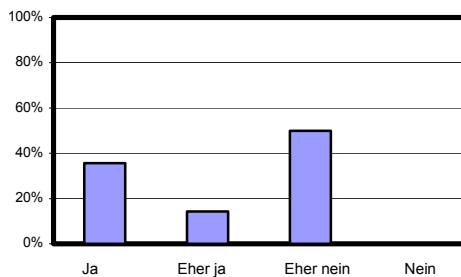
18 Fühlst Du dich imstande, einen wissenschaftlichen Fachartikel über die Radonbelastung (vielleicht nach einiger Mühe) so zu verstehen, dass du dessen Inhalt mit einfachen Worten einer bekannten Person erklären kannst?



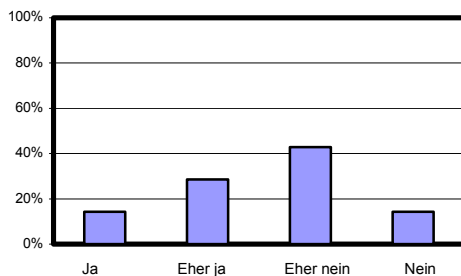
19 Sollten Schüler/-innen naturwissenschaftliches Arbeiten und naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinn durch eigenständiges Arbeiten (eigene Versuche, Messungen, Informationsbeschaffung,...) kennen lernen, auch wenn dabei Fehler entstehen?



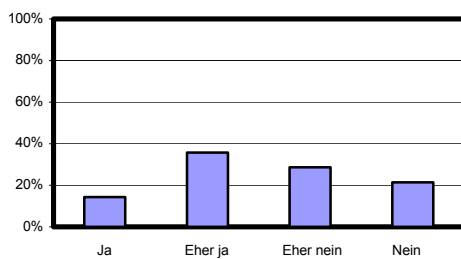
20 Sollen Schüler/-innen naturwissenschaftliches Arbeiten und naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinn an Hand klar strukturierter Lehrereperimente oder Arbeitsanleitungen kennen lernen?



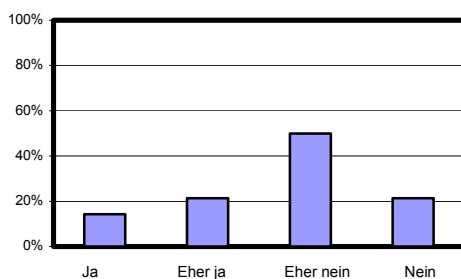
21 Bist du der Meinung, dass du während des Projekts typisch naturwissenschaftliche Arbeitsmethoden kennen gelernt hast?



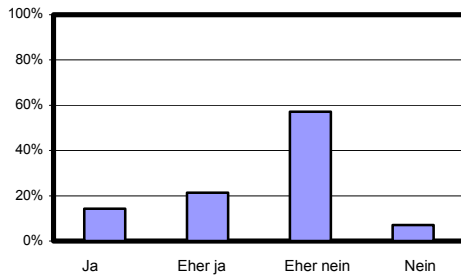
22 Konnte das Projekt einen Einblick in die Arbeitsweise und in Aufgabenbereiche naturwissenschaftlicher Berufe gewähren?



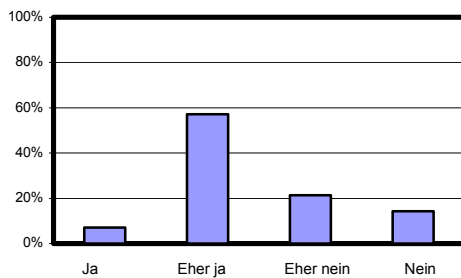
23 Ist eigenständiges Arbeiten bei der Auseinandersetzung mit Physik für dich persönlich motivierend?



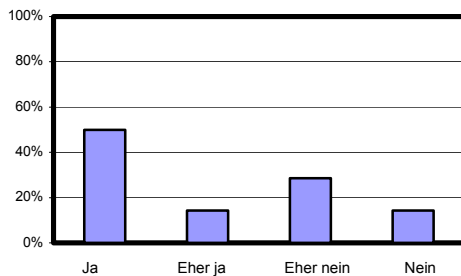
24 Bevorzugst du eine kritische Auseinandersetzung mit physikalischen Inhalten gegenüber einer passiven Wissensaufnahme von der Lehrkraft?



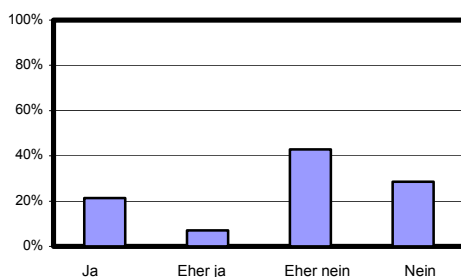
25 Belastet dich persönlich eigenständiges Arbeiten (Zeitaufwand, Arbeitsaufwand,...)?



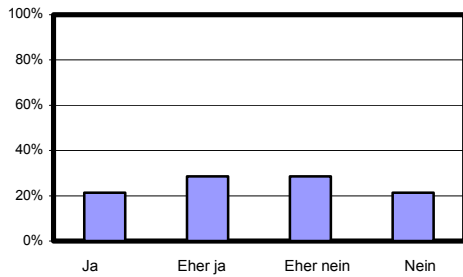
26 War die Arbeit in einem Team für dich vorteilhaft bei der Bearbeitung physikalischer Fragestellungen?



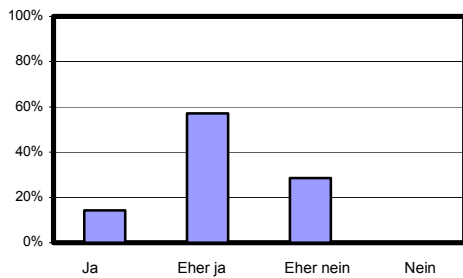
27 Sollten Projekte vermehrt in den naturwissenschaftlichen Unterricht eingebaut werden?



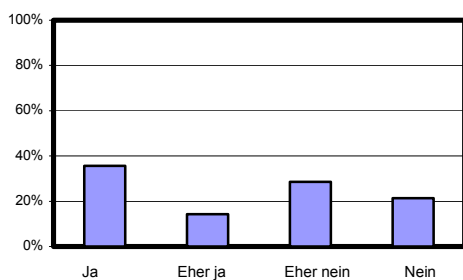
28 Gab es bei deiner Projektarbeit eine Frage oder ein Thema, das dich speziell interessiert, wo du noch weiterarbeiten würdest?



29 Ist nach deiner Meinung dein Projektwissen auch für andere Wissensbereiche (Kernphysik, Biologie,...) brauchbar?



30 Konnte das Projekt deine persönliche Einstellung gegenüber Physikunterricht verändern?



4.2 Fragestellungen zum Transfer

„Bearbeitet folgende Fragen und Problemstellungen innerhalb der Gruppe. Die Beantwortung sollte logisch und exakt begründet sein.“

Warum ist Radon hauptsächlich in erdgebundenen Räumen vorhanden?

Kann die Radonkonzentration in abgeschlossenen Kellerräumen beliebig hohe Werte annehmen?

Ist im Freien eine hohe Radonbelastung zu erwarten? Ist eine Radonmessung im Freien für Maßnahmen bei Neubauten aussagekräftig? Wie sollte man zur Abschätzung der Radonbelastung, die in einem neuen Haus (ohne entsprechende Radon hemmende Maßnahmen) zu erwarten ist, vorgehen?

Wo in Österreich ist eine hohe Radonbelastung zu erwarten? Warum?

Welche Radonfolgeprodukte belasten den menschlichen Organismus? Warum und in welcher Weise?

Gibt es eine Formel, die den Zusammenhang zwischen Aktivität eines radioaktiven Stoffes (in Bq) und der Dosis bei Bestrahlung (in mSv) angibt?

Ist die Radonbelastung unterhalb von Richtwerten (z.B. 200 Bq/m³) ungefährlich?

Sind eine Hausfrau (ein Hausmann) und ein Handelsvertreter (eine Handelsvertreterin), die die gleiche Wohnung haben, mit derselben (Jahres)Dosis belastet?

Welche Radonquellen innerhalb eines Hauses sind - außer Radon aus dem Boden - noch möglich? Wie hoch ist deren Beitrag zur Gesamtbelastung einzuschätzen?

Was ist das Radonpotenzial? Kann man mit Hilfe des Radonpotenzials eines Ortes konkrete Aussagen über die Radonbelastung eines bestimmten Hauses machen?

Versucht, eine realisierbare Messung (unter Berücksichtigung aller Gegebenheiten) der Radonkonzentration im Boden neben dem Schulgebäude zu planen.

Beurteilt folgende Maßnahmen gegen Radonbelastung

Maßnahme	(Stoß)Lüften der Wohnräume	Abdichten des Hausuntergrundes	Unterbodenbelüftung (Boden unter dem Haus)
Vorteile	(Text)	(Text)	(Text)
Nachteile	(Text)	(Text)	(Text)
Bei welcher Radonkonzentration geeignet ?	(Text)	(Text)	(Text)

4.3 Kompetenzen

Für die Unterrichtspraxis, etwa hinsichtlich der Methodenwahl und der Leistungsfeststellung eignet sich die folgende pragmatische Gliederung der vier Basiskompetenzen: Sachkompetenz, Methodenkompetenz, Sozialkompetenz und Selbstkompetenz. Die Ausarbeitung erfolgte auf der Grundlage einer Kompetenzenliste, die von der ‚Arbeitsgemeinschaft Leistungsfeststellung‘ des Stadtschulrates für Wien angegeben wurde.

Sachkompetenz

Definiert die Fähigkeiten, Wissen zu reproduzieren, Einzelwissen aufeinander zu beziehen, Wissen anzuwenden, sachgerecht entscheiden zu können.

Sachkompetenz umfasst fachliche Kompetenz, kognitive Kompetenz und funktionale Kompetenz.

Teilkompetenzen zu diesem Bereich

- Aneignung von fundiertem Wissen; über fundiertes Wissen verfügen, Wissensinhalte korrekt rezipieren (lesen und verstehen)
- Wissensinhalte fachlich korrekt und selbstständig analysieren/strukturieren
- Wissensinhalte fachlich korrekt reproduzieren (auch: abstrakte Inhalte verbildlichen)
- Wissensinhalte fachlich korrekt und selbstständig verbinden und anwenden (Synthese)

Taxonomie von Sachkompetenzen

1) **Sachkompetenz zu Kenntnissen:** beschreibt die Fähigkeit zur Erinnerung an Begriffe, Tatsachen, Regeln, Kategorien, Prozesse, Methoden, Gesetze... nachdem Stichwörter bzw. Anhaltspunkte gegeben wurden. (Aus dem Gedächtnis reproduzieren, wiedererkennen)

- Einen adäquaten, fachbezogenen Wortschatz (Fachbegriffe, Vokabular, Bedeutungen, Definitionen) wiedergeben
- Faktenwissen (Tatsachen, Eigenschaften, Beispiele, Phänomene) wiedergeben
- Konventionen (Regeln, Symbole, Abbildungen, Illustrationen) wiedergeben
- Prozesse und deren Ursachen wiedergeben
- Kategorien (Klassifikationen, Zuordnungen, Unterscheidungsmerkmale) wiedergeben
- Kriterien (Voraussetzungen, Grundlagen) wiedergeben
- Methoden (Techniken, Anwendungsmöglichkeiten) wiedergeben

- Verallgemeinerungen (Gesetze, Schlussfolgerungen) wiedergeben

2) **Verständnis**: beschreibt die Fähigkeit zur Aufnahme und Verarbeitung des Stoffes ohne Übertragung auf andere Bereiche bzw. ohne Erkennen der Bedeutung

- Erlerntes mit eigenen Worten wiedergeben
- Texte illustrieren
- Texte übersetzen bzw. neu formulieren
- Beziehungen, Methoden, Schlussfolgerungen erklären
- Aspekte unterscheiden
- Konsequenzen, Bedeutungen abschätzen
- Faktoren bestimmen

3) **Anwendungskompetenz**: beschreibt die Fähigkeit zur Anwendung von Prinzipien, Abstraktionen, Regeln, Methoden, Ideen in bekannten Situationen

- Prinzipien bzw. Gesetze gebrauchen
- Methoden anwenden
- Situationen verallgemeinern
- Transfer

4) **Analytische Kompetenz** (Analyse): beschreibt die Fähigkeit zur Aufgliederung von Informationen in ihre bestimmenden Elemente

- Analyse von Elementen (Einzelheiten aufdecken, Elemente unterscheiden, Annahmen bzw. Hypothesen von gesicherten Erkenntnissen unterscheiden ...)
- Analyse von Beziehungen bzw. Kausalitäten (Argumente vergleichen, Texte analysieren, Querverbindungen herstellen ...)
- Analyse von Prinzipien (Vorurteile aufdecken, Formen bzw. Muster unterscheiden, Techniken unterscheiden ...)

5) **Synthetische Kompetenz** (Synthese): beschreibt die Fähigkeit zur Zusammenfügung von Elementen bzw. Teilen zu einem Ganzen mit einer neuen Struktur

- Neues produzieren (Arbeitspläne modifizieren, Beobachtungen dokumentieren, Einzelheiten neu zusammenstellen, neue Produkte ohne Anleitung schaffen, Texteproduzieren ...)
- Planen (Pläne entwickeln, Ziele aufstellen, Lösungen vorschlagen ...)
- Schlussfolgern (Hypothesen aufstellen, neue Beziehungen ableiten, Beobachtungen und Entdeckungen neu formulieren, Schlussfolgerungen ziehen, Verallgemeinerungen aufstellen ...)

6) **Beurteilungskompetenz:** beschreibt die Fähigkeit zur Beurteilung, ob und in welchem Ausmaß bestimmte Kriterien für Inhalte, Materialien, Methoden erfüllt sind

- Innere Kriterien (Auswirkungen von Fehlern abschätzen, Genauigkeiten abschätzen, Verlässlichkeit beurteilen ...)
- Äußere Kriterien (Effizienz bzw. Effektivität abschätzen, Handlungsweisen bzw. Alternativen vergleichen und beurteilen, Lösungswege vergleichen ...)

Methodenkompetenz

Definiert die Fähigkeiten, Arbeitstechniken, Verfahrensweisen und Strategien (Methodenspektrum) sachgerecht, situationsbezogen und zielgerichtet anwenden zu können.

- Fähigkeit zu systematischem Arbeiten
- Fähigkeit, Ordnung zu halten
- Beschaffen, Speichern und Auswerten von Informationen (Exzerpieren; Strukturieren,...)
- Planungskompetenz (sachgerecht strukturiertes Planen, zielorientiertes Planen)
- Anwenden von Problemlösungsstrategien
- Präsentationsfähigkeit (Visualisieren, Präsentieren, Vortragen,...)
- Medienkompetenz (Fähigkeit zur vielfältigen Nutzung herkömmlicher und neuer Medien zu informativen und kommunikativen Zwecken)

Sozialkompetenz

Definiert die Fähigkeiten, in der sozialen Umwelt selbstständig und wertorientiert konstruktiv zu handeln. (In der Schulpraxis: ...mit anderen gemeinsam lernen und leben zu können).

Sozialkompetenz manifestiert sich je nach Situation innerhalb von Polaritäten:

Unabhängigkeit — Zugehörigkeit

Selbstbestimmung — soziale Verantwortung

Überlegenheit — Gleichheit

Durchsetzungsfähigkeit — Beziehungsfähigkeit

Selbstverwirklichung — soziale Anpassung

Autonomie — Integration

Teilkompetenzen zu diesem Bereich

- Kommunikationsfähigkeit (zuhören; Fragen stellen; ausreden lassen; begründen; argumentieren; diskutieren; Gespräche führen;...)
- Fähigkeit, an der Gestaltung des sozialen Lebens (innerhalb und außerhalb der Schule) mitzuwirken

- Fähigkeit, Vereinbarungen und Regeln und Gesetze einzuhalten
- Kooperationsfähigkeit; Interaktionsfähigkeit (Fähigkeit, Ideen anderer aufzugreifen und weiterzuführen, Erfolg mit anderen zu teilen)
- Beziehungsfähigkeit; Kontaktfähigkeit (Fähigkeit, auf andere zugehen zu können; offen zu sein bezüglich eigener Ziele, Absichten und Methoden)
- Teamfähigkeit
- Sensibilität, Einfühlungsvermögen; Fähigkeit zur Übernahme einer Rolle, Fähigkeit zur Übernahme einer Perspektive; wertschätzender Umgang mit anderen
- Fähigkeit, Verantwortung zu übernehmen (auch für gemeinsame Lernprozesse)
- Hilfsbereitschaft
- Integrationsvermögen (Fähigkeit, unterschiedliche Interessen zielgerichtet zu kanalisieren und eigene Konzepte einzubringen)
- Kompromissfähigkeit
- Durchsetzungsvermögen, Selbstbewusstsein
- Fähigkeit, in der Gruppe Initiative zu entwickeln
- Konfliktfähigkeit
- Selbstkontrolle (Fähigkeit, auf Aggressionen nicht aggressiv zu antworten, andere nicht zu provozieren)

Selbstkompetenz

Definiert die Fähigkeit, sich selbst zu erkennen und zu erfahren, über sich selbst zu bestimmen und sein Leben auf der Basis allgemein-menschlicher... Verbindlichkeiten zu gestalten. (Heinrich Roth)

Voraussetzung für Selbstkompetenz ist die Entwicklung eines wertorientierten Selbstbewusstseins.

Teilkompetenzen zu diesem Bereich

- Fähigkeit, sich in neuen Situationen immer wieder kennen zu lernen und zu erproben
- Entwicklung eigener Begabungen und Möglichkeiten
- Leistungsfähigkeit
- Lernfähigkeit
- Belastbarkeit
- Ausdauer

- Konzentrationsfähigkeit
- Auffassungsvermögen
- Merkfähigkeit
- Handlungskompetenz
- Entscheidungskompetenz
- Ausdrucksfähigkeit (mündlich, schriftlich, nonverbal), Ausdrucksvermögen; Sprachkompetenz
- Selbstständigkeit, Eigenständigkeit, Eigeninitiative, Eigenverantwortlichkeit
- Selbstsicherheit, Selbstvertrauen, positives Selbstkonzept
- Kreativität
- Urteilsfähigkeit, Beurteilungsvermögen hinsichtlich eigenpersonaler sowie fremdpersonaler Eigenschaften, Kompetenzen, Leistungen, hinsichtlich Aussagen, Sachverhalten, Wissen,...
- Personale Organisationsfähigkeit:, Zeitmanagement

4.4 Unterrichtsprojekte

Das Modell von Herbert Gudjons

Schritte und Merkmale eines Projekts	
I. Schritt	Auswählen einer geeigneten Sachlage zum Erwerb von Erfahrungen.
<i>1. Merkmal: Situationsbezug</i>	Ein Realitätsbezug muss vorhanden sein.
<i>2. Merkmal: Orientierung an den Interessen der Beteiligten</i>	Ohne Interesse am Thema kann keine Motivation entstehen.
<i>3. Merkmal: Gesellschaftliche Praxisrelevanz</i>	Die Zielgruppe des Projektergebnisses sollte festgelegt werden.
II. Schritt	Gemeinsam einen Plan zur Problemlösung entwickeln.
<i>4. Merkmal: Zielgerichtete Projektplanung</i>	Ein Plan zur Lösung des Problems wird entwickelt.

<p>5. <i>Merkmale: Selbstorganisation und Selbstverantwortung</i></p>	<p>Zielsetzung, Art und Methode des Lernens sind nicht vom Lehrer festgelegt. Die Schüler sollen selbst organisieren, planen, ausführen und Verantwortung für ihr Tun übernehmen.</p>
<p>III. Schritt</p>	<p>Sich mit dem Projekt handlungsorientiert auseinandersetzen.</p>
<p>6. <i>Merkmale: Einbeziehen vieler Sinne</i></p>	<p>Anstelle der üblichen Unterrichtsformen tritt eine ganze Palette von Handlungsformen. Theorie und Praxis rücken näher zusammen.</p>
<p>7. <i>Merkmale: Soziales Lernen</i></p>	<p>Es wird "voneinander" und "miteinander" gelernt. Interaktionen sind unverzichtbar.</p>
<p>IV. Schritt</p>	<p>Die erarbeitete Problemlösung an der Wirklichkeit überprüfen.</p>
<p>8. <i>Merkmale: Produktorientierung</i></p>	<p>Jedes Ziel eines Projekts wird als Produkt bezeichnet, auch wenn es keinen Gebrauchswert besitzt. Die Produkte haben einen Mitteilungswert, der "kommunizierbar" gemacht werden sollte.</p>
<p>9. <i>Merkmale: Interdisziplinarität</i></p>	<p>Vorstellung einer Aufgabe in ihrem komplexen Lebenszusammenhang, d.h. der Problemgehalt einer Situation wird ganzheitlich betrachtet.</p>
<p>10. <i>Merkmale: Grenzen des Projektunterrichts</i></p>	<p>Wo andere Unterrichtsformen ihre Berechtigung haben, befindet sich die Grenze. Es lassen sich nicht alle Lehrplaninhalte durch Projekte vermitteln. Hier sollte ein "Verbundsystem" angewendet werden. Es sind drei Varianten denkbar: a) Fachliche Kenntnisse werden vor Projektbeginn vermittelt b) Interaktionsphase während des Projekts c) Ergänzung in anderen Unterrichtsformen auf der Basis dessen, was die Schüler erarbeitet haben.</p>

Nach: Herbert Gudjons: 'Handlungsorientiert lehren und lernen, Schüleraktivierung - Selbsttätigkeit - Projektarbeit ', 6. überarbeitete und erweiterte Auflage, 2000, Julius Klinkhardt Verlagsbuchhandlung, Bad Heilbrunn

Die Projektmethode von Karl Frey

Die Projektmethode ist eine komplexe Lehr- und Lernform, sie entsteht aus dem Zusammenwirken einer Reihe von Komponenten. Frey entwickelt aus einem Grundmuster insgesamt sieben Komponenten, die nachfolgend kurz dargelegt sind.

Die Projektinitiative	Der Anfang eines Projektes besteht darin, dass jemand eine Idee, Anregung, eine Aufgabe, eine besondere Stimmung, ein Problem, ein bemerkenswertes Erlebnis, einen Betätigungswunsch oder einen Gegenstand in eine Gruppe einbringt. Jeder und alles kann zum Ausgangspunkt eines Projektes werden.
Auseinandersetzung mit der Projektinitiative in einem vorher vereinbarten Rahmen	Ergebnis = Projektskizze Die Projektinitiative wird diskutiert. Soll sie aufgegriffen werden und zur Projektskizze (schriftlich) weiterentwickelt werden? Keine Hierarchien zulassen, jeder darf seine Wünsche, Bedenken und Vorbehalte äußern.
Entwicklung der Projektinitiative zum Betätigungsgebiet	Ergebnis = Projektplan Hier kommt erstmalig ein Bildungswert ins Projekt. Es wird geklärt: wer im weiteren Verlauf des Projektes welche Art von Tätigkeiten wie intensiv für eine längere Zeit ausführen wird.
(Verstärkte) Aktivität im Betätigungsgebiet / Projektdurchführung	Die Projektmitglieder führen den Projektplan aus (im Idealfall). (Die verstärkte Aktivität nimmt in der Regel den zeitlich größten Teil des Projektes ein. Die Projekte werden von mehreren Fixpunkten und bis zu zwei Metainteraktionen unterbrochen.)
Beendigung des Projektes	Es gibt drei Abschlussvarianten: a) <i>Bewusster Abschluss</i> : Wird ein Produkt hergestellt, wäre der Projektabschluss gleichzeitig mit dem Produktionsende. b) <i>Rückkopplung zur Projektinitiative</i> : Rückschau und Vergleich mit der Produktinitiative. c) <i>Auslaufen lassen</i> : Das Projektende ist offen. Die Teilnehmer werden langsam in eine nachcurriculare Phase übergeführt.

<p>Fixpunkte</p>	<p>Etwa eine halbe Stunde:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Teilnehmer informieren sich gegenseitig über letzte Tätigkeiten - Notizen über letzte Phase und Anregungen für nächste Schritte formulieren - Nächste Schritte planen <p>Indikationen für die Notwendigkeit eines Fixpunktes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ein oder mehrere Teilnehmer haben den Eindruck, nicht zu wissen, was um sie geschieht - ein oder mehrere Teilnehmer geraten in dauernde Hektik oder Produktionszwang
<p>Metainteraktion</p>	<p>Etwa eine halbe Stunde:</p> <p>In der Phase der Metainteraktion hält man inne, um über das Abgelaufene oder das gerade passierende miteinander zu reden. Nicht der Projektinhalt, sondern der Projektablauf wird thematisiert. (Verständigungsrahmen, Umgangsformen, Argumentieren oder Äußern von Gefühlen. Distanz zu Hauptgeschehen wird geschaffen)</p>

Nach: Karl Frey: 'Die Projektmethode', 3. Auflage, Weinheim 1990.

BESONDERER DANK

Gilt Frau **Mag. Angela Schuster**, Koordinatorin im IMST²-SchwerpunktprogrammS1, für die hilfreiche, konstruktive Zusammenarbeit im Verlauf der Dokumentationsphase,

und Herrn **Jochen Gschnaller**, Inhaber der Firma GT-ANALYTIC in Innsbruck, der durch seine freundliche Unterstützung und die unentgeltliche Bereitstellung von Messgeräten die praktische Durchführung des Projekts ermöglichte.

5 LITERATUR

ARBEITSGEMEINSCHAFT ‚Allgemeinbildung‘ im Landesverband Bremen des Deutschen Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (MNU): ‚Naturwissenschaftlicher Unterricht im Kontext Allgemeiner Bildung‘ 1997

ARBEITSGEMEINSCHAFT ‚Leistungsfeststellung‘ im Stadtschulrat für Wien: Henrike Kschwendt-Michel, Michael Sörös et al. : ‚Neue Wege der schriftlichen Leistungsfeststellung in den allgemein bildenden höheren Schulen Wiens‘, 3/2002

AUSUBEL David P.: ‚Bedeutung und sinnvolles Lernen. Entdeckendes Lernen‘ in: Psychologie des Unterrichts, Weinheim 1974

BRUNER Jerome S.: ‚Der Akt der Entdeckung‘ in Heinz Neber (Hrsg.): ‚Entdeckendes Lernen‘, Weinheim 1973

FISCHER Roland: ‚Höhere Allgemeinbildung‘, Seminarmanuskripte, 2001

FREY Karl: ‚Die Projektmethode‘, 3. Auflage, Weinheim 1990

GRÄBER Wolfgang, NENTWIG Peter, KOBALLA Thomas, EVANS Robert (Hrsg.): ‚Scientific Literacy – Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung‘, Leske und Budrich, Opladen 2002

GUDJONS Herbert: ‚Handlungsorientiert lehren und lernen, Schüleraktivierung - Selbsttätigkeit - Projektarbeit‘, 6. überarbeitete und erweiterte Auflage, Julius Klinkhardt Verlagsbuchhandlung, Bad Heilbrunn 2000

KLAFKI Wolfgang: ‚Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik‘, 5. Auflage, Weinheim 1996

MUCKENFUSS Heinz: ‚Orientierungswissen und Verfügungswissen. Zur Ablehnung des Physikunterrichts durch die Mädchen‘ In: Naturwissenschaften im Unterricht, Physik. 7/1996 Heft 31

PETERSZEN Wilhelm H.: Konstruktivistische Didaktik 2000 / Lehrbuch der Allgemeinen Didaktik, München 2001, 6. völlig veränderte, aktualisierte und erweiterte Auflage

PFRIEM Peter, HAAG Marnie, FREITAG Stefan: ‚Der Projektunterricht‘, Universität Würzburg, Juli 2000

SCHÄFFER Maria-Magdalena: ‚Allgemeinbildung? Ja! Natürlich.‘, Jahresbericht des Bundesgymnasiums und Bundesrealgymnasiums Baden, Biondegasse; Juni 2002

SKOWRONEK Helmut: ‚Psychologische Grundlagen einer Didaktik der Denkerziehung. Kognitive Prozesse und kognitive Strukturen‘. Hannover 1970, 2. Auflage

TENORTH H.-E.: ‚Alles zu lehren — Möglichkeiten und Perspektiven Allgemeiner Bildung.‘, Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1994

TERHART Ewald: ‚Konstruktivismus und Unterricht. Gibt es einen neuen Ansatz in der Allgemeinen Didaktik?‘ Zeitschrift für Pädagogik 45, 1999

<http://www.gt-analytic.at>

<http://www.bmbwk.gv.at>

<http://www.bildungserver.de>

<http://www.mpib-berlin.mpg.de>

<http://bebis.cidsnet.de>

<http://www.schule-im-netz.de>

<http://paedpsych.jk.uni-linz.ac.at>

<http://members.chello.at/vcl-wien>

<http://www.ph-weingarten.de>

Homepage der Schüler/-innen: www.naturwissenschafts.net

Kontakt mit der Autorin: maria-magdalena.schaeffer@gmx.net