



Naturwissenschaftswerkstatt

PHYSIK – ABBILDUNG UND WIRKLICHKEIT

Mag. Wolfgang Oertl

Höhere Graphische Bundes-Lehr- und Versuchsanstalt Wien XIV

Wien, 2003

INHALTSVERZEICHNIS

1	MOTIVATION	4
2	ZIELE UND THEMENSTELLUNG.....	5
2.1	Ziele	5
2.2	Themenstellung	5
2.2.1	Physikalische Inhalte.....	5
2.2.2	Projektorientierte Inhalte	6
3	KONZEPT.....	7
3.1	Theoretischer Background	7
3.1.1	Multiple Intelligenzen	7
3.1.2	Lerntypentheorie (VAKOG).....	7
3.2	Praktischer Ansatz	7
3.2.1	Analyse des Intelligenztyps.....	7
3.2.2	Förderung nicht-naturwissenschaftlicher Intelligenzen	7
3.2.3	Methodenvielfalt.....	8
3.2.4	Learning by Doing	8
3.2.5	Peer-Teaching	8
4	ABLAUF	9
4.1	Wintersemester.....	9
4.1.1	Organisation.....	9
4.1.2	Information	9
4.1.3	Konzeption	10
4.1.4	Präsentation.....	10
4.1.5	Evaluation	11

4.2	Sommersemester.....	11
4.2.1	Organisation.....	11
4.2.2	Information.....	11
4.2.3	Präsentation.....	12
4.2.4	Evaluation.....	12
5	RESUMEE UND AUSBLICK.....	13
6	ANHANG.....	15
6.1	Theorie.....	15
6.1.1	Multiple Intelligences Theory (nach Howard Gardner).....	15
6.1.2	Beispiel aus der Intelligenztyp-Analyse.....	16
6.1.3	VAKOG Modell der Lernstile.....	17
6.2	Organisation.....	17
6.2.1	Themenliste, Beginn 1.Semester.....	17
6.2.2	Testfragen 2. Semester.....	17
6.3.	Schülerarbeit.....	19
7	LITERATUR.....	20
7.1.1	Bücher.....	20
7.1.2	Links.....	20

1 MOTIVATION

Da ich im Rahmen der Naturwissenschaftswerkstatt als Humanist mit den Fächern Deutsch und Englisch Außenseiter bin, sehe ich mich verpflichtet, vorab meinen Zugang zur Physik und meine Motivation für dieses Projekt darzulegen:

Vor Germanistik und Anglistik habe ich drei Semester Elektrotechnik studiert und mir ein Interesse für Mathematik und Physik bewahrt. Mir geht es auch in „meinen“ Fächern immer um den Querverweis auf die Wissenschaftsentwicklung und die Darstellung des in einer Zeit vorherrschenden Weltbildes. Jenseits des Abprüfbareren und praktisch Verwertbaren sehe ich als Ziel ein „physikalisches Weltbild“, das den Menschen eine Orientierung ermöglichen und eine Ahnung von der Faszination der Naturwissenschaften geben soll.

Im Schuljahr 1999/2000 arbeitete ich gemeinsam mit Dr. Christian Gottfried und anderen Lehren der GLV an einem Projekt über Teilchenphysik, das physikalische Inhalte alternativ darstellen wollte. Die Schüler entschlossen sich damals für die Form der TV-Partner-Show, um Bindungsgesetze von Elementarteilchen verständlich zu machen. Der große Erfolg von „Quark Affair“ zeigte, dass kreative Ansätze hinsichtlich Motivation und Wissensvermittlung ein großes Potenzial haben; noch Jahre später ist das Projekt bei den Schülern Gesprächsthema.

Daher hat mich die Möglichkeit fasziniert, im Rahmen der NWW weitere alternative Zugänge zur Physik auszuprobieren. Um als Amateur nicht fachlich angreifbar zu sein, haben sich zwei Physiker der GLV, Dr. Gottfried und Dr. Wolfgang Schöner, bereit erklärt, mir in inhaltlichen Bereichen helfend beizustehen und meinen Unterricht zu begleiten. Dafür sei ihnen an dieser Stelle herzlichst gedankt!

2 ZIELE UND THEMENSTELLUNG

2.1 Ziele

Das Projekt wurde mit Schülern der 2MFA, des 2.Jahrganges der Höheren Abteilung für Multimedia und Fotografie an der Höheren Graphischen Bundes-Lehr- und Versuchsanstalt, im Rahmen des Physik-Unterrichts durchgeführt.

Hauptanliegen des Projektes war, mit dem Schulunterricht die zentrale Schnittstelle zwischen Fachwissenschaft und Öffentlichkeit eindringlicher zu gestalten, um jenseits kurzfristigen Prüfungslernens nachhaltig Interesse für physikalische Inhalte und deren Stellenwert zu wecken und damit die Entstehung und Festigung eines naturwissenschaftlichen Weltbildes zu fördern.

Daher sollten von den Schülern, in Anwendung der Intelligenz-Theorien Howard Gardners, für die Erarbeitung und Vermittlung des Lernstoffs neue, möglichst nicht mathematisch-logische Wege gefunden und in Peer-Teaching selbst eingesetzt werden. Im Interesse der Motivation sollten den Schülern dabei möglichst große Freiräume für eigene Methoden und Ideen eingeräumt werden.

2.2 Themenstellung

2.2.1 Physikalische Inhalte

Das – auch für die fachliche Ausbildung der Schüler – wichtigste Themengebiet des Jahres war die Optik. Die Themengebiete umfassten:

- Schwingungen und Wellen
- Das elektromagnetische Spektrum
- Spektroskopie
- Strahlenoptik und Strahlenphysik
- Doppelspaltversuch und die Deutung der Quantentheorie
- Paradoxien der Lichtgeschwindigkeit und Relativitätstheorie
- Farbe in Physik, Psychologie und Geschichte
- Additive und Subtraktive Farbmischung; Farbdreieck
- Farbdruck, Farbphotographie und Bildschirme
- Polarisation und Anwendungen
- Laser, Interferenz, Kohärenz und Anwendung
- Sonnenenergie, Solarkonstante und Nutzung
- Optische Geräte (Fernrohr, Mikroskop, Projektor, Kamera)
- Das menschliche Auge und die optische Wahrnehmung
- Rechenbeispiele zur Optik

Ein weiterer Themenbereich beschäftigte sich mit Schwerkraft und Rotation:

- Planetenbahnen und Keplersche Gesetze
- Rechenbeispiele zur Rotation
- El Niño (Rotation, Meteorologie, Klimamodelle)

Außerdem sollte die Wahrnehmung der Wirklichkeit und ihre Abbildung in physikalischen Modellen thematisiert und die Grenzen der Vorstellbarkeit in Relativitäts- und Quantentheorie aufgezeigt werden.

2.2.2 Projektorientierte Inhalte

Grundprinzip des Projekts war die Erarbeitung und Vermittlung des Lernstoffs in Arbeitsgruppen. Dies setzt Teamfähigkeit und soziale Kompetenz voraus, um Aufgaben gemeinsam arbeitsteilig bewältigen zu können.

Bei Recherche und Konzeption der Präsentationen wurde der Eigeninitiative und Arbeitseinteilung der Schüler vertraut. In der Erarbeitungsphase waren Zeitmanagement und Recherchetechniken einzusetzen, um – unterstützt von den Lehrern – möglichst eigenständig brauchbares Material zu finden und durchzuarbeiten. Bei der Erarbeitung von alternativen Präsentationsformen sollten die Schüler einerseits die Themengebiete inhaltlich durchdringen und andererseits einen unkonventionellen, spielerischen, kreativen oder technischen Ansatz zur Darstellung des Gelernten finden.

Die Testfragen für den evaluierenden Individualtest konnten die Gruppen selbst formulieren. Dies bedeutete einen weiteren Transfer, um sich in die Lage der „Nicht-Spezialisten“ zu versetzen und das Wesentliche am Themenbereich in wenigen Fragen zu konzentrieren. Außerdem mussten die präsentierten Inhalte auch auf die Fragen abgestimmt verständlich gemacht werden.

3 KONZEPT

3.1 Theoretischer Background

3.1.1 Multiple Intelligenzen

Das Projekt ging von der Annahme Howard Gardners aus, dass Intelligenz ein multifaktorielles Phänomen sei, das sich nicht allein in IQ-Kategorien äußert¹. Gerade im naturwissenschaftlichen Unterricht ist der Anteil an logisch-mathematischem Denken und Vermitteln sehr hoch, dazu sollten Alternativen angeboten werden.

So sprechen verschiedene Sozialformen des Lernens die emotionalen Intelligenzen an, Experimente nutzen kinesthetische Fähigkeiten, und gerade die Optik bietet für visuell-räumliche Typen ein reiches Betätigungsfeld, besonders bei der Visualisierung der behandelten Phänomene. Selbst musikalische Intelligenz ist im Bereich der Wellen sinnvoll einzusetzen.

3.1.2 Lerntypentheorie (VAKOG)

Der Theorie der multiplen Intelligenzen ist das VAKOG-Modell der Lernstile² verwandt, das individuelle Präferenzen für bestimmte Lernstrategien annimmt. Diesem Modell sollte durch Methodenvielfalt und ein breit gestreutes Angebot an Präsentationsformen und Materialien entsprochen werden.

3.2 Praktischer Ansatz

3.2.1 Analyse des Intelligenztyps

In der Einführungsphase wurde der Intelligenztyp (sehr grob) durch einen kleinen Test bestimmt. Die daraus gewonnenen Informationen zeigten einerseits das Spektrum innerhalb der Klasse und boten andererseits eine Orientierung bei der Zusammensetzung der Gruppen.

3.2.2 Förderung nicht-naturwissenschaftlicher Intelligenzen

Der wichtigste Aspekt des Projektes war die Förderung nicht-naturwissenschaftlicher Intelligenzen. Gerade an der Graphischen finden sich kreative Schüler, die mit klassischen naturwissenschaftlichen Methoden und Argumentationen nicht optimal bedient sind, die aber bei geeigneter Betreuung eine völlig neue Sicht auf die zu behandelnden Phänomene entwickeln können. Diese Schüler zu entdecken, zu fördern

¹ siehe Anhang 6.1.1

² siehe Anhang 6.1.3

und zum kreativen Umgang mit dem Lernstoff anzuregen war das eigentliche Ziel des Projekts. In den einleitenden Besprechungen wurden die Schüler immer wieder angeregt, sich den physikalischen Inhalten auf andere Art zu nähern, als sie das bisher gewohnt waren. Darin verbarg sich allerdings ein logisches Problem: Um den Freiraum für eigene Ideen zu wahren, durften nur sehr vage Vorgaben zu den zahlreichen Möglichkeiten alternativer Zugänge gegeben werden. Damit entstand aber ein Spontaneitäts-Paradox³ da von den Schülern innovative Kreativität als Teil des Unterrichts eingefordert wurde.

3.2.3 Methodenvielfalt

Der Freigabe von Recherche und Präsentationsform folgt theoretisch eine starke Streuung der verwendeten Methoden. Der gemeinsame Nenner aller Gruppenarbeiten sollte eine Vorstellung des Ergebnisses vor der Klasse sein, wenn nötig auch außerhalb der Schule. Der Bogen konnte dabei von klassischem Frontalunterricht durch die Schüler über selbst gestalteten Gruppenunterricht oder Experimente bis zur Präsentation oder Aufführung kreativer Arbeiten reichen.

3.2.4 Learning by Doing

Eine weitere Folge der eigenverantwortlichen Erarbeitung war die Aufhebung der passiven Schülerrolle, zumindest während der Arbeit in den Gruppen. Selbstverständlich waren immer Lehrer verfügbar, um inhaltliche, organisatorische oder technische Hilfestellungen zu geben. Trotzdem mussten die Schüler selbst Material finden, evaluieren, studieren und in einer Präsentation verarbeiten. Learning by doing sollte dabei auf mehreren Ebenen stattfinden: Einerseits bei der selbständigen Recherche, dann bei der Vorbereitung der Präsentation und schließlich bei der Präsentation selbst.

3.2.5 Peer-Teaching

Das Konzept des Peer-Teaching (Schüler unterrichten Schüler) wurde auf drei Ebenen verwirklicht:

Erstens war es bereits in der Recherchephase nötig, dass Schüler das von ihnen gefundene Material ihren Gruppenkollegen bei der Zusammenstellung und Durcharbeitung vorstellten und erklärten.

Zweitens mussten die Gruppen in der Präsentationsphase den Rest der Klasse unterrichten. Dabei waren sie sowohl für den Inhalt als auch für die Form der Vermittlung selbst verantwortlich und mussten dazu Fragen für den Test vorbereiten.

Drittens war eine Nachbereitungs-Phase geplant, in der die „Spezialisten“ Fragen der anderen Gruppen zum Lernstoff und den Testfragen beantworten mussten. Nur in Notfällen sollten die Lehrer Details klären oder Zusammenhänge herstellen.

³ Watzlawik 1983, p.85ff.

4 ABLAUF

4.1 Wintersemester

Im ersten Semester war ein erster Durchlauf mit Präsentationen aller Gruppen geplant, der Ablauf des zweiten Semesters sollte erst nach den dabei gemachten Erfahrungen festgelegt werden.

Unterrichtszeit war Mittwoch 9. und 10. Stunde, also Randstunden, was die Auflösung des Klassenverbandes zu eigenständigem Arbeiten ermöglichte.

4.1.1 Organisation

Die erste Doppelstunde diente der Vorstellung des Projekts, der Zielsetzungen und Pläne und einer vorläufigen Erfassung der Intelligenztypen. Außerdem wurde, als weitere Grundlage für die Gruppenbildung, die Interessenslage der Schüler mit einer Liste der möglichen Themenbereiche abgefragt.

In der Auswertung für die Gruppenbildung wurde den relativ unscharfen Aussagen über die Intelligenztypen schließlich die inhaltliche Präferenz der Schüler vorgezogen. Die endgültige Gruppeneinteilung entstand in der zweiten Doppelstunde auf Wunsch der Schüler nach kleineren Korrekturen aus persönlichen, die Gruppendynamik betreffenden Gründen.

Für die dritte Einheit wurden die Schüler gebeten, sich für ihren Themenbereich bereits einen möglichen Zugang zu überlegen, der durch die Recherche auch wieder verworfen werden konnte. In dieser Phase kamen ausgezeichnete Vorschläge, wie zum Beispiel eine Vorstellung der Möglichkeiten von Farbe an Hand einer Einführung in die Ölmalerei oder eine praktische Demonstration von Auftrieb mit Papierfliegern. Leider wurden gerade die interessantesten Ideen schließlich nicht umgesetzt, teilweise aus Zeitmangel, wegen technischer Probleme oder aus Angst vor der eigenen Courage.

4.1.2 Information

Die nächsten fünf Wochen standen für die Recherche zur Verfügung. Grundsätzlich war die Klasse in einen Computerraum mit Internet-Anschluss verlegt, wo die Schüler die Möglichkeit hatten, über Suchmaschinen Material zu ihren Themen zu finden. Gleichzeitig wurden pro Doppelstunde jeweils zwei Gruppen von Lehrern intensiv betreut, die auch den anderen als Ansprechpartner zur Verfügung standen. Außerdem bestand für die gerade nicht betreuten Gruppen die Möglichkeit, in Eigenverantwortung außerhalb der Schule – sei es zu Hause auf schnelleren Rechnern, in Fachbibliotheken oder persönlich bei Spezialisten – Informationen zu beschaffen. Neben den Materialien aus dem www bekamen die Schüler je nach Bedarf auch Artikel und Bücher von den Lehrern.

Die Möglichkeit, der Schule zu „entkommen“, wurde von 30-50% der Schüler genützt; die Befürchtung, dies könnte als Freibrief für Nichtstun ausgelegt werden, erwies sich als unbegründet. Bereits während dieser Phase zeigte sich, dass die meisten Schüler höchst motiviert bei der Sache waren und ihre Fragen bewiesen, dass sie intensiv arbeiteten. Am Ende zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Anwesenden und den Dislozierten, in beiden Gruppen fanden sich Arbeitseifrige und U-Boote annähernd gleich häufig.

4.1.3 Konzeption

Anfang November war eine Zwischenpräsentation angesetzt, in der jede Gruppe in 10-15 Minuten ihren Ansatz für das Peer-Teaching vorstellen musste. Zu diesem Zeitpunkt waren einige der interessantesten Ideen⁴ nicht mehr aktuell, ein Projekt bereits stark in Verzug. Alle anderen Gruppen hatten ihre Recherche abgeschlossen und arbeiteten an einem brauchbaren Konzept. Dafür hatten sie weitere zwei Wochen Zeit, in denen sie auch letzte inhaltliche Details mit den Lehrern klären konnten.

4.1.4 Präsentation

4.1.4.1 Gruppenpräsentationen

In den Wochen bis Weihnachten wurden pro Doppelstunde zwei bis drei Präsentationen der Gruppen abgehalten. Das erste enttäuschende Ergebnis dieser Phase, das sich bei der Vorstellungsrunde bereits abgezeichnet hatte, war, dass sich die Mehrheit der Schüler für gerade die Form entschied, zu der Alternativen gesucht worden waren: Grundlage fast aller Arbeiten war eine PowerPoint Präsentation, allerdings meist mit anderen Medien kombiniert.

Zum Thema Farben wurden kleinere Experimente vorgeführt, die El Niño-Gruppe ging mit einem Video auch auf geographische Probleme ein.

Ein sehr ambitioniertes Projekt mit Papierfliegern war trotz gegenteiliger Ankündigung schlecht vorbereitet, dazu scheiterte die Vorführung des Motorflugmodells an einem technischen Defekt.

Die herausragende Leistung bot eine Gruppe, die ein Animations-Video zum Thema Optische Geräte produzierte, das in überarbeiteter Form als Unterrichtsmittel verwendet werden könnte.

4.1.4.2 Vertiefung

Um den von den Schülern unterrichteten Lehrstoff zu sichern und zu vertiefen, wurde zwischen Schülerpräsentationen und Test eine Vertiefungsphase eingeschoben, in der Unklarheiten bezüglich der Testfragen geklärt und Zusammenhänge hergestellt werden konnten. Diese Phase zeigte auch, dass die erhöhte Motivation zwar die Arbeit in der eigenen Gruppen verbessert, die Konzentration während der Ausführungen der anderen Gruppen aber nicht gehoben hatte. (Referats-Effekt)

⁴ siehe 4.1.1

4.1.5 Evaluation

Die Evaluation von Kreativität ist im Rahmen des naturwissenschaftlichen Unterrichts nicht einfach. Als Notlösung schien ein Individualtest, zu dem die Gruppen selbst Fragestellungen entworfen hatten, ein legitimer Ausweg, um zumindest eine vergleichbare Beurteilung der theoretischen Inhalte zu erreichen. Die Testfragen entsprachen im Prinzip denen nach konventionellem Unterricht, die Leistungen ebenfalls. Mangels einer Kontrollgruppe war allerdings kein exakter Vergleich möglich.

Weiters wurde die Präsentation selbst inhaltlich und formal in die Beurteilung einbezogen, wobei Engagement und Ideenreichtum besonders honoriert wurden.

4.2 Sommersemester

Nach den vom Standpunkt der Kreativität aus enttäuschenden Ergebnissen des ersten Semesters fand nach den Ferien eine Diskussionsrunde statt, in der der häufige Rekurs auf PowerPoint Präsentationen thematisiert wurde. Zwei Gründe scheinen demnach für dieses Phänomen verantwortlich:

Einerseits scheint die Schule als System linear strukturierte und sprachlich-logisch argumentierende Präsentationsformen bereits sehr früh zu forcieren, sodass die klassische „Präsentation“ nahezu automatisch als Darstellungsform gewählt wird, besonders in einem logisch-mathematischen Fach wie der Physik.

Andererseits war den Schülern sehr wohl bewusst, dass jede alternative Präsentationsform gegenüber dem Referat erhöhten Arbeitsaufwand erfordert, da zur Durchdringung des Lehrstoffs noch der Transfer in ein anderes Medium zu leisten ist. Dies scheiterte nicht etwa am Unwillen der Schüler, sondern viel mehr am erhöhten Zeitaufwand, der in diesem Fall zusätzlich zum Erarbeiten des Stoffs, und somit in der Freizeit zu tätigen gewesen wäre, die durch 39-Stunden-Woche und diverse andere Projekte (Fotografie etc.) ohnehin knapp bemessen ist.

Aus diesem Grund entschlossen wir uns, den in Grundzügen bereits bekannten Stoff in anderer Gruppeneinteilung und mit geänderten Themen nochmals kreativ zur Diskussion zu stellen.

4.2.1 Organisation

Um den Schülern, die an der Idee der Differenzierung von Intelligenz Interesse zeigten, genauere Informationen geben zu können, wurde ein erweiterter Lerntypentest durchgeführt⁵.

4.2.2 Information

Auf Wunsch der Schüler wurden die relevanten Inhalte nochmals in einer Präsentationsphase im Detail vorgestellt, teils, da besonders eingefordert, in Frontalunterricht.

⁵ siehe Anhang 6.1.2

Auch diese Präferenz scheint ihre Wurzeln im bisherigen Unterricht der Schüler zu haben, in dem das passive Aufnehmen bereits vorstrukturierter Information offensichtlich Standard war.

Danach wurde wieder individuell mit den Gruppen gearbeitet, um Hilfestellungen bei der Vorbereitung der neuen Präsentationen geben zu können.

4.2.3 Präsentation

Der zweite Präsentationsdurchgang brachte etwas aufgelockertere Ergebnisse:

Eine Gruppe wählte für einen Querschnitt durch verschiedene Themenbereiche die Form einer TV-Nachrichtensendung und überzeugte inhaltlich und didaktisch.

Ein zeichnerisch begabter Schüler stellte Themen der Optik witzig als Comics dar⁶.

Die Gruppe, die schon im ersten Semester einen Film produziert hatte, versuchte sich im gleichen Medium mit anderem Ansatz an einem anderen Thema.

Sehr interessant war auch ein sehr lockerer, eher nicht-technischer Vortrag einer Schülerin zum Thema Relativitätstheorie, der auf die Unanschaulichkeit der damit verbundenen Paradoxa und deren Folgen für die „Vorstellbarkeit“ der Physik einging.

4.2.4 Evaluation

Wie schon im ersten Semester wurde ein Individualtest durchgeführt, diesmal wurde aber Schülern, die sich durch überdurchschnittliches Engagement ausgezeichnet und im ersten Semester bereits ihr Wissen ausreichend unter Beweis gestellt hatten, der Test erlassen.

⁶ siehe Anhang 6.3

5 RESUMEE UND AUSBLICK

Nach Ende des Projektes stellt sich das Ergebnis uneinheitlich dar:

In der Theorie scheint der Multiple Intelligences Approach äußerst vielversprechend: das Bewusstsein für die unterschiedlichen Bedürfnisse der Schüler könnte den Unterricht aller Lehrer verbessern, besonders, wenn die Daten aus der Analyse in die Unterrichtspraxis eingehen.

In der Praxis stellten sich einer direkten Nutzung in möglichst homogenen Gruppen, so wie es im Projekt geplant war, erhebliche Schwierigkeiten entgegen: Einerseits kommen die Intelligenztypen nur sehr gemischt vor, andererseits ist eine reine Gruppierung nach Lerntypen schon wegen der unterschiedlichen inhaltlichen Interessen der Schüler kaum möglich.

Zudem dürfte die vorherige Unterrichtserfahrung der Schüler (zumindest unserer Klasse) bereits eine starke Konditionierung auf linear-linguistische Präsentationsformen zur Folge gehabt haben, sodass kreative und alternative Ansätze nur von einer Minderheit angewendet wurden. Trotzdem haben die Schüler im zweiten Semester stärker versucht, unkonventionelle Zugänge zu physikalischen Themen zu finden – damit ist zumindest ein Teilerfolg zu verbuchen.

Außerdem hat der erprobte Ansatz zu einer hohen Motivation der Schüler geführt, da ihnen durch das Gewähren von Freiräumen die Verantwortung für den Unterricht übertragen wurde. Diese Erfahrung der Selbstbestimmung war meist positiv besetzt, nur wenige Schüler hätten sich mehr Vorgaben - und wohl auch mehr Druck - gewünscht. Besonders erfreulich war, dass sich bei einigen Schülern das Interesse an der Physik - merkbar an Kommentaren und vertiefenden Fragen – im Laufe des Schuljahres deutlich verstärkte.

Trotzdem war die ursprünglich intendierte Diskussion der Relation zwischen Realität und Abbildung in Form physikalischer Theorien, die besonders in den Grenzbereichen von Relativitäts- und Quantentheorie interessant geworden wäre, für eine zweite Klasse zu komplex. Im Rahmen der Relativitätstheorie gab es interessante Gespräche zum Verständnis der Paradoxa, die die Schüler stark faszinierten; darüber hinaus reichende (wissenschafts-)theoretische Überlegungen konnten aber nicht vermittelt werden.

Ein Problembereich, der die Anfangsphase der eigenständigen Recherche betraf, war die geringe Erfahrung der Schüler mit qualitätvoller Internet-Suche. Scheinbar elementare Dinge, wie die Eingabe von Suchbegriffen in Suchmaschinen oder die Auswahl relevanter Seiten, erwiesen sich als erstaunlich schwierig und mussten eigens mit den Schülern erarbeitet werden. Für die Zukunft ist eine fächerübergreifende Einführung in die Suche nach und das Filtern von Informationen aus dem www notwendig, wenn möglich bereits in der Unterstufe und/oder als Unterrichtsprinzip.

Ein Resultat dieses Projekts könnte die Umkehrung des Ansatzes sein: Auf eine im Vortrag auf die verschiedenen Intelligenz- und Lerntypen abgestimmten Präsentationsphase durch den Lehrer könnte eine offene Diskussion möglicher Ansätze folgen, bei der konkrete Vorschläge für alternative Darstellungsformen erarbeitet und dann von den Schülern gewählt bzw. verändert werden können.

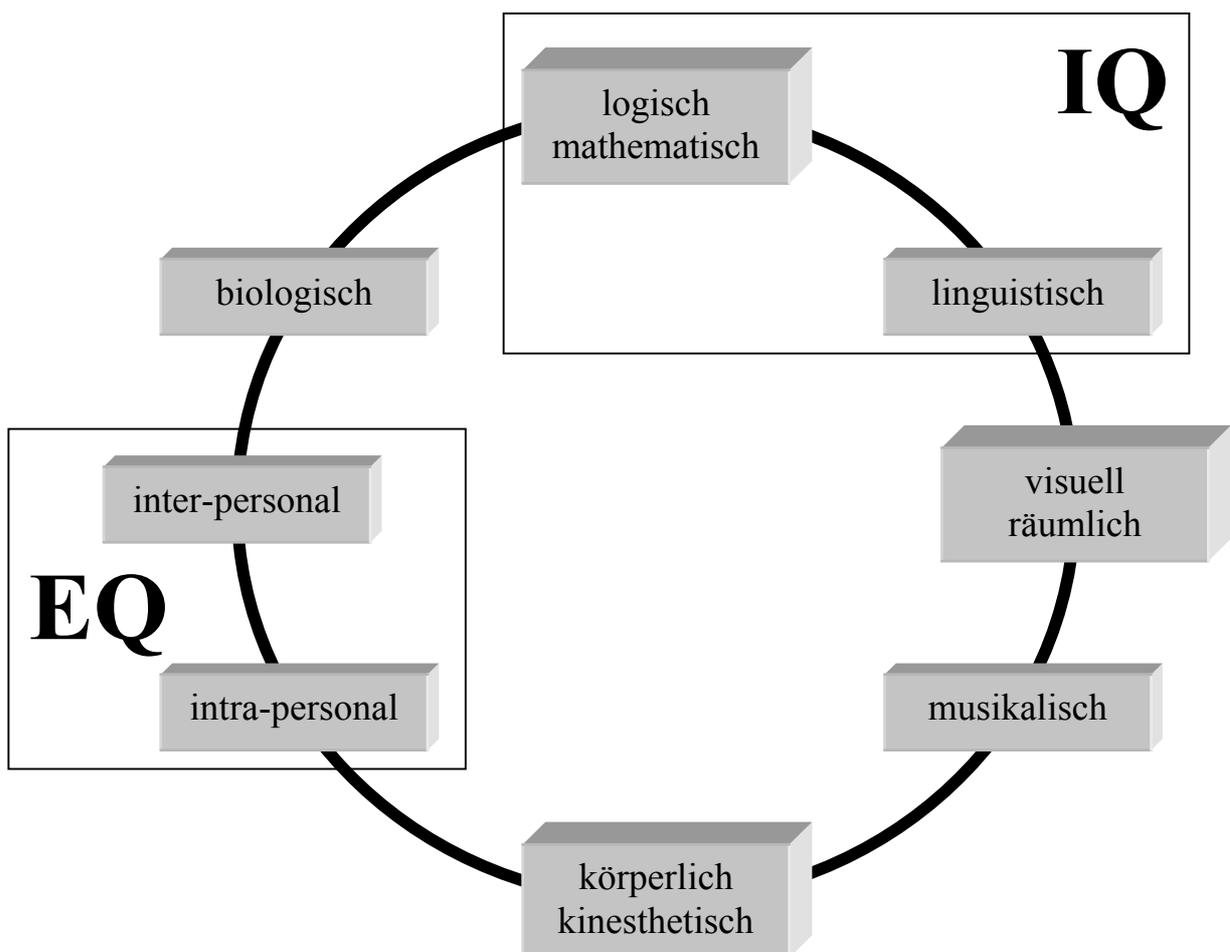
Prinzipiell ist die Durchführung eines für die Schüler doch sehr arbeitsaufwändigen Projekts in nur einem Fach problematisch. Das Problem mit dem Zeitmanagement könnte durch Erweiterung auf ein fächerübergreifendes Projekt in den Griff gebracht werden, da die nicht-naturwissenschaftlichen Aspekte in den anderen beteiligten Fächern in der Unterrichtszeit abgehandelt werden könnten.

6 ANHANG

6.1 Theorie

6.1.1 Multiple Intelligences Theory (nach Howard Gardner)

Nach der Theorie Howard Gardners ist Intelligenz nicht ein einheitliches Phänomen, sondern enthält Fähigkeiten verschiedener Dimensionen der Persönlichkeit. Was mit dem klassischen Intelligenztest (z.B. HAWIE⁷) als IQ erfasst wird, ist laut Gardner nur der logisch-mathematische und linguistische Anteil (im Falle des HAWIE auch mit einigen räumlichen Aufgabestellungen). Dem entsprechend nennt er den Bereich der emotionalen Intelligenz EQ.

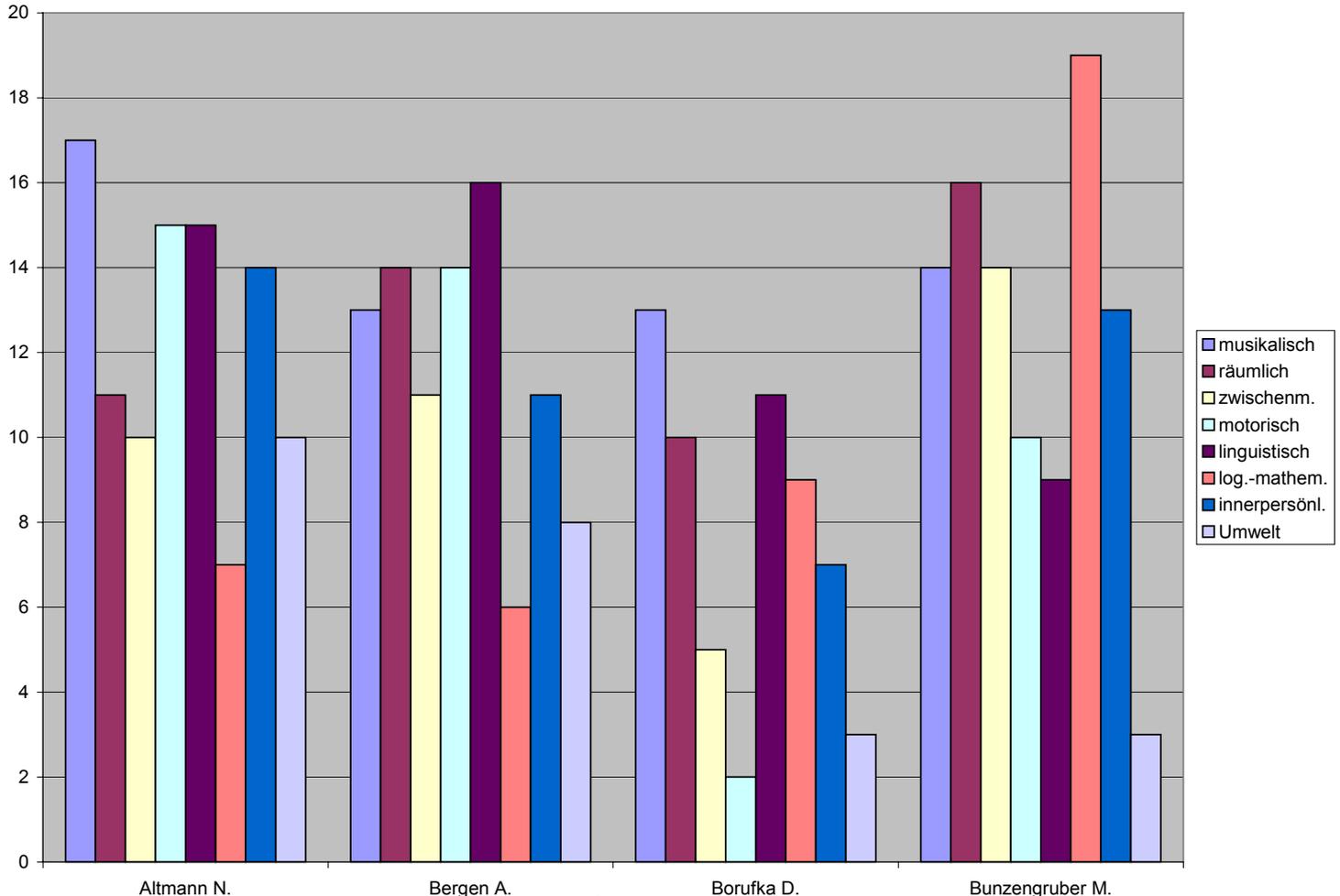


⁷ Hamburger Wechsler Intelligenztest für Erwachsene

8 Arten von Intelligenz (nach Howard Gardner)

1. logisch-mathematisch: Problemlösen: 75% der Lehrer unterrichten sequentiell, 70% der Schüler lernen nicht so!
2. linguistisch: Verbale Ausdrucks- und Analysefähigkeit
3. visuell-räumlich: Karten, Graphiken, Diagramme, Spinnendiagramme und Mind Maps
4. musikalisch: z.B. Hintergrundmusik, auch als Signal für Arbeitszeit in Gruppenarbeiten: Wenn die Musik endet, endet auch die Arbeitszeit – vermeidet den permanenten Blick auf die Uhr!
5. körperlich-kinesthetisch: „Hör auf zu wetzen!“ → Hört auf zu lernen!
6. intra-personal: Intra-personale Menschen fühlen sich bei Paar- oder Gruppenarbeiten nicht wohl; sie brauchen zuerst Zeit für sich. Wenn sie erst ein Hand-out und etwas Zeit, es alleine durchzulesen bekommen, können sie in der Gruppe besser arbeiten.
7. inter-personal: Soziales Geschick ermöglicht leichteres Lernen in der Gruppe, z.B. bei Paar- und Gruppenarbeit
8. biologisch: 1997 entdeckt. Primär die Fähigkeit, in Kategorien einzuteilen: essbar/giftig, Stammesidentifikation, etc.

6.1.2 Beispiel aus der Intelligenztyp-Analyse



6.1.3 VAKOG Modell der Lernstile

V isuell	=	sehen
A uditiv	=	hören
K inesthetisch	=	tun
O lfaktorisch	=	riechen
G ustatorisch	=	schmecken

6.2 Organisation

6.2.1 Themenliste, Beginn 1.Semester

Vorschläge von nachzuholenden Themen vom Vorjahr aus der Mechanik

1. Kosmosforschung, Planetenkunde (Entwicklung des Kosmos, Sternkarte)
2. Die internationale Raumstation (plus Drehbewegung)
3. Der Traum vom Fliegen (Druck und Auftrieb)
4. Aufbruch zu den Sternen (Raketentechnik, Impuls)
5. Skalare, Vektoren, Tensoren, gekrümmter Raum (nur für Einstein und Co?)

Vorschläge von Themen zur Optik

6. Eine Welt der Schwingungen und Wellen (lässt sie sich technisch bändigen?)
7. Was ist Licht (Licht und Dunkel, Sein und Nichtsein, Fülle und Nichts)?
8. Holographie, geheimnisvolle Welt der Wellenoptik (Beugung, Interferenz)
9. Farben (Farbmischungen, Farbenlehre)
10. Spektren, die Indizien für das Unbekannte (Entstehung von Spektren, Dopplereffekt, LASER)
11. Die sonderbaren Wege der Lichtstrahlen (Strahlenoptik, Reflexion, Brechung, Dispersion)
12. Die Zähmung der Lichtstrahlen durch optische Geräte (Mikroskope, Fernrohre, Auge, Kameras, Projektoren)
13. Das Klima-Phänomen El Niño (Klimakunde mit Hilfe von Satellitenbildern)
14. SRTM- die Shuttle Radar Topography Mission (Arten, Entstehung, Nutzen, Gefahren verschiedener Strahlenarten)
15. Licht und Schatten (Fotometrie)

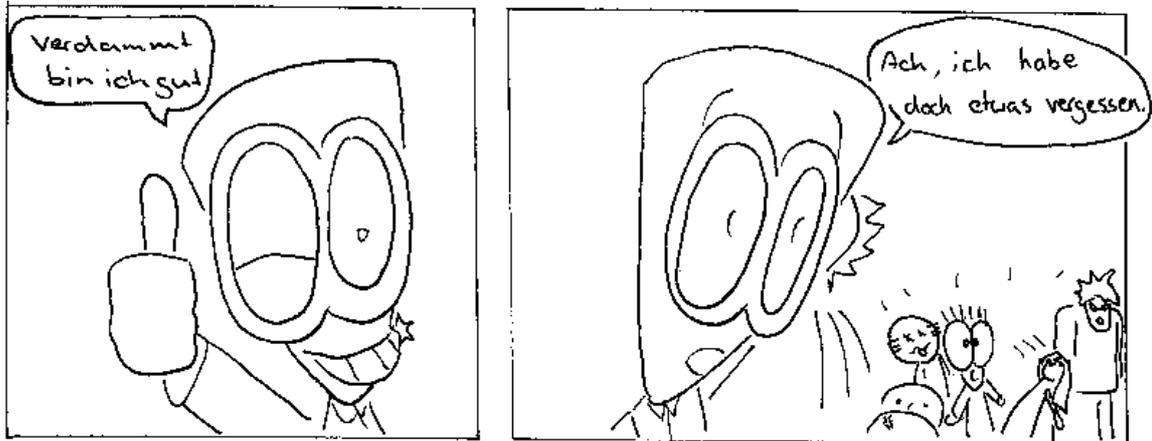
6.2.2 Testfragen 2. Semester

1. Warum bleibt die ISS auf ihrer Bahn und flieht weder ins All, noch fällt sie zur Erde?
2. Berechne die Geschwindigkeit der ISS aus der Gravitationskonstante, der Masse der Erde und dem Abstand der ISS von der Erdoberfläche. Wie lange braucht sie daher, um die Distanz Rom-London (1422 km) zu überwinden?

3. Berechne die Dauer des Mondumlaufs. Verwende für den Abstand des Mondes von der Erde 385.000 km. Die Masse der Erde und die Gravitationskonstante sind gegeben. Diskutiere das Ergebnis.
4. Berechne, welche Entfernung die ISS von der Erde ca. haben müsste, damit sie „ortsfest“ kreist. Die Masse der Erde und die Gravitationskonstante können als bekannt vorausgesetzt werden.
5. Berechne, wie oft die ISS pro Tag die Erde umkreist. Der Abstand der ISS von der Erde, die Gravitationskonstante und die Masse der Erde sind gegeben.
6. Erkläre die Fliehkraft als Trägheitskraft (Trägheitsprinzip und Prinzip von Aktion und Reaktion).
7. Welche Größen benötigt man, um die Erscheinungen bei der Rotation ausreichend zu beschreiben? Gib in einer Tabelle die jeweils analogen Größen bei der Translation an.
8. Welche Erhaltungssätze ermöglichen die Erklärung von Stoß- und Kreiseltvorgängen und wie lauten diese?
9. Wie entsteht die Corioliskraft, und welche Bedeutung hat sie auf der Erde?
10. Wie lautet der Impulserhaltungssatz? Gib Beispiele für seine Gültigkeit an.
11. Wie lautet das archimedische Prinzip, und was kann man damit erklären?
12. Was ist die Voraussetzung dafür, dass ein Körper in einer bestimmten Flüssigkeit schwimmt?
13. Was beschreibt die Bernoulli-Gleichung, und was kann man damit erklären?
14. Warum braucht der Hubschrauber einen Heckrotor?
15. Wie lautet das Newtonsche Wechselwirkungsgesetz, das auch Prinzip von Aktion und Reaktion genannt wird? Gib Beispiele für seine Gültigkeit an.
16. Wie kann man das Wesen des Lichts beschreiben?
17. Erkläre den Photoeffekt und seine Bedeutung für das Verständnis von Licht.
18. Die Energie des Photons ist durch eine sehr einfache Beziehung mit der Frequenz des Lichts verbunden. Gib diese Formel an und erkläre sie.
19. Gib Geräte und Nutzenanwendungen des Lichts an, zu deren Erklärung man das Teilchenbild von Licht verwendet.
20. Mit welchem berühmten Prinzip lassen sich die meisten Effekte der Wellenoptik beschreiben, und was besagt es?
21. Leite das Brechungsgesetz aus dem Huygensschen Prinzip ab.
22. Die Brechzahl einer Glassorte sei $n=1,464$. Welche Geschwindigkeit besitzt Licht in diesem Glas?
23. Wie groß muss die Brechzahl eines Mediums mindestens sein, damit bei einem Winkel vom 43° Totalreflexion auftritt?
24. Erkläre den Begriff Interferenz von Wellen und gib Beispiele für Interferenzeffekte bei Licht an.
25. Erkläre den Begriff Dispersion von Wellen und beschreibe Dispersionseffekte bei Licht.
26. Was ist der Unterschied zwischen weißem und monochromatischem Licht?
27. Was ist der Unterschied zwischen Spektralfarben und Mischfarben?
28. In welchem Wellenlängenbereich liegt das sichtbare Licht?

(Es durften handgeschriebene Zettel mit den wichtigsten Konstanten verwendet werden.)

6.3 Schülerarbeit



Je kleiner der Krümmungsradius einer Sammellinse, desto kleiner die Brennweite und desto stärker die Lichtbrechung.

Darum wird der Kehrwert der Brennweite als Brechzahl bezeichnet.

Brechzahl D

$$D = \frac{1}{f}$$

$[D] = 1 \text{ m}^{-1} = 1 \text{ Dioptrie} = 1 \text{ dpt}$

Sehr Schief ASDMOM.

Realisier wie here...



7 LITERATUR

7.1.1 Bücher

Gardner, Howard 1991. The Unschooled Mind. How children learn, and how schools should teach. Basic Books

Gardner, Howard 1993. Multiple Intelligences. The Theory in Practice. Basic Books

Gardner, Howard 1999. Intelligence Reframed. Basic Books

Watzlawick, Paul 1983. Anleitung zum Unglücklichsein. Piper

7.1.2 Links

(zu Gardner:) http://www.researchmatters.harvard.edu/people.php?people_id=430

<http://www.ed.psu.edu/insys/ESD/gardner/menu.html>

(zu VAKOG:) http://www.online-netzwerk-lernen.de/online-netzwerk-lernen-download/aktive_lehrmethoden.pdf

<http://www.nlp-direkt.at/Downloads/NLP-E.pdf>