



**MNI-Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
S2 „Grundbildung“**

REGIONALES FACHDIDAKTIK- ZENTRUM VORARLBERG PHYSIK

Mag. Gerold Haider

**Klaus Bergmeister (Berufsschule), Dipl. Ing. Heimo Breitegger (HTL Bregenz),
Josef Frick (PI des Landes, HS), Mag. Klaus Himpsl (HTL Dornbirn), Mag. Wal-
ter Rigger (BG Dornbirn), Dipl. Päd. Marlis Schedler (PA Feldkirch, HS Doren),
Dr. Roland Zarwasch (HTL Dornbirn)**

Bregenz, Juli 2006

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ABSTRACT	4
1 URSACHEN	5
2 GRÜNDE FÜR DIESES PROJEKT	7
3 CHANCEN DER UMSETZUNG	8
4 DER FELDBEGRIFF	9
4.1 Fachinhalt	9
4.2 Zielsetzung.....	9
4.3 Lehrplanbezug	10
4.3.1 Volksschule.....	10
4.3.2 Hauptschule /AHS-Unterstufe	13
4.3.3 Oberstufen	13
4.4 Bildungsrelevanz.....	13
5 VERSCHIEDENE PERSPEKTIVEN	16
5.1 Fachperspektive.....	16
5.2 Lehrerperspektive	16
5.3 Schülerperspektive	16
6 DAS PROJEKT „FELD“	17
6.1 Chronologie.....	17
6.2 Methoden und Durchführung	19
6.2.1 Treffen der Kerngruppe am 13.10.2005.....	19
6.2.2 IMST	26
6.2.3 Treffen der Kerngruppe am 20.12.2005.....	26
6.2.4 Überlegungen zum Bild.....	28
6.2.5 Fachdidaktik-Workshop 1 am 18.1.2006.....	29
6.2.6 Die Idee des Lawinen-Verschütteten-Suchgerätes	35
6.2.7 Fachdidaktik-Workshop 2 am 22.3.2006.....	36
6.2.8 Abschlussveranstaltung am 11.5.2006	37
6.2.9 Das Bild in der Physik	38

7	EVALUATION	40
7.1	Fragebogen als Evaluationsinstrument.....	40
7.2	Auswertung.....	42
7.3	Konsequenzen.....	48
8	SCHLUSSWORT & AUSBLICK	50
9	ANHANG	52
9.1	Unterlagen für Lehrer zum Thema LVS.....	52
9.2	Schüler-Arbeitsblätter.....	60
10	LITERATUR	61

ABSTRACT

Mit der Entwicklung eines regionalen Fachdidaktikzentrums will Vorarlberg die Naturwissenschaften fördern. In allen naturwissenschaftlichen Fächern sollen anhand von Bildern wesentliche grundlegende Konzepte verdeutlicht werden. Im Fach Physik wählten wir den Feldbegriff, den wir mit dem Bild eines Theatersaales (Preiskategorien) verknüpfen wollen. Dieses Bild des Theatersaales soll von der Volksschule bis zur Oberstufe verwendet werden. Dadurch wird auch die Nahtstellenproblematik bekämpft. Die Schüler hören zum selben Bild immer wieder neue und vertiefende Aspekte, das Wesentliche bleibt gleich (Bild), die Informationen nehmen zu. Insgesamt wird dadurch der Begriff des Feldes anschaulicher und verständlicher.

Schulstufe: 1. - 13. Schulstufe

Fächer: Physik

Kontaktperson: Prof. Mag. Gerold Haider

Kontaktadresse: Pädagogische Akademie Feldkirch

Liechtensteiner Straße 33 – 37

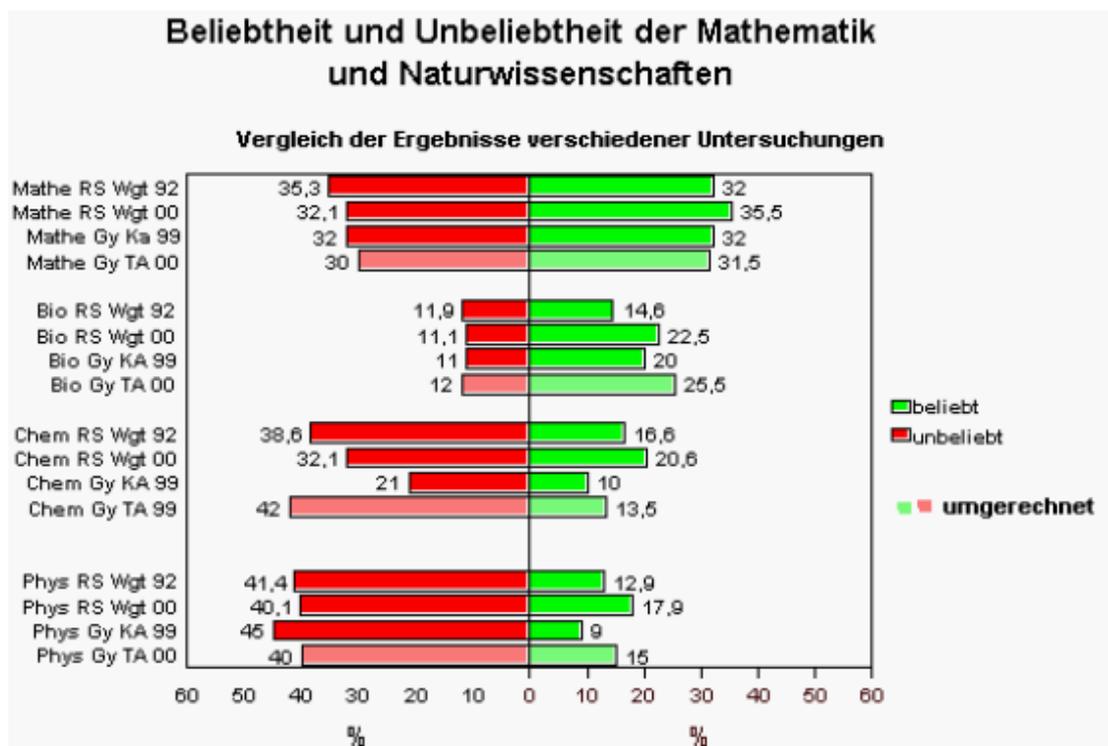
6800 Feldkirch

Email: gerold.haider@ph-vorarlberg.at

1 URSACHEN

Das Pädagogische Institut des Bundes in Vorarlberg ist bestrebt ein regionales naturwissenschaftliches Fachdidaktikzentrum aufzubauen. Dieses Fachdidaktik-Zentrum soll den KollegInnen die Möglichkeit bieten, Ideen einzubringen und von den Ideen anderer KollegInnen zu profitieren. Dadurch sollen die naturwissenschaftlichen Fächer interessanter gestaltet werden können. Dies ist ein wichtiges Anliegen in einer Zeit, in der die Naturwissenschaften im Fächerkanon eher zu den unbeliebten Fächern zählen.

Dies ersieht man aus einer Studie von Univ. Prof. Dr. Heinz Muckenfuß aus dem Jahr 2000¹.



Jede Weiterentwicklung des Faches Physik kann und soll die Beliebtheit des Faches steigern und dadurch die Wertigkeit des Faches erhöhen.

Ein weiteres wichtiges Problem soll mit dem regionalen Fachdidaktikzentrum verbessert werden.

Die Schnittstellenproblematik (Übergänge 4. zur 5. Schulstufe bzw. 8. zur 9. Schulstufe) ist derzeit in keiner Weise gelöst.

Das Fach Physik existiert in der Volksschule nur im Sachunterricht. Dort ist es (je nach LehrerIn) eher wenig repräsentiert. Es gibt wenige gute Unterlagen, wie man den Physikunterricht in der Volksschule attraktiver und kindgerechter gestalten kann.

¹ Das Diagramm entstammt einem Vortrag beim Stadtforum Bildung der Stadt Stuttgart am 28. Juni 2000.

In den Schulstufen 6 bis 8 wird im Physikunterricht ein wichtiger Grundstein zum Verständnis des Faches und auch zur Akzeptanz des Faches gelegt. Leider wird das Fach Physik noch sehr oft von ungeprüften Lehrern unterrichtet.

In der Oberstufe beginnt der Unterricht meist wieder ganz von vorne, da es sehr schwierig ist, auf unsicheres Wissen aufzubauen.

Unser Projekt soll gerade für diese Problematik ein erster Schritt sein. Von der Volksschule weg wird mit einem grundlegenden Modell ein wichtiger Begriff der Physik immer wieder erläutert werden. Mit zunehmendem Alter kann der Begriff ausgebaut werden, auf bestehendes Wissen kann zurückgegriffen werden.

2 GRÜNDE FÜR DIESES PROJEKT

Die grundlegende Idee besteht darin, wesentliche physikalische Effekte möglichst gut den SchülerInnen erklären zu können. Da ich immer wieder feststellen muss, dass StudentInnen an der Pädagogischen Akademie keine Ahnung von wesentlichen Begriffen aus der Physik haben, obwohl alle mehrere Jahre Physikunterricht hinter sich haben und noch dazu ein großes Fachinteresse zeigen, war es nahe liegend hier Abhilfe zu schaffen.

Ein erster Weg war die Durchführung eines großen IMST-Projektes von sechs naturwissenschaftlichen Fächern. Die Naturwissenschaften sollten versuchen, gemeinsam ihre Berechtigung im Fächerkanon einer Schule darzustellen. Dabei bleibt es das oberste Ziel, dass das Wissen möglichst lebensnah an die SchülerInnen herangebracht wird. Nur in der Verbindung zum täglichen Leben können junge Menschen die Wichtigkeit eines Schulfaches begreifen.

Um einen großen Multiplikationseffekt zu erreichen, müssen wir die LehrerInnen direkt ansprechen. Sie könnten dann die neuen Ideen an die Schulen tragen.

Daten müssen möglichst leicht allen KollegInnen zugänglich sein. Unterrichtskonzepte haben nur dann eine Breitenwirkung, wenn sie mit direkten Umsetzungsmöglichkeiten angeboten werden. Daher möchte ich möglichst viele Stundenbilder zu diesem Thema erarbeiten bzw. erarbeiten lassen. Alle Stundenbilder sollen der Öffentlichkeit zur Verwendung frei gegeben werden.

Dieses Projekt soll ein erster Ansatz in diese Richtung sein. Nach einer groben Zielabsteckung werden sicher mehrere Nachfolgeprojekte die Idee aufgreifen und detailliert bearbeiten müssen.

3 CHANCEN DER UMSETZUNG

Das Projekt Physik ist in ein übergeordnetes Projekt im regionalen Fachdidaktikzentrum integriert. sechs Fächer (Biologie; Geografie; Chemie; Physik; Mathematik; Informatik) erarbeiten nach dem gleichen Grundkonzept ein durchgängig verwendbares Bild eines wichtigen Begriffes aus ihrem Fach.

- ✚ Biologie → Evolution
- ✚ Geografie → Gletscher
- ✚ Chemie → Reaktion
- ✚ Physik → Feldbegriff
- ✚ Mathematik → Finanzmathematik
- ✚ Informatik → Codes

Unter durchgängig verstehen wir, dass wir ein Bild erstellen, das so einfach ist, dass es schon von Volksschülern verstanden werden kann. Das Bild muss jedoch auch so ausbaufähig sein, dass auch in Oberstufenklassen der Begriff mit dem gleichen Bild verbunden werden kann und es noch Neues im Bild zu entdecken gibt.

Wir erhoffen uns eine große Breitenwirkung dieser Projekte, da nicht nur einzelne LehrerInnen am Projekt beteiligt sind, sondern dieses Projekt sowohl von der politischen Führung des Landes (Landesrat Mag. Siegfried Stemer) als auch vom Landesschulrat für Vorarlberg (vertreten durch die LSIs) getragen wird.

Ein erster Schritt zum Abbau der Schnittstellenproblematik ist die Zusammenarbeit von LehrerInnen verschiedenster Schultypen und Schulstufen in den einzelnen Projektgruppen bzw. Kernteams.

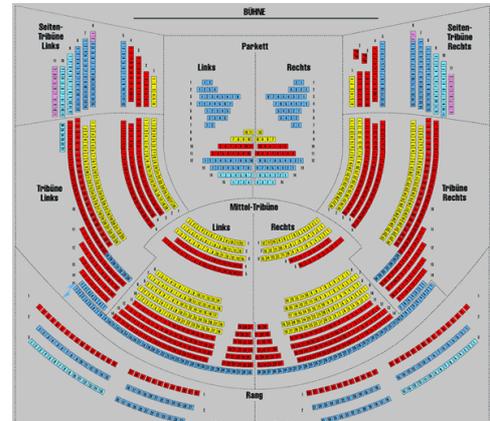
Selbstverständlich darf die Breitenwirkung am Anfang nicht als zu groß eingeschätzt werden. Dieses Modell braucht außerdem viel Zeit, bis es wirklich wirken kann. Allein die Tatsache, dass SchülerInnen, die in der Volksschule das erste Mal mit diesem Konzept konfrontiert werden, erst in ca. 10 Jahren in den letzten Klassen der Oberstufe angelangt sind, zeigt schon, dass die Ergebnisse nicht sofort sichtbar sein werden.

4 DER FELDBEGRIFF

4.1 Fachinhalt

Das Thema „Feld“ soll in möglichst vielen Schulstufen mit einem grundlegenden Bild erklärt werden.

Dieses Bild stellt die Preiskategorien eines Theater- (Kino-)sitzplanes dar. Die verschiedenen Farben entsprechen den Preiskategorien. Aus diesem Bild können alle wichtigen Begriffe zum Thema „Feld“ abgeleitet werden. Zur Unterstützung werden in den verschiedenen Klassen dann noch andere Bilder eingesetzt. Dieses Bild bleibt aber als Grundidee über alle Schulstufen gleich.



4.2 Zielsetzung

Nahziel: Die LehrerInnen sollen für diesen Arbeitsbereich motiviert werden, in ihrem Unterricht neue Bereiche auszuprobieren. Das Fach Physik sollte Überblicke über wesentliche Modelle vermitteln, dazu könnten Bilder von wesentlichen physikalischen Grundbegriffen dienen.

Die Schnittstellenproblematik soll dadurch den KollegInnen bewusst gemacht werden. Ein großes Problem stellt nach wie vor die Nahtstellenproblematik dar. Jeder neue Abschnitt beginnt wieder von vorne. Um dies zu verhindern, kann ein durchgehend verwendetes Bild sehr gut als Aufhänger dienen. Da die SchülerInnen dieses Bild bereits gesehen haben, ist ein Neubeginn nicht mehr unbedingt erforderlich.

Fernziel: Die SchülerInnen sollen den Begriff ‚Feld‘ in vereinfachter und zunehmend komplexerer Weise beschreiben können. Die steigenden Anforderungen sollen durch dasselbe Bild erreicht werden.

Die SchülerInnen sollen den Begriff „Feld“ verstehen können. Sollte dieses Ziel erreicht werden, so ist ein Grundbegriff der Naturwissenschaften wirklich langfristig gefestigt.

Volksschule (Schulstufe 1 – 4):

- Die SchülerInnen sollen mit dem Begriff Feld eine Eigenschaft einem bestimmten Ort zuordnen können (Preis → Sitzplatz). Dabei muss der eigentliche Begriff „Feld“ gar nicht erwähnt werden, wichtig ist es eher, die Zuordnung zu erklären und ein erstes Bild von dieser Zuordnung zu erhalten.

Mittelstufe (Schulstufe 5 – 8):

- ✚ Die SchülerInnen sollen sich ein Feld (wie bereits in der Volksschule begonnen) bildlich vorstellen können (Visualisierung).
- ✚ Die SchülerInnen sollen den Begriff der Äquipotentiallinie bzw. Äquipotentialfläche anschaulich begreifen können.
- ✚ Die SchülerInnen sollen mit einfachen Messgeräten die Stärke eines Feldes verstehen können.
- ✚ Die SchülerInnen sollen anhand von praktischen Versuchen mit Lawinensuchgeräten die Verbindung zwischen Theorie und Praxis der Feldlinien herstellen können.

Oberstufe (Schulstufe 9 – 13):

- ✚ Die SchülerInnen sollen den Unterschied Vektorfeld – Skalarenfeld verstehen.
- ✚ Die SchülerInnen sollen die Änderung des Feldes (Gradient) begreifen. Dies ist aus dem Bild (Farbänderung) ersichtlich und kann in physikalischen Feldern leicht nachvollzogen werden (Höhenänderung; Temperaturänderung;...)
- ✚ Die SchülerInnen sollen den Unterschied zwischen einem homogenen und einem inhomogenen Feld anhand der Feldlinien erkennen können.
- ✚ Die SchülerInnen sollen mit Hilfe einfacher Geräte den Feldlinienverlauf messen und darstellen können.
- ✚ Die SchülerInnen sollen z.B. die Feldstärke an einem beliebigen Ort berechnen können.

4.3 Lehrplanbezug

4.3.1 Volksschule

Der Lehrplanbezug zur Volksschule soll hier etwas ausführlicher dargelegt werden, da man in diesen Schulstufen eher weniger Hinweise auf Felder vermuten könnte.

3. Lebensbezogenheit und Anschaulichkeit²

Die Grundsätze der Lebensbezogenheit und der Anschaulichkeit verlangen von der Lehrerin

bzw. vom Lehrer, dass der Unterricht nach Möglichkeit von der konkreten Erlebniswelt des Kindes ausgeht und zu dieser auch wieder zurückführt. Veran-

² aus: Lehrplan der Volksschule, Dritter Teil, Allgemeine didaktische Grundsätze, Stand: September 2001

schaulichung verlangt von der Lehrerin bzw. vom Lehrer, dass sie bzw. er die Lehrstoffe den Erfahrungen der Kinder zugänglich machen soll.

Sachbegegnung³

Gefahren für unsere Gesundheit, Umgang mit technischen Geräten, mit elektrischem Strom; mit Medikamenten; Reinigungsmitteln; mit alkoholischen Getränken, ...)

Sachunterricht⁴

BILDUNGS- UND LEHRAUFGABE:

Der Sachunterricht soll den Schüler befähigen, seine unmittelbare und mittelbare Lebenswirklichkeit zu erschließen.

In diesem Sinne hat der Sachunterricht die Aufgabe, an entsprechenden Beispielen die vielseitige Betrachtungsweise der Wirklichkeit sowie die Stellung des Menschen - insbesondere die des Schülers - in dieser Wirklichkeit bewusst zu machen.

Ein kindgemäßer, gleichzeitig aber auch sachgerechter Unterricht führt die Schüler allmählich zu einem differenzierten Betrachten und Verstehen ihrer Umwelt und befähigt sie damit zu bewusstem und eigenständigem Handeln.

Kräfte und ihre Wirkungen⁵

- Erste Erkenntnisse über Kräfte und ihre Wirkungen erwerben*
- Auswirkungen einiger „Naturkräfte“ (z.B. Magnetkraft, Wind- und Wasserenergie) kennen lernen*
- Im Zusammenhang mit der Werkerziehung Nutzungsmöglichkeiten dieser Kräfte (z.B. Windrad, Segel; „Magnetspiele“, Wasserrad) erproben und besprechen*
- Mit Hilfe entsprechender Lehrmittel die Wirkungsweise von Kräften beobachten und einfache Experimente durchführen*

³ aus: Lehrplan der Volksschule, Sechster Teil, Bildungs- und Lehraufgaben, Lehrstoff und didaktische Grundsätze der verbindlichen Übungen der Vorschulstufe, Sachbegegnung, Stand: September 2001

⁴ aus: Lehrplan der Volksschule, Siebenter Teil, Bildungs- und Lehraufgaben sowie Lehrstoff und didaktische Grundsätze der Pflichtgegenstände der Grundschule und der Volksschuloberstufe, Grundschule – Sachunterricht, Stand: September 2001

⁵ Lehrplan der Volksschule, Siebenter Teil, Bildungs- und Lehraufgaben sowie Lehrstoff und didaktische Grundsätze der Pflichtgegenstände der Grundschule und der Volksschuloberstufe, Grundschule – Sachunterricht, Stand: September 2001

3. und 4. Schulstufe⁶

Kräfte und Wirkungen

- Weitere Kenntnisse über Kräfte und ihre Wirkungen erwerben*
- Die Wirkung der Magnetkraft (auf Metalle, zwischen Magneten; Kompassnadel) erproben, beobachten und als Gesetzmäßigkeit erkennen*

Einige Auswirkungen von Wärme kennen lernen:

- Wärmeausbreitung in unterschiedlichen Stoffen (deren Nutzung gezeigt an Beispielen wie Topfgriffe, Kühltasche, Heizkörpergröße)*
- Ausdehnung von Stoffen (gezeigt am Beispiel des Thermometers)*
- Wettererscheinungen (verschiedene Arten, Kennen und Beachten besonderer Gefahren: z.B. Gewitter, Nebel, Sturm)*
- Spezifische Arbeitsweisen erlernen Experimente mit Magneten durchführen, Langzeitbeobachtungen (des Wetters) durchführen und Tabellen anlegen*

Kräfte und ihre Wirkungen

- Weitere Kenntnisse über Kräfte und ihre Wirkungen erwerben*
- Die Wirkungsweise verschiedener Kräfte kennen*
- Gewicht als Kraft (Verformung durch Belasten)*
- Auftrieb (Schwimmen, Sinken)*
- Spezifische Arbeitsweisen erlernen und anwenden*
- Vergleichen und Messen von Kräften (z.B. Tauziehen; Federwaage)*
- Experimente durchführen (Schwimm- und Sinkversuche)*

⁶ Lehrplan der Volksschule, Siebenter Teil, Bildungs- und Lehraufgaben sowie Lehrstoff und didaktische Grundsätze der Pflichtgegenstände der Grundschule und der Volksschuloberstufe, Grundschule – Sachunterricht, Stand: September 2001

4.3.2 Hauptschule /AHS-Unterstufe⁷

Auszug aus dem Lehrplan der Unterstufe der AHS (identisch zum Lehrplan der Hauptschulen):

Bildungs- und Lehraufgabe:

Ausgehend von fachspezifischen Aspekten wird die enge Verflechtung der Physik mit anderen Naturwissenschaften bearbeitet: Der Unterrichtsgegenstand trägt zu allen Bildungsbereichen bei und soll sich keinesfalls nur auf die Darstellung physikalischer Inhalte beschränken.

Der Unterricht hat das Ziel, den Schülerinnen und Schülern das Modelldenken der Physik (Realwelt - Modell - Modelleigenschaften - Realwelt) zu vermitteln und physikalisches Wissen in größere Zusammenhänge zu stellen.

In allen drei Schulstufen, in denen Physik unterrichtet wird, kommt der Feldbegriff in den verschiedensten Formen vor. Vom Kraftfeld über das Temperaturfeld bis zum elektromagnetischen Feld ist dieser Begriff durchgehend wichtig und findet im Lehrplan seinen Niederschlag.

4.3.3 Oberstufen

Auch der Oberstufenlehrplan von allen Schulgattungen enthält den Begriff Feld in allen Variationen. Natürlich wird hier auf den Feldbegriff näher eingegangen, der Begriff wird präzisiert und kann in diesem Alter auch schon durch Rechnungen untermauert werden. Trotzdem sollte der Zusammenhang nicht verloren gehen. Das grundlegende Bild ist auch für die Oberstufe ausbaubar und soll die Ideen aus den vergangenen Schulstufen erweitern und festigen.

4.4 Bildungsrelevanz

Unser Projekt stellt aus meiner Sicht einen wichtigen Beitrag zur mathematisch-naturwissenschaftlichen Grundbildung dar. Folgende Hauptpunkte aus dem Grundbildungskonzept sind in diesem Projekt besonders angesprochen:

Weltverständnis

Da die Welt in großem Maße von der Technik geprägt ist, ist es ein wesentliches Anliegen unseres Projektes, das Verständnis für grundlegende naturwissenschaftliche Konzepte zu verdeutlichen.

Der Feldbegriff ist ein Basiskonzept der Naturwissenschaften. Die Diskussionen über Nahwirkungstheorie oder Fernwirkungstheorie ziehen sich schon über mehrere Jahrtausende. Für SchülerInnen ist eine Nahwirkungstheorie anschaulich und verständlich, hingegen sind Fernwirkungstheorien unanschaulich und fragwürdig.

⁷ Bundesgesetz vom 25. Juli 1962 über die Schulorganisation (Schulorganisationsgesetz) BGBl. Nr. 242/1962, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 20/2006

Der Feldbegriff, wie er in der Schule vermittelt wird (Ausnahme Quantenmechanik) basiert auf der Fernwirkungstheorie. Durch unser Konzept des Theatersaales soll diese Fernwirkung für die jungen Menschen eher greifbar werden. Durch dieses Modell kann der Fernwirkungstheorie die Unanschaulichkeit genommen werden.

Dadurch wird das Verständnis für Zusammenhänge in weiten Bereichen der Physik (Felder kommen in allen Bereichen vor) gehoben.

Alltagsbewältigung

Felder bzw. Konzepte dazu begegnen uns sehr oft im Alltag. Dies beginnt beim Lesen einer Landkarte, es berührt uns beim Telefonieren mit Funktelefonen und führt uns zum Umgang mit Lawinen-Verschütteten-Suchgeräten.

Das Projekt ‚Felder‘ versucht diese im Alltag vorkommenden Situationen verständlich zu machen und sie auf eine solide Basis zu stellen.

Das Lesen von Landkarten (bei Wanderungen, Touren,...) ist eine wichtige Vorbereitung. Können Höhenschichtlinien (Äquipotentiallinien) nicht gedeutet werden, kann das schwerwiegende Folgen bei der Wanderung haben (Überschätzung der eigenen Fähigkeiten!). Hier kann die Physik und damit unser Projekt helfen, den Alltag sicherer und gefahrloser zu bewältigen.

Als zweites Beispiel sei die Angst vor ‚Handystrahlung‘ erwähnt. Angst entsteht meist, wenn man vor unbekanntem Gefahren steht. Diese Angst kann nur genommen werden, wenn der Mensch die Gefahr selbst einschätzen kann. Zur Einschätzung gehört aber zuerst das Verständnis des Phänomens. Wird der Feldbegriff verständlich gemacht, dann ergibt sich daraus auch ein besseres Verständnis über Reichweite und Auswirkungen von elektromagnetischen Wellen. Dies sollte in allen Schulstufen (angepasst an das Alter) geschehen. Gefahren sollen nicht verharmlost werden. Es ist viel wichtiger, dass der Mensch die Gefahr selbst richtig einschätzen kann.

Abschließend möchte ich die direkte Verbindung zwischen der Theorie (Feldlinien) und der Darstellung durch ein Gerät aus dem Alltag erklären. Ein Lawinen-Verschütteten-Suchgerät (LVS) kann sehr viele Menschenleben retten. Viele Menschen (gerade im gebirgigen Raum Vorarlbergs) kommen unter Umständen in die Situation, bei einer Lawinenkatastrophe zu helfen. Das Wissen um die Funktion eines LVS und vor allem das Wissen um die Suchmethode kann in Notsituationen lebensrettend sein. Ich konnte feststellen, dass viele meiner KollegInnen nicht wussten, dass ein LVS den Retter nicht auf gerader Linie zum Verschütteten führt sondern entlang einer Feldlinie (also auf gekrümmtem Weg!). Dieses Wissen schon SchülerInnen zu vermitteln ist ein Anliegen dieses Teiles des Projekts.

Gesellschaftsrelevanz

Der oben angesprochene Punkt des Verständnisses einer Funkwelle beim mobilen Telefon ist auch von großer Gesellschaftsrelevanz. Diskussionen um Handynetze können nur dann sinnvoll geführt werden, wenn die Diskussionsteilnehmer ein grundlegendes Verständnis der Vorgänge haben. Daher ist es Aufgabe der Schule und unseres Projektes, dieses Verständnis zu vermitteln. Da der Feldbegriff hier die grundlegende Idee ist, finde ich es wichtig, diesen Begriff möglichst oft und möglichst

früh einzuführen. Durch das Konzept - immer auf das gleiche Bild zurückzugreifen - kann das Verständnis vertieft und gefestigt werden.

Berufliche Orientierung und Studierfähigkeit

Ein naturwissenschaftliches Studium wird von immer weniger jungen Menschen gewählt. Durch unser Projekt, das einerseits ein grundlegendes Konzept verdeutlicht, andererseits die Verbindung zur Praxis sehr eindringlich zeigt, kann das Interesse für Physik geweckt werden. In Verbindung mit der Besprechung des Feldbegriffs in der Quantenphysik (Austauschteilchen) kann hier sehr gut auch der Übergang zur modernen Forschung dargelegt werden. Dies sollte das Interesse vieler junger Menschen für unser Fach wecken.

5 VERSCHIEDENE PERSPEKTIVEN

5.1 Fachperspektive

Die Fachperspektive kommt bei diesem Projekt keinesfalls zu kurz. Das Thema ‚Feld‘ kommt im Lehrplan in fast allen Schulstufen vor (siehe Kapitel 3). Dieses Projekt versucht eine Leitlinie durch die gesamte Schulbildung zu geben. SchülerInnen denken selten fächerübergreifend. Auch jahrgangsübergreifend wird kaum gedacht. Durch unser Bild, das in allen Schulstufen immer wieder vorkommt, sollte gerade dieser Längseffekt erzielt werden. Die SchülerInnen verbinden verschiedenste Felder miteinander. Dies ist im Fach Physik eine ganz wichtige Perspektive, die im normalen Schulleben viel zu kurz kommt. Meist bekommt man den ‚Überblick‘ erst im Studium. Mit diesem Projekt soll der Überblick bereits in der Schulzeit gewonnen werden. Dies scheint mir eine ganz wichtige fachliche Perspektive, der derzeit im Unterricht noch viel zu wenig Augenmerk geschenkt wird.

5.2 Lehrerperspektive

Unser Projekt soll LehrerInnen helfen, ein schwieriges Gebiet (den Feldbegriff) besser verständlich zu machen. Außerdem wollen wir helfen, dass der Begriff nicht immer wieder neu eingeführt werden muss. Eine Lehrperson in einer höheren Schulstufe kann dank unseres Konzepts bereits auf ein Vorwissen zurückgreifen. Dadurch wird die Arbeit erleichtert und kann zielgerichtet fortgesetzt werden.

Im Rahmen dieses Projekts wurden auch einige neue Konzepte (Podiumsdiskussion; Feldmessung mit Lawinen-Verschütteten-Suchgerät) erarbeitet. Diese Konzepte wurden den LehrerInnen bereits ausgearbeitet zur Verfügung gestellt. Dies kann LehrerInnen motivieren auch etwas kompliziertere Inhalte unterzubringen.

5.3 Schülerperspektive

SchülerInnen akzeptieren Physik umso mehr, je eher sie eine Verbindung zur realen Welt sehen. Gerade die Gefahr, dass alle physikalischen Konzepte außerhalb der Erfahrungswelt von Jugendlichen ablaufen, macht die Physik unbeliebt. Es muss daher das Ziel sein, den Namen Physik wieder mit Wirklichkeit zu verbinden.

Der Feldbegriff ist ein sehr abstrakter und auf den ersten Anschein hin realitätsferner Begriff. Wir wollen mit unserem Konzept den Begriff nicht nur in allen Schulstufen bekannt machen, sondern auch den Feldbegriff wieder mit realen Gegebenheiten verknüpfen.

Umfragen, ob uns dies gelingt, sind sicher erst in einigen Jahren möglich. Derzeit ist es unser wichtigstes Anliegen, dieses Konzept bekannt zu machen und damit Eingang in möglichst viele Schulen zu finden.

6 DAS PROJEKT „FELD“

6.1 Chronologie

Das Projekt des regionalen Fachdidaktikzentrums Vorarlberg begann mit einer Auftaktveranstaltung an der Pädagogischen Akademie in Feldkirch im **Mai 2005**. Der amtsführende Präsident des Landesschulrates für Vorarlberg, Herr Mag. Siegi Steiner, initiierte in einem kurzen Vortrag das Fachdidaktikzentrum.

Herr Dr. Michael Wohlmuth stellte in einem Vortrag die Idee vor, dass ein Thema durch ein möglichst typisches Bild beschrieben werden sollte. Dieses Bild sollte das gewählte Thema beschreiben und vor allem in allen Schulstufen (von der Volksschule bis zur Oberstufe) anwendbar sein. Schülerinnen und Schüler sollen dieses Bild möglichst oft wieder sehen. Auf diese Art und Weise sollte man sich diesen Begriff besser merken und langfristiger im Bewusstsein behalten.

Im Rahmen dieser ersten Sitzung trafen sich Physiker aus den verschiedensten Schulbereichen (die Auswahl trafen die Pädagogischen Institute; es fehlte nur ein Vertreter aus der Volksschule) und überlegten, wie wir vorgehen sollten. Als erstes wurde ein Gruppenleiter ernannt. Die Wahl fiel auf mich. Der zweite und wichtigere Punkt war die Überlegung, welches Thema wir im Bereich Physik thematisieren sollten.

Einige wichtige Begriffe wurden genannt: Zeit, Energie, Feldbegriff. Nach eingehender Diskussion wählten wir den Feldbegriff als unser Thema. Aus Sicht aller KollegInnen ist der Feldbegriff ein zentraler Begriff im Verständnis der Physik. Außerdem schien uns dieses Thema nicht so abgedroschen zu sein wie der Begriff Energie. Zeit wiederum dürfte ein derart schwer zu fassender Begriff sein, dass wir uns nicht am Anfang unserer Bestrebungen schon solche Hürden vorlegen wollten.

Nach diesem ersten Treffen im Mai 2005 bat ich alle KollegInnen mir Ideen zu diesem Thema über Email zu schicken. Wir wollten die Treffen möglichst gering halten und einigten uns daher auf Kontakt via Internet. Da die beteiligten KollegInnen am Schuljahrsende relativ viel zu tun hatten, war ein erstes Treffen für den Herbst geplant.

Nach mehreren Urgenzen erhielt ich von einigen wenigen KollegInnen kurze Stellungnahmen zum Thema ‚Feld‘ in ihren Schultypen. Das erste Treffen der Kerngruppe fand am **13.10.2005** im BG Dornbirn statt.

Nähere Informationen zu den einzelnen Veranstaltungen finden sich im Kapitel 6.2.

Erst im Oktober wurde für mich das Thema ‚IMST‘ relevant. Dr. Wohlmuth bat mich den Bereich Physik als IMST-Projekt zu begleiten.

Um den Workshop im Jänner zu organisieren, fand am **20.12.2005** ein weiteres Treffen der Kerngruppe statt.

Die Überlegungen zur Weiterentwicklung des Bildes überließen die KollegInnen mir. Die genaue Ausformulierung musste bis zum Workshop erfolgt sein.

Am **18.1.2006** fand dann unser erster Workshop statt. Das größte Problem, das jedoch leider von vorne herein klar war, war das Zeitproblem. Zu viele Informationen sollten in viel zu kurzer Zeit dargestellt werden. Wir versuchten diesem Problem mit

einem strengen Zeitmanagement entgegen zu wirken. Zumindest teilweise dürfte es uns gelungen sein.

Nach dem Workshop ging es für mich an die Auswertung des Fragebogens. Der Fragebogen wurde mit dem Programm ‚GrafStat‘ erstellt. Es mussten daher nach dem Workshop die Daten in das Programm eingegeben werden. Eine Grobauswertung lieferte das Programm anschließend selbständig. Eine exakte Auswertung durch mich soll weiter hinten beschrieben werden.

Beim Workshop griff ich eine Idee von Marlis Schedler auf. Zur Messung des Feldes könnte man Lawinen-Verschütteten-Suchgeräte (LVS) verwenden. Sie sind bei vielen Bergrettungsstationen ausleihbar und stellen auch eine gute Verbindung zur Praxis dar.

Ich überlegte mir einen Einsatz im Unterricht der 10 – 19-Jährigen. Dazu kaufte ich aus dem Budget des IMST-Projektes 2 LVS. Dies war nicht so einfach, da die Mittel beschränkt waren und die Geräte im Durchschnitt daher zu teuer waren. Ich benötigte unbedingt 2 Geräte (ein Sender, ein Empfänger). Zumindest ein Gerät musste digital sein, um auch Richtungen anzeigen zu können. Nach langem Suchen fand ich in der Steiermark (bei meinem Winterurlaub) 2 Geräte, die mir entsprachen, zu einem akzeptablen Preis. Daher beschäftigte ich mich jetzt mit der Erstellung von einem Stundenbild zum Thema Feldmessung mittels LVS.

Durch diese Idee waren auch die Themen für den zweiten Workshop klar. Einerseits wollten wir Messmethoden des elektromagnetischen Feldes vorstellen, wie sie an einer HTL durchgeführt werden können. Andererseits wollte ich den LehrerInnen auch etwas Praktisches mitgeben. Diese praktische Einheit sollte eine Unterrichtseinheit zum Thema Feld mit dem LVS sein.

Die Ausschreibung verlief in den Pflichtschulen relativ problemlos. Beim PI Bund gab es Datenprobleme, so dass die Ausschreibung erst einige Tage vor dem Termin ausgesandt wurde. Da dieser Workshop nicht im Semesterprogramm aufschien (Drucklegung bereits im November 2005), war uns von vorne herein klar, dass nur eine kleine Gruppe zusagen wird.

Zwischendurch gab es einige Besprechungen mit Dr. Wohlmuth zur genaueren Darstellung des Bildes. Ein Kollege aus Feldkirch soll mit seinen SchülerInnen alle Bilder der sechs Fächer überarbeiten und den Bildern ein gemeinsames Layout verpassen. Dazu waren einige abstimmende Gespräche notwendig.

Der zweite Workshop fand am **22.3.2006** in der HTL in Bregenz statt. Es fanden 18 TeilnehmerInnen in die HTL. Die Begeisterung ob der gezeigten Dinge war sehr groß.

Als Abschluss und Zusammenführung all unserer Bemühungen fand am **11.5.2006** in der Pädagogischen Akademie in Feldkirch eine Veranstaltung aller sechs Fachbereiche statt.

Das Projekt soll damit aber nicht beendet sein. Es soll vielmehr ein Auftakt für ein naturwissenschaftliches Netzwerk in Vorarlberg sein.

6.2 Methoden und Durchführung

In diesem Kapitel möchte ich einige bereits erwähnte Aktivitäten (siehe 6.1) genauer ausführen. Welche Methoden haben wir angewendet, wie sahen die einzelnen Aktivitäten genau aus?

6.2.1 Treffen der Kerngruppe am 13.10.2005

Folgende Berichte der einzelnen KollegInnen lagen mir vor und wurden von mir bei diesem Treffen an alle Teilnehmer weitergeleitet:

Da leider keine Kollegin aus der Volksschule in unserer Arbeitsgruppe ist, habe ich mir selbst Gedanken für diese Schulstufen gemacht. Ich finde gerade die Volksschule als wichtige Einstiegshilfe in dieses Thema:

Ideen zum Thema „Feldbegriff“ für die Volksschule von Gerold Haider

Grundsätzliches:

Der Feldbegriff soll den Kindern so früh wie möglich vorgestellt werden. Dieser Begriff ist in den gesamten Naturwissenschaften so fundamental, dass er jedem Menschen bewusst sein sollte.

In der heutigen Zeit wird der Begriff Feld auch im Alltag sehr oft verwendet, z.B. im Zusammenhang mit Elektromog,...

Berührungspunkte im Unterricht:

Bei der Besprechung von Gefahren bei Hochspannungsleitungen

Thema Elektromog bei Weihnachtsbeleuchtung,...

Veranschaulichung:

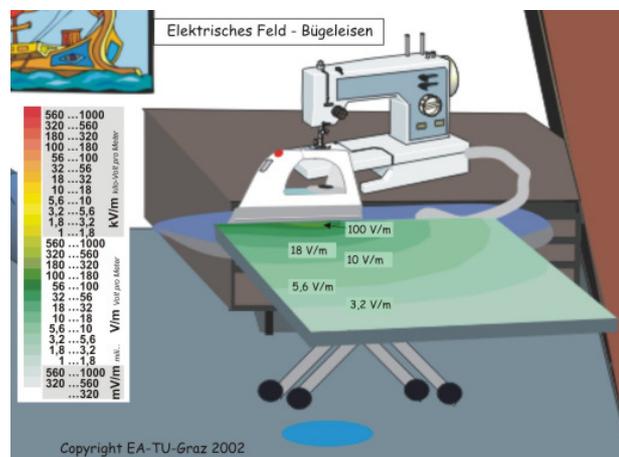
Der Feldbegriff sollte möglichst einfach eingeführt werden:

Beispiel:

- ✚ Kinosaal: Die Sitzplätze sind der Raum; der Kartenpreis ist die Eigenschaft des „Feldes“
- ✚ Höhenlinien auf einer Landkarte

Aus diesen einfachen Feldern kann (rein bildlich) der Feldbegriff des Elektromagnetischen Feldes thematisiert werden: Abstand vom feldverursachenden Leiter gibt mehr Sicherheit,...

Bilder müssten einfacher gestaltet werden, können jedoch mit Farben auf die gefährlichen Bereiche hinweisen.



Marlis Schedler für HS Bereich

Thema	St.		Zeit	didaktische Ideen und Hinweise
Elektr. Felder	7	nur in Zusammenhang mit dem Faraday – Käfig (Abschirmung durch Metall)	0,5 h	Blitzschlag – sicher im Auto (Reifen stellen Isolierung dar)
	6+7	Sicherheit Strom	0,5 h	Hochspannungsleitung liegt am Boden Schrittspannung – „keine großen Schritte machen“ (Aufzeichnen der verschiedenen Spannungen mit konzentrischen Kreisen)
Magn. Felder	6	Magnetfeld um Permanentmagnete Erde als Magnet	2 h	Sichtbarmachen mit Eisenfeilspänen auf Glasplatte oder in Öl (dreidimensional) Zaubertricks: schwebende Büroklammer
Wechselwirkung von el. und magn. Feldern	8	Versuch von Oersted, Eisenfeilspäne um eine stromdurchflossene Spule, Motor, Generator, Trafo,	6 h	Versuche, bewegliche Modelle, Folien zum Motor, Generator, Trafo Spiele (Trafo zusammensetzen, Elektromagneto, Schüler als Elektromotor.
hochfrequente EMF	7+8	Fernseher, Handy, Mikrowellengerät, Artikelsicherung in Kaufhäusern, Flughafen Waffensuche	4 h	nur Funktionsweise Schüler gestalten Plakate vorbereitete Podiumsdiskussion zu Gefahren und Risiken der EMF
Schwerefeld der Erde	6	Newton, Gravitation, Ebbe, Flut,	1h	Zeichnung,
Gravitationsfeld	8	gegenseitige Anziehung	3	Planeten, Sonnen und andere Himmelskörper und ihre Wechselwirkung

Ideen zum Thema „Feldbegriff“ für die AHS von Gerold Haider:

Grundsätzliches:

Der Feldbegriff sollte in allen Klassen, wo es Physik-Unterricht gibt, präsent sein. Dem Alter entsprechend kann man den Begriff zum Beginn einfacher einführen, erst in der Oberstufe wird man den Begriff mit Formeln untermauern.

Berührungspunkte im Unterricht:

Wärmelehre: Temperaturfeld

Mechanik: Gravitationsfeld

Elektrizität: elektrisches Feld

Magnetismus: Magnetfeld

Elektromog

Quantenphysik: schwache und starke Wechselwirkung

Veranschaulichung:

Unterstufe:

Einführung eventuell über Höhenlinien aus einer Landkarte

Veranschaulichung durch Messung (z.B.: Temperaturfeld)

Oberstufe:

Feldbegriff weiter ausbauen und formal exakter behandeln.

Roter Faden vom Gravitationsfeld bis zu den Wechselwirkungen in der Quantenphysik.

In der Quantenphysik sollte auch die Vereinheitlichung von Feldern angesprochen werden.

Versuch zum elektromagnetischen Feld:

Messung des elektromagnetischen Feldes mittels Handy

Ausmessen des elektromagnet. Feldes einer Mobilfunkantenne mittels Handy: Jede(r) Schüler(in) kann mit seinem eigenen Handy das Netz durch die Feldanzeige ungefähr bestimmen und in einen Lageplan des Gebäudes einzeichnen. Dadurch lassen sich Äquipotentiallinien bestimmen, es können auch feldfreie Räume gefunden werden (Faraday-Käfige), die wiederum Anknüpfungspunkt für verschiedene Phänomene sein können.

3. Sichtbarmachung / Erkennung von Feldern

- Darstellung (Feldbilder, Definition der Größen, Einheiten, Formeln)
- Messung (Sonden, Messgeräte, ...)
- Berechnung von Feldern mit numerischen Rechenverfahren

4. Auswirkungen /Nutzbarmachung /Beeinflussung von Feldern

- Blitzentladung
- EMV (Schirmmaßnahmen)
- Elektrische Maschinen
- Analoge und digitale Nachrichtenübertragung

Einordnung des Begriffes „FELDER“ in den Ausbildungsablauf in unserer Schule (HTL-Bregenz)

1. Zuordnung zur Schulstufe

- Vermittlung der Grundbegriffe im Fach Allgemeine Elektrotechnik (AET) der Höheren Abteilung für Elektrotechnik im 1. und 2. Jahrgang (Schulstufe 9 und 10) sowie im Fach Elektrotechnik und Elektronik (ETE) der Höheren Abteilungen für Automatisierungstechnik und Wirtschaftsingenieurwesen. Gleiches gilt auch für das Kolleg / Aufbaulehrgang für Maschineningenieurwesen.
- Fachbezogene Anwendung im Fach Elektrische Maschinen (EALE) sowie Elektrische Anlagen (EA) im 3., 4. und 5. Jahrgang (Schulstufe 11, 12, und 13)

2. Einführung im Unterricht

- Bereits durch den Lehrplan vorgesehen, eine Vertiefung wäre aber möglich

3. Zeitaufwand

- Geringer zusätzlicher Zeitaufwand, da bereits im Lehrplan vorgesehen

4. Didaktische Hinweise

- Entsprechend den Schwerpunkten unserer Schule ist auf die praktische Anwendung der Felder hinzuwirken. Beispiele aus der Praxis erleichtern die pädagogische Umsetzung.

Roland Zarwasch und Klaus Himpsl berichten aus der HTL Dornbirn:

Physik: Der Feldbegriff an der HTL Dornbirn

Grundsätzliches

Modellvorstellung für Feld allgemein: ein Raumbereich, für den in jedem Punkt des Raumes ein physikalischer Messwert vorliegt.

Beispiele:

- skalares Feld: Messung der Temperatur in verschiedenen Raumpunkten
- vektorielles Feld: Geschwindigkeitsverteilung in einer strömenden Flüssigkeit
- vektorielles Feld: verschiedene Kraftfelder

Frage: Einschränkung auf das Feld als Kraftfeld (eigentlich ja veralteter Begriff in der Modernen Physik)?

Berührungspunkte im Unterricht

- Gravitation (Mechanik, 1. Klasse HTL)
- Coulombkraft (E-Lehre, 2. Klasse HTL)
- Magnetfeld bei bewegten Ladungen (E-Lehre, 2. Klasse HTL)
- indirekt in der Atomphysik: Bohrsches Modell (Atomphysik, 3. Klasse HTL)

Veranschaulichung des Kraftfeldes

- Kraftmessungen an verschiedenen Raumpunkten; Feld als Bereich einer möglichen Kraftwirkung
- Sichtbarmachen der Richtung der Kraftwirkung durch Feldlinien
- Abschätzung der Größe der Kraft durch die Dichte der Feldlinien
- Potentiallinien bzw. -flächen zur Beschreibung von Raumpunkten mit gleicher Lageenergie (bei Gravitation und bei Coulomb)

Übergang zwischen Unter- und Oberstufenniveau

Zwei Hauptaspekte:

- Raumbereich, in dem sich physikalisch etwas abspielt
- berührungslose übertragene Kraftwirkung

Aus unserer Sicht die **Hauptaufgabe unserer Arbeitsgruppe:** Auffinden von schönen Beispielen bzw. Modellen zur Veranschaulichung dieser beiden Hauptaspekte in verschiedenen Altersstufen!

6.2.2 IMST

Im Oktober kontaktierte mich Kollege Wohlmuth mit der Bitte, mich als Verantwortlicher für das IMST-Projekt Physik zur Verfügung zu stellen. Vorgesehen war Kollege Walter Rigger, der jedoch aus zeitlichen Gründen ablehnte. Ich sagte nach reiflicher Überlegung zu. Im Gespräch mit KollegInnen merkte ich, dass ich nicht der einzige Quereinsteiger bei diesen IMST-Projekten war. Es traf mehrere Kollegen relativ unvermutet. Wir schlossen uns zusammen und arbeiteten des Öfteren gemeinsam an unseren Zielen. Eine große Hilfe war auch der Grundbildungs-Workshop vom 1. – 3.12.2005 in Wien.

Bei den langen Fahrten im Zug konnten wir unsere gemeinsamen Ziele abstecken und erste Überlegungen für unsere Workshops, die auch die anderen Kollegen durchführen sollten, anstellen.

6.2.3 Treffen der Kerngruppe am 20.12.2005

Am 20.12.2005 trafen wir uns wieder im BG Dornbirn zu unserer nächsten Sitzung.

Nach einem Bericht vom Seminar in Wien bereiteten wir den Workshop vor. Es ergab sich folgendes Programm:

1. Didaktik-Werkstatt am 18.1.2006: 14:30 – 17:00

PA Feldkirch, Hörsaal B

Programm:

- | | |
|---|------------------------------|
| 14:35 Begrüßung und allgemeine Information | (Dr. Michael Wohlmuth) |
| 14:45 Vorstellung des Konzeptes zum Thema ‚Felder‘ | (Mag. Gerold Haider) |
| 14:55 WiKi: Die Plattform des Fachdidaktikzentrums | (Mag. Klaus Himpsl) |
| 15:05 Podiumsdiskussion als Lernmethode | (Dipl. Päd. Marlis Schedler) |
| 15:15 Der Feldbegriff aus anderer Sichtweise | (Mag. Walter Rigger) |
| 15:30 Workshop in 2 Gruppen (Podiumsdiskussion / Feldbegriff) | |
| (Seminar 230; Seminarraum Physik) | |
| 16:30 Plenum (Fragebogen; Präsentation der Ergebnisse) | |
| 17:00 Ende der Veranstaltung | |

Durch das Programm waren auch die Aufgaben verteilt. Die KollegInnen der Kerngruppe sollten ihren Teil vorbereiten und in diesem Workshop vorbringen. Ein Problem stellte für uns die Ausschreibung dieses Workshops dar. Es war eine allgemeine Ausschreibung ohne Inhalte, die von Dr. Wohlmuth bereits im Frühjahr 2005 getätigt wurde. Daher gab es auch relativ wenige Anmeldungen. Wir entschlossen uns daher die StudentInnen des Faches Physik der Hauptschullehrerausbildung an der PA Feldkirch zusätzlich einzuladen.

Mir war auch klar, dass ich diesen Workshop evaluieren möchte. Eine Gesamtevaluation des Projektes ist derzeit nur schwer möglich. Unser Ziel, dass der Feldbegriff in allen Schulstufen auf die gleiche Art eingeführt wird, kann erst nach Jahrzehnten (12 Jahre dauert ein Durchlauf) wirklich überprüft werden. Da wir dieses Fernziel nicht evaluieren können, entschloss ich mich, das Teilziel, nämlich den Workshop, zu evaluieren. Den Fragebogen wollten wir gemeinsam mit den anderen FachkollegInnen in groben Zügen erstellen. Eine fachbezogene Fragestellung sollte dann von jedem Einzelnen hinzugefügt werden.

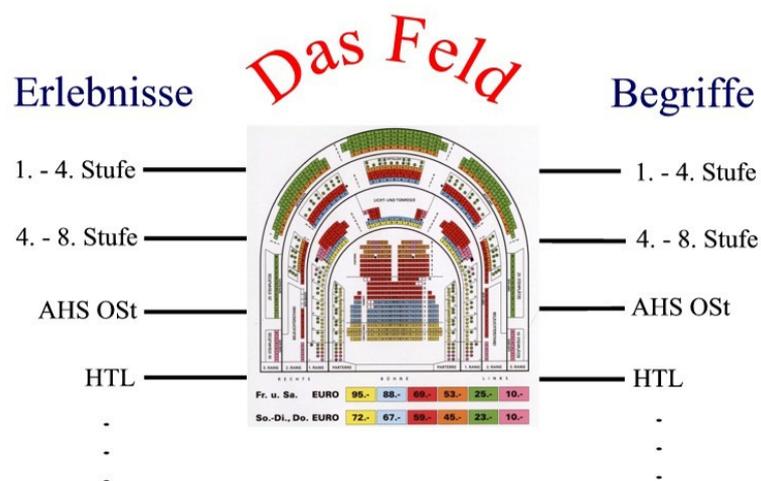
Um unser Bild den KollegInnen vorstellen zu können, trafen wir weitere Überlegungen zur Präzisierung des Bildes.

Was uns noch fehlte, waren Begriffe und Erlebnisse für die einzelnen Schulstufen, die unser Bild komplettieren könnten. Da von den KollegInnen wenige Ideen kamen, überließ man es mir, diese Unterlagen näher auszuformulieren.

Ein weiterer Programmpunkt dieses Treffens war die weitere Vorgehensweise im restlichen Schuljahr.

Ein zweiter Workshop im Frühjahr erschien uns eine gute Option. Da das Programm des ersten Workshops keine physikalischen Versuche enthielt, wollten wir im zweiten Workshop dieses Manko beheben. Die HTL Bregenz (Kollegen Mühlbacher und Breitegger) boten uns an, Messreihen zum Thema in ihrer Schule durchzuführen.

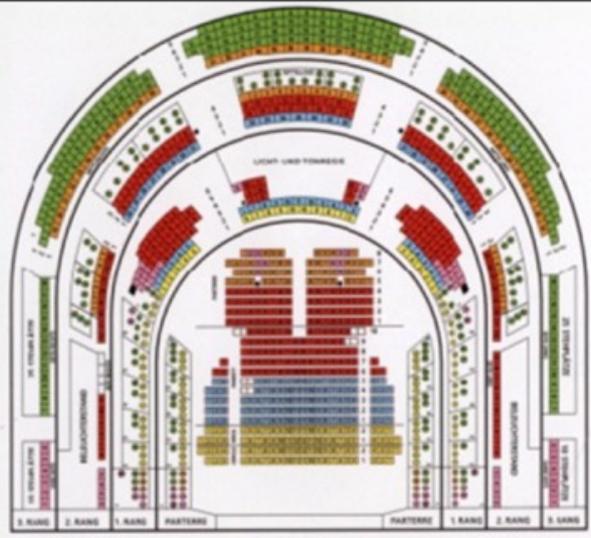
Als Ausblick auf die Jahre 2006 – 2007 schlug ich einen Wettbewerb zu unserem Thema vor. Das könnte aber auch im weiteren Sinn mit dem Aufbau eines regionalen Netzwerkes in Vorarlberg verbunden werden.



6.2.4 Überlegungen zum Bild

Im Laufe der Zeit entwickelte ich verschiedene Ideen, wie man unser Bild mit Erlebnissen aus der Alltagswelt verknüpfen könnte. Ein wichtiger Aspekt erscheint mir die Volksschule. Gerade in der Volksschule kann dieses Bild sehr gut verwendet werden. Der wichtige Begriff, dass ein Feld nichts anderes darstellt, als den Ort, dem eine bestimmte Eigenschaft zugeordnet ist, kann in diesem Bild sehr gut deutlich gemacht werden.

SchülerInnen aller Altersstufen fällt es sehr schwer, mit dem Begriff Feld umzugehen. Vor allem die meist vertretene Fernwirkungstheorie ist für Jugendliche nur sehr schwer nachvollziehbar. Wie kann etwas wirken, wenn nichts dazwischen ist? Diese Frage bekommt man immer wieder im Physikunterricht an dieser Stelle zu hören. Da in den meisten Schulstufen eine quantenmechanische Deutung mit Austauschteilchen nicht verständlich gemacht werden kann, bleibt nur die Fernwirkungstheorie übrig. Unser Bild soll zeigen, dass Raumpunkten Eigenschaften zugesprochen werden können, ohne dass in diesem Raumpunkt der Verursacher anwesend sein muss. Dies scheint mir die große Stärke des Bildes mit den Preiskategorien zu sein. Hier im Anschluss nun die wichtigsten Eigenschaften, die mit dem Bild erklärt werden sollen.

Erlebnisse	Bild	Begriffe																
VS Kinobesuch Theaterbesuch	 <table border="1" data-bbox="478 1601 1101 1702"> <tr> <td>Fr. u. Sa.</td> <td>EURO</td> <td>95.-</td> <td>88.-</td> <td>69.-</td> <td>53.-</td> <td>25.-</td> <td>10.-</td> </tr> <tr> <td>So.-Di., Do.</td> <td>EURO</td> <td>72.-</td> <td>67.-</td> <td>59.-</td> <td>45.-</td> <td>23.-</td> <td>10.-</td> </tr> </table>	Fr. u. Sa.	EURO	95.-	88.-	69.-	53.-	25.-	10.-	So.-Di., Do.	EURO	72.-	67.-	59.-	45.-	23.-	10.-	VS Ort mit bestimmten Eigenschaften
Fr. u. Sa.		EURO	95.-	88.-	69.-	53.-	25.-	10.-										
So.-Di., Do.		EURO	72.-	67.-	59.-	45.-	23.-	10.-										
HS / AHS US Preiskategorien		HS / AHS US Feldlinien; Visualisierung eines Feldes; Flächen gleicher Stärke																
OS Änderung der Kategorien		OS Feldliniendichte; Feld und Energie; Wechselwirkungen; homogen / inhomogen																
HAK / HLW / ∞	HAK / HLW / <u>Äquipotentialflächen</u>																	
HTL Farbgestaltung der Kategorien	HTL homogen / inhomogen; Messtechnische Erfassung und Berechnung																	

6.2.5 Fachdidaktik-Workshop 1 am 18.1.2006

Der erste Vortrag von Dr. Michael Wohlmuth sollte kurz die gesamte Idee vorstellen. Auch der fächerübergreifende Aspekt (naturwissenschaftliches Kompetenzzentrum) sollte herausgearbeitet werden.

Im Anschluss daran stellte ich unser Bild (Theatersaal) vor und versuchte es zu erläutern. Als Schwerpunkt nahm ich mir die Nahtstellenproblematik vor. Leider waren unter den TeilnehmerInnen keine TeilnehmerInnen aus Volksschulen.

Im nächsten Kurzvortrag stellte Klaus Himpsl die WIKI-Homepage vor und ermunterte die KollegInnen, selbst tätig zu werden.

Als wichtigster Punkt an diesem Nachmittag erschien uns jedoch die Erarbeitung eigener Ideen zum Thema ‚Feldbegriff‘. Wir boten 2 Möglichkeiten an:

Wahlmöglichkeit 1:

Marlis Schedler stellte ein Rollenspiel zu diesem Thema vor. Dieses Rollenspiel wurde von ihr gemeinsam mit Bernhard Rädler erarbeitet und auch bereits ausprobiert.

Podiumsdiskussion

An der Podiumsdiskussion können 11 SchülerInnen teilnehmen (Moderator, Prof. Glaubnix, Prof. Technikus, Prof. Schlau, Prof. Bio, Prof. Praktikus und 4 SchülerInnen die Fragen aus dem Publikum an die Leute auf dem Podium richten). Alle TeilnehmerInnen studieren die Diskussion ein.

Die anderen SchülerInnen können unter

http://www.bfs.de/elektro/faq/faq_hochspannung.html

häufig gestellte Fragen zum Thema magnetische Felder bearbeiten und den anderen ihre Ergebnisse vorstellen.

Moderator: Ich begrüße sie recht herzlich zur Diskussion über den Einfluss magnetischer Felder auf den Menschen. Am besten wir lassen gleich die Experten zu Wort kommen. Ich gebe das Wort an Prof. Glaubnix.
--

Prof. Glaubnix: Es mag schon sein, dass bei einer stromdurchflossenen <u>Spule</u> ein magnetisches Feld entsteht, aber bei einem stromdurchflossenen Draht entsteht kein Magnetfeld.

Prof. Technikus: Sehr geehrter Herr Prof. Glaubnix, man sieht, dass sie überhaupt keine Ahnung von Technik haben. Ich kann Ihnen mit diesem einfachen Versuch das Gegenteil beweisen. Ich leite durch diesen Draht Strom und siehe da, die Magnetnadel bewegt sich. Sie sehen, es entsteht also doch ein Magnetfeld, das den menschlichen Organismus schädigt.
--

Prof. Schlau: Mag sein, dass Prof. Glaubnix keine Ahnung von Technik hat, aber Sie Herr Prof. Technikus beherrschen nicht einmal den Stoff der 6. Schulstufe. Dort lernt man nämlich, dass nur die Metalle Eisen, Nickel und Kobalt von Magneten angezogen werden. Da der Mensch weder aus Eisen noch aus Nickel oder Kobalt besteht, können diese magnetischen Felder gar keinen Einfluss auf den Menschen haben.

Prof. Bio: Ganz so einfach ist das dann doch wieder nicht. Menschen und Tiere sind zwar nicht magnetisch, aber ein Magnetfeld ruft in einem Menschen elektrische Ströme, so genannte Induktionsströme hervor. Diese Ströme sind im Haushalt zwar sehr gering und nach heutigem Wissensstand nicht schädlich, allerdings können wir die Unbedenklichkeit dieser Felder nicht garantieren. Die Forschungen laufen noch.

Prof. Praktikus: Ich möchte die Aussagen von Prof. Bio unterstützen. Wir können nie Aussagen mit 100%iger Sicherheit machen. Deshalb schlage ich vor, netzbetriebene Radiowecker nicht direkt neben den Kopf zu stellen und Babyphone mit möglichst großem Abstand neben das Kind zu legen. Geräte sollte man ganz ausschalten, wenn man sie nicht benötigt und nicht auf Standby-Betrieb belassen.

Die folgenden Fragen bereiten einige SchülerInnen aus dem Publikum vor und stellen sie im Anschluss an die Statements an die Leute auf dem Podium. Die Leute auf dem Podium bekommen die gleichen Zettel, damit sie die Fragen vorbereiten können.

Prof. Technikus

Frage: Sie haben diesen Versuch nur mit einer geringen Spannung gezeigt. Sind die magnetischen Felder von Hochspannungsleitungen mit 380 000 V viel stärker?

Antwort: Felder von Hochspannungsleitungen sind tatsächlich um ein Vielfaches stärker. Allerdings ist der Abstand zu diesen Leitungen größer als zu den Stromleitungen im Haus. Um die genauen Feldstärken herauszufinden, muss man Untersuchungen vor Ort machen.

Prof. Schlau

Frage: Prof. Bio hat von Induktionsströmen gesprochen. Das ist Strom, der durch ein Magnetfeld hervorgerufen wird, wenn ich das richtig verstanden habe. Meine Frage an sie: Kann es sein, dass durch ein Magnetfeld in unserem Körper ein Induktionsstrom entsteht?

Antwort: Auch der menschliche Körper ist ein leitfähiges Objekt, d.h. es entstehen im Körper in der Nähe magnetischer Felder Induktionsströme. Ob diese Ströme aber für den Menschen gefährlich sind, kann ich nicht sagen.

Prof. Praktikus

Frage: Wir haben jetzt viel über magnetische Felder gehört. Die einen sagen, sie sind gefährlich, die anderen wiederum sagen, sie haben keinen Einfluss auf den Menschen. Wie ist es nun wirklich?

Antwort: Auch wir Wissenschaftler können Ihnen darauf keine Antwort geben. Wir können Ihnen nur sagen, was wir beobachtet haben. Sie müssen dann selbst ent-

scheiden.

Prof. Bio:

Frage: Letztendlich muss jeder für sich entscheiden, ob magnetische Felder gefährlich sind. Wie ist Ihre persönliche Meinung dazu?

Antwort: Ich persönlich glaube sehr wohl, dass magnetische Felder einen Einfluss auf den Menschen haben. Ab welchen Feldstärken sie schädlich sind, ist von Person zu Person verschieden. Denn meisten Leuten machen die Felder, denen wir im täglichen Leben ausgesetzt sind, nichts aus. Empfindliche Leute können jedoch darauf reagieren.

Moderator:

Wir sehen, man sollte sich durch die Felder von Stromleitungen nicht verrückt machen lassen. Es ist trotzdem wichtig, dass man sich weiterhin mit den neuesten Erkenntnissen der Fachleute auseinandersetzt. Ich wünsche Ihnen noch einen schönen Abend. Danke fürs Kommen.

Eine Gruppe sollte nach der Vorstellung dieses Rollenspiels selbst ein Rollenspiel erstellen. Folgende Hinweise wurden noch gegeben:

Methodische Hinweise

Je nach Altersstufe kann die Podiumsdiskussion unterschiedlich eingesetzt werden:

- in der Unterstufe: Komplette vorbereitete Rollen und Aussagen, feste Reihenfolge, SchülerInnen lernen ihre Rolle und spielen sie
- in der Oberstufe: die Aussagen der jeweiligen Rolle werden vorher in Gruppenarbeit von den SchülerInnen selbst vorbereitet

Möglicher Unterrichtsablauf

1. Jede Gruppe bekommt ein Rollenkärtchen mit Kurzbeschreibung zugeteilt, arbeitet mit Hilfe von Materialien Argumente aus und bereitet sich für die Diskussion vor
2. Aus jeder Gruppe wird ein Diskussionsteilnehmer ausgelost, die Diskussion wird gespielt
3. Aufdecken der Rollenkärtchen, Vergleich mit der tatsächlich gespielten Rolle, Feedback

Zusätzliche Hinweise:

- Die Gruppen sollen vorher die Kärtchen und Rollen der anderen NICHT sehen!
- Fishbowl-Methode: die KandidatInnen sitzen im Halbkreis, links und rechts wird ein zusätzlicher Stuhl bereit gestellt; während der Diskussion kann ein Zuschauer sich zu Wort melden und auf diesem Stuhl ein kurzes Statement abgeben und sich dann wieder setzen (z.B. wenn die Diskussion gerade "festhängt", ein Spieler ein wichtiges Argument vergisst, ...)

- Die Rollenbeschreibungen sollten zwei Aspekte abdecken:
 1. Den inhaltlichen Standpunkt bzgl. des Diskussionsthemas kurz umschreiben
 2. Zusätzlich den Charakter der Rolle kurz darlegen (siehe Beispiel Tempo 100)
- Die DiskussionsteilnehmerInnen werden kurz vor Ende der Gruppenarbeit gelöst
- Vor den TeilnehmerInnen sollten große Kärtchen stehen, damit deren Phantasienamen für alle gut lesbar sind
- Nach der Diskussion kann von den anderen Gruppen erraten werden, wie die Rollenbeschreibung lautete
- Aus der eigenen Gruppe können Beobachter eingeteilt werden, die anschließend Feedback geben, wie gut die Rollenvorbereitung der Gruppe durch die TeilnehmerIn umgesetzt wurde

Die TeilnehmerInnen hatten folgende Themen zu bearbeiten:

Mobilfunk; Elektrosmog; Mikrowellen, Gesundheitsschäden durch elektromagnetische Felder.

Im Plenum wurden die Ergebnisse kurz vorgestellt.

Wahlmöglichkeit 2:

Walter Rigger bot an, ein Stundenbild zum Thema Felder zu erarbeiten. Es sollte das Gravitationsfeld besprochen werden. Als Input hatte er einige neue Ideen und Gedanken zum Feldbegriff erläutert:

<http://www.physikdidaktik.uni-karlsruhe.de/altlast/14.pdf>

Außer dieser komplizierten historischen Entwicklung des Feldbegriffs trägt zur Verwirrung noch eine andere Tatsache bei: Das Wort Feld wird außer als Name für ein physikalisches System noch in einer anderen Bedeutung verwendet, nämlich als mathematischer Begriff. Als solcher bezeichnet es die Verteilung der Werte einer Größe im Raum. So spricht man von einem Temperatur-, einem Druck- oder einem Dichtefeld.

Oft werden aber die beiden Bedeutungen des Wortes Feld nicht auseinander gehalten.. So ist in Lehrbüchern manchmal einfach von einem "elektrischen Feld E " die Rede. Solche Aussagen sollte man vermeiden, denn sie lassen nicht erkennen, ob das physikalische System "elektrisches Feld" oder die räumliche Verteilung $E(x, y, z)$ der physikalischen Größe "elektrische Feldstärke" gemeint ist.

Man orientiere sich, wenn man den Feldbegriff einführt, daran, wie man andere, materielle Systeme einführt oder einführen würde. Wenn man jemandem erklären sollte, was ein ideales Gas ist, so könnte man etwa so beginnen: "Ein ideales Gas ist ein System oder ein Stoff, oder ein Gebilde mit den folgenden Eigenschaften..."

Ähnlich sollte man mit der Einführung des elektrischen Feldes beginnen: "Ein elektrisches Feld ist ein Gebilde mit den folgenden Eigenschaften..."

Wie ungeschickt es ist, ein Feld einzuführen als Raum mit besonderen physikalischen Eigenschaften, erkennt man, wenn man bedenkt, dass es durchaus nicht

falsch wäre, wenn man zum Beispiel Luft definierte "als einen Raum mit einer besonderen physikalischen Bedeutung" oder "als Raum, der eine physikalische Eigenschaft trägt". Selbstverständlich würde das niemand tun.

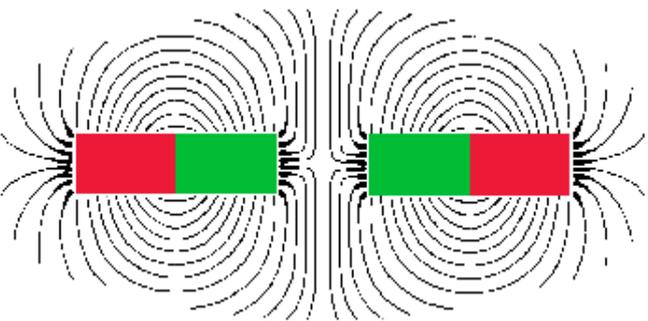
<http://www.erz.uni-hannover.de/physik/vorwort.html>

Gegen die stärkere Auseinandersetzung mit dem Feldbegriff und der Feldenergie spricht zwar eine weitere inhaltliche Überlastung des Physikunterrichts, jedoch bringt dieses geringe Zusatzwissen ein deutlich höheres Verständnis mit sich, z. B. über:

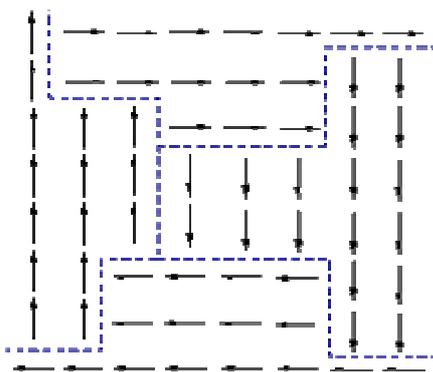
- ✚ die Statik unserer Welt (Felder halten Körper zusammen)
- ✚ die Dynamik unserer Welt (Felder setzen Körper in Bewegung)
- ✚ ihre Energetik (Thema dieser Abhandlungen)
- ✚ lichtschnelle Übertragung von Energie und Information durch elektromagnetische Wellen und vielleicht auch Gravitationswellen.

Hierbei handelt es sich um stark strukturierendes und funktionales Wissen.

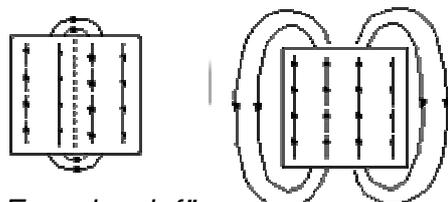
Legt man zwei Magnete mit gleichen Polen gegeneinander, so bilden die Felder kein gemeinsames Feld, sondern 'verbiegen' und komprimieren einander und stoßen sich ab. Zum Erzeugen und Komprimieren von Magnetfeldern braucht man also Energie, die als Feldenergie (potentielle Energie) im Feld gespeichert ist (Eigenschaft des Feldes ist).



Versuch 2: Die Firma Leybold liefert ein Modell aus kleinen Kompassnadeln zwischen zwei Plexiglasplatten, das zur Visualisierung von Magnetfeldern dient, aber auch zur Erklärung des Ferromagnetismus geeignet ist. Man sieht, dass die Parallelstellung magnetischer Momente offenbar bevorzugt ist, es bilden sich Bereiche spontaner Magnetisierung (Weiß'sche Bereiche), aber auch Wände zwischen ihnen (Bloch'sche Wände), die energetisch ungünstig sind. Außerdem stellen sich Magnetnadeln am Rand bevorzugt parallel zum Rand ein. Die Erklärung liefert der Aspekt, dass ein Magnetfeld Energieträger ist:



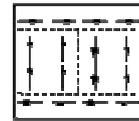
1.) Wären alle Kompassnadeln in die gleiche Richtung eingestellt (ein Weiß'scher Bereich ohne Bloch'sche Wände), so wäre unser Modell einheitlich magnetisiert und somit ein großes Magnetfeld im Außenraum vorhanden, aus dem Energie durch Verkleinerung des Feldes gewonnen werden kann.



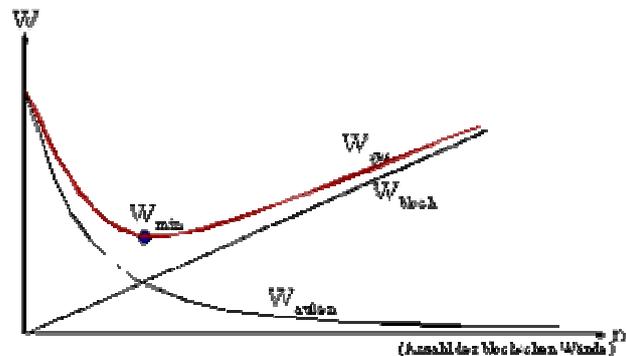
2.) Die Erzeugung dieser Bloch'schen Wand kostet Energie, dafür

ist Energie aus dem Magnetfeld im Außenraum frei geworden.

3.) Das Magnetfeld und damit auch der Feldenergieanteil im Außenraum wurde weiter verringert und eine energetisch noch günstigere Situation geschaffen. Durch die parallele Einstellung der Kompassnadeln zum Rand kann sich im äußeren Bereich kein Magnetfeld aufbauen.



Diese Grafik veranschaulicht, dass die Anzahl der Bloch'schen Wände nicht beliebig groß wird. Das System pendelt sich im Bereich des Energieminimums ein.



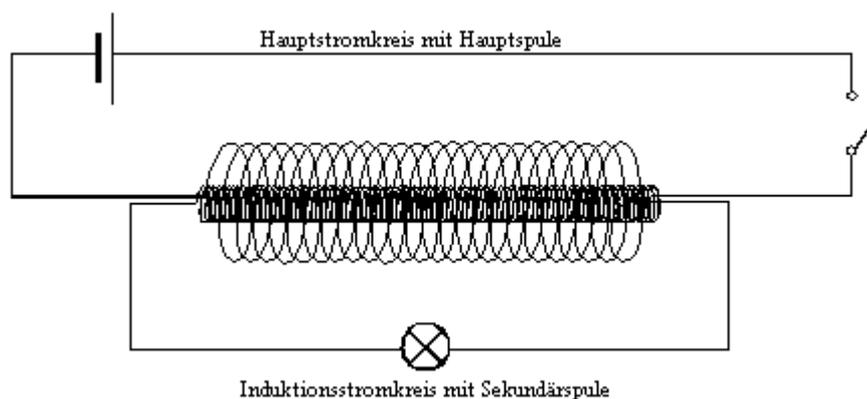
$W_{\text{außen}}$ stellt dabei die Energie im Außenraum dar,

W_{Bloch} ist die Energie zur Erzeugung der Bloch'schen Wände und

W_{ges} die resultierende Gesamtenergie.

Ein solches Stück Eisen wirkt nach außen unmagnetisch. Erst beim Anlegen eines äußeren Feldes klappen die Weiß'schen Bereiche um, die Bloch'schen Wände verschwinden und das Eisenstück ist magnetisiert.

Beispiel: Die Zündspule ist ein weiteres Beispiel für die Annahme, dass das Magnetfeld Träger der Energie ist.



<http://www.erz.uni-hannover.de/physik/konse.html>

Aus unseren Überlegungen ergibt sich jedoch, dass eine verstärkte Behandlung der Energie auch eine solche des Feldes nach sich ziehen muss. Denn wenn man die Energieerhaltung einführen will, benötigt man die Feldenergie in den Energiebilanzen. Die Feldenergie wiederum sollte bei einem Vertrautsein mit anderen Energieformen leicht zugänglich sein, sie ist ihrerseits ein starkes Hilfsmittel bei der Verdeutlichung der Realität des Feldes.

Eine weitere Forderung an den Physikunterricht ist, dass die physikalischen Vorstellungen des Schülers möglichst konsistent sein sollen; das heißt, sie sollen sich, wie es nach dem handlungsorientierten Ansatz gefordert wird, genetisch entwickeln und erweitern, nicht aber den Schüler zum Umdenken zwingen.

Für die Wechselwirkungsstruktur folgt daraus, dass man bei der Erklärung statischer Erscheinungen (z. B. Kräfte in Magnetfeldern) nicht erst eine Fernwirkungsvorstellung im Schüler entstehen lässt, die man später bei schnell veränderlichen Vorgängen durch eine Nahwirkungsvorstellung ersetzt, oder gar beide nebeneinander unverarbeitet bestehen lässt, sondern dass man gleich bei der Behandlung des Magnetismus im Sachunterricht den Feldbegriff einführt und dem Schüler die Realität und die vermittelnde Wirkung des Feldes begreiflich macht.

Nach der Einführung des Energiebegriffs können die drei Begriffe Energie, Feld und Feldenergie einander gegenseitig verstärken und dem Schüler ein konsistentes Bild dieses Bereiches der Physik vermitteln.

Wir halten es für sinnvoll, die Materie, aus der wir bestehen und die uns umgibt, aufzuteilen in:

✚ Teilchen (Bausteine): Leptonen, Baryonen, Kerne, Atome und Moleküle und

✚ Felder (Kitt): elektromagnetische Felder, Kernfelder und Gravitationsfelder.

Aus der Erarbeitung eines Stundenbildes mit diesen Ansätzen wurde leider nichts. Die KollegInnen fanden sich in einer Grundsatzdiskussion um den Feldbegriff wieder und konnten sich nicht einigen. Leider muss man feststellen, dass dies sehr oft der Fall ist. Der Gruppenleiter war in diesem Fall nicht im Stande, die Diskussion zu beenden und zum ursprünglichen Thema zurück zu kehren.

Nach der kurzen Vorstellung im Plenum wurde als Abschluss des Workshops ein Fragebogen ausgeteilt. Mit diesem Fragebogen wollte ich diesen Workshop evaluieren. Die Ergebnisse sind weiter hinten dargestellt.

6.2.6 Die Idee des Lawinen-Verschütteten-Suchgerätes⁸

LVS eignen sich sehr gut zur Darstellung eines elektromagnetischen Feldes. Ich erarbeitete ein Skriptum zu diesem Thema, das ich in Form eines Powerpoint-Vortrages beim Workshop vorstellte. Ob mit der Firma Ortovox auch ein Sponsoring eingegangen werden kann, soll im nächsten Schuljahr geklärt werden.

Das ausgearbeitete Skriptum und die dazugehörigen Schülerarbeitsblätter finden Sie im Anhang.

⁸ Alle Bilder zum Thema LVS wurden mir von der Firma Ortovox in einer Powerpoint-Präsentation zur Verfügung gestellt.

6.2.7 Fachdidaktik-Workshop 2 am 22.3.2006

Programm:

- 14:00 Begrüßung und allgemeine Information Dir. Gunter Berzler HTL Bregenz;
Mag. Gerold Haider
- 14:10 Vorstellung der Unterrichtseinheit
Messen eines Feldes mit einem LVS Mag. Gerold Haider
- 14:55 Praktische Versuche zum Thema Felder
(3 Gruppen a 6 Personen)
1. Strömungsfeld Dr. Peter Sinz
 2. Hochspannungstechnik DI Hannes Mühlbacher
 3. Elektromagnetische Energiewandler DI Heimo Breitegger
- 17:00 Ende der Veranstaltung

Die Veranstaltung begann mit der Unterrichtseinheit ‚Messung eines Feldes mit dem LVS‘. Nach einem kurzen Einführungsvortrag konnten wir (bei schönem Wetter) im Hof der HTL praktisch mit dem LVS Feldlinien darstellen. Es funktionierte ausgezeichnet und die KollegInnen waren äußerst überrascht, eine so einfache Methode vorgestellt zu bekommen. Dies kann es vielen Schulen ermöglichen, Feldlinien wirklich praktisch darzustellen.

Im 2. Teil wurde den KollegInnen die Möglichkeit gegeben, Felder mit modernen Hilfsmitteln einer HTL darzustellen.

Strömungsfeld:

Dr Sinz konnte mit einem einfachen Gerät zeigen, wie elektrische Feldlinien vermessen werden können. An ein leitendes Papier wird eine Spannung (10V) angelegt. Die Elektroden bestehen aus Alufolie. Mit einer Wheatstone’schen Brücke kann jetzt z.B.: eine 50% Linie detektiert und eingezeichnet werden. Dadurch, dass die TeilnehmerInnen selbst diese Linien vermessen konnten, wurde es sehr gut möglich, verschiedene Feldlinienbilder zu erkennen.

Hochspannungstechnik:

Im bestens ausgerüsteten Hochspannungslabor der HTL (es können Spannungen bis ca. 100kV erzeugt werden) konnten wir das Überschlagsverhalten in Abhängigkeit von der Form der Elektrode kennen lernen. Dies war wieder ein praktisches Beispiel zum Verständnis von Feldern. Bei einer Spitze findet ein Überschlag (auf eine 4cm entfernte Spitze) bereits bei ca. 35kV statt. Zwischen zwei Kugeln führt bei gleichen Abmessungen der Versuch erst bei 96kV zu einem Überschlag. Die Beobachtung des Verhaltens einer Glasplatte, die mit Hochspannung belegt wird, war äußerst interessant.

Elektromagnetische Energiewandler:

Die Vorführung des Versuches zur Funktion eines Elektromotors konnte den KollegInnen hautnah zeigen, wie ein realer Drehstrommotor wirklich funktioniert. Die Geräte sind zerlegt, die Vorführung war sehr gut didaktisch aufgebaut. Das Ausmessen eines Magnetfeldes in einem Motor war eine interessante Bereicherung dieses Angebots.

Insgesamt konnten die KollegInnen ihr Verständnis vom Elektromagnetischen Feld vertiefen. Ein Angebot war besonders verlockend. Die HTL Bregenz bot allen KollegInnen an, dass sie mit ihren SchülerInnen zu einem Versuchsnachmittag herzlich eingeladen sind. Dadurch besteht für LehrerInnen der Pflichtschule die Möglichkeit, ihren SchülerInnen Versuche vorzuführen, für die sie die Materialien nicht zur Verfügung haben. Dieses Angebot wird sicher des Öfteren genutzt werden und ist ein erfreuliches Ergebnis unserer Bemühungen einer schulartenübergreifenden Zusammenarbeit.

Die Zusammenarbeit der beiden Pädagogischen Institute, die ich vor ca. 15 Jahren begonnen habe, hat sich in Vorarlberg sehr bewährt. Viele Vorurteile konnten dadurch bereits abgebaut werden.

Insgesamt war es eine sehr erfreuliche Veranstaltung. Alle KollegInnen sind mit großer Zufriedenheit nach Hause gegangen. Dies war auch daran zu erkennen, dass die Veranstaltung länger gedauert hat (ca. 17:30) und die KollegInnen trotzdem nicht vor dem Ende die Veranstaltung verlassen haben.

6.2.8 Abschlussveranstaltung am 11.5.2006

Am 11.5.2006 trafen sich in der Pädagogischen Akademie nochmals sowohl die politisch Verantwortlichen (LR. Mag. Siegi Stemer) als auch die ausführenden LehrerInnen der sechs IMST-Projekte.

Nach einer kurzen Begrüßung durch den Herrn Landesrat stellte Dr. Wohlmuth die jetzt endgültig fertiggestellten Bilder für die einzelnen Begriffe vor.

Die Bilder wurden in Zusammenarbeit mit den Leitern der sechs IMST-Projekte von SchülerInnen des GYS Feldkirch erstellt. Die SchülerInnen waren sehr bemüht, die wichtigen Eckpunkte graphisch gut herauszuarbeiten.

Nach dieser Vorstellung zeigte eine Klasse der Übungsvolksschule der PA ein Spiel zum Bild der Chemie. Die Verbrennungsvorgänge in einer Kerze (siehe Bild Chemie) wurden in einem kleinen Theaterspiel durch SchülerInnen dargestellt. Auf diese Art und Weise kann ein Bild in Handlungen umgesetzt werden.

Im Anschluss an dieses Spiel fand ein Fachvortrag von Herrn Univ. Prof. Dr. Konrad Krainer statt.

Insgesamt sollte in dieser Abschlussveranstaltung gezeigt werden, dass die erste Idee eines gemeinsamen Erarbeitens von Bildern in den naturwissenschaftlichen Fächern auf fruchtbaren Boden gestoßen ist. Dieses erste Jahr kann nur ein Beginn sein. Weitere Maßnahmen sind bereits geplant und werden nahtlos an diese erste Phase anschließen.

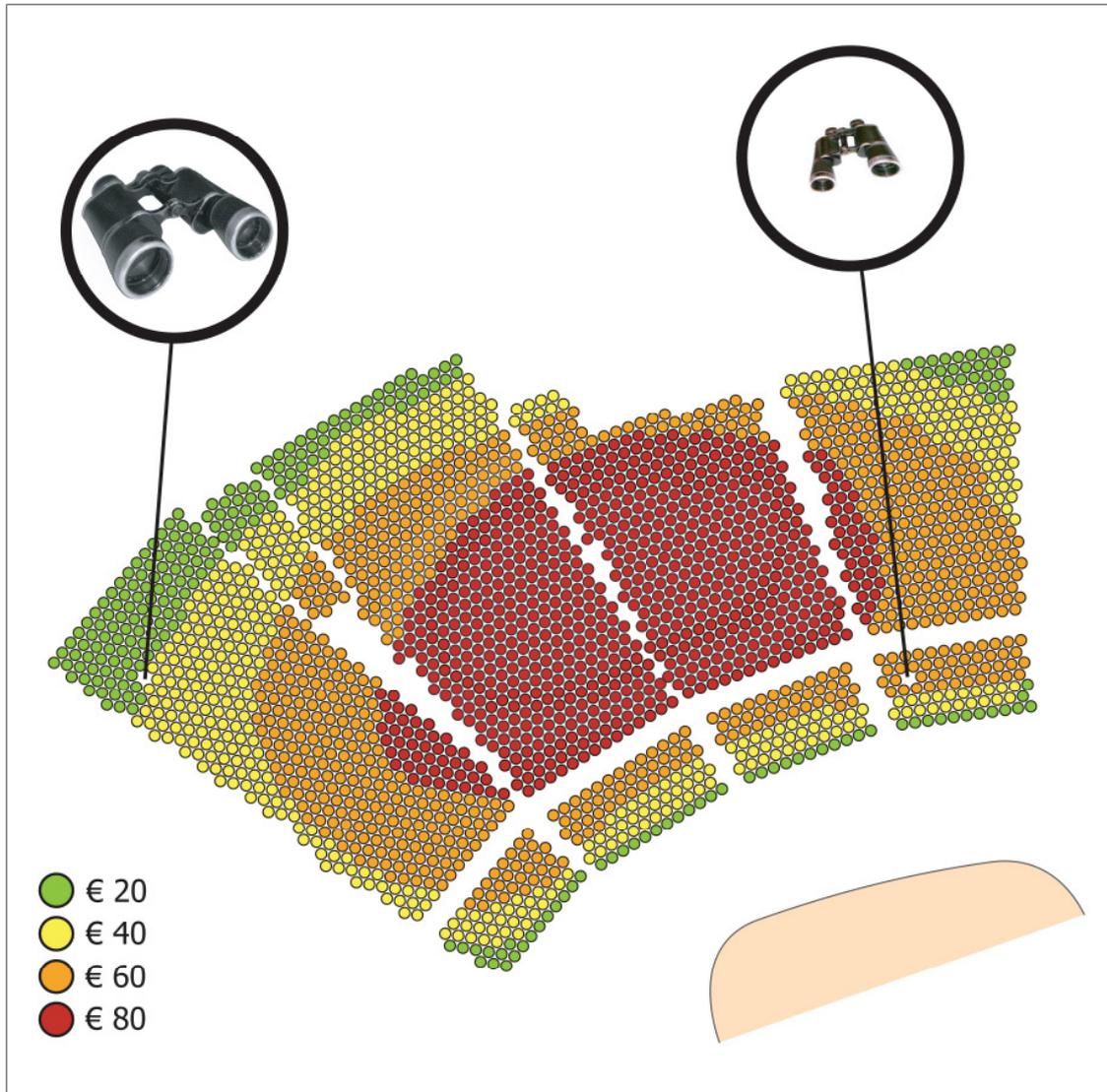
6.2.9 Das Bild in der Physik

Das endgültige Bild für den Begriff „Feld“ wurde von der Seebühne der Bregenzer Festspiele abgeleitet. Es wurde absichtlich ein allen Vorarlberger SchülerInnen bekanntes „Theater“ genommen, da dadurch wieder die Verbindung zur Realität besser hergestellt werden kann.

Details, die den Informationsgehalt verschleiern könnten (z.B. spezielle Abgänge,...), wurden absichtlich weggelassen. Die Preiskategorien wurden so gestaltet, dass sie möglichst viele Erklärungen zum Thema Feld zulassen. So können darin sehr gut verschieden schnelle Abstufungen gesehen werden, d.h. die Kategorien ändern sich nach wenigen oder erst nach vielen Sitzreihen.

Die zwei Feldstecher sollen darstellen, dass es auch Felder mit einer Richtung (Vektorfelder) gibt. Je weiter man sich von der Bühne entfernt, desto größer muss die Vergrößerung sein, um etwas noch gut sehen zu können. Dieser Hinweis wird sicher eher in der Oberstufe gebraucht werden: Er stört jedoch nicht das Bild für die jüngeren SchülerInnen.

DAS PHYSIKALISCHE FELD



designed by Stefanie H. & Eva, 7c-Klasse, Gymnasium Schillerstraße Feldkirch, Frühjahr 2006

7 EVALUATION

Unser Gesamtprojekt zu evaluieren, ist aus bereits mehrfach dargelegten Gründen nicht möglich. Daher einigten wir uns in allen sechs Fachbereichen darauf, dass wir unseren ersten Workshop evaluieren wollen. Dadurch können wir feststellen, wie weit unsere Idee überhaupt für die KollegInnen interessant ist. Als Mittel der Evaluation wählten wir den Fragebogen, da er das Erreichen unserer Ziele am besten testen konnte.

7.1 Fragebogen als Evaluationsinstrument

Der Feldbegriff in allen Schulstufen

Liebe Kollegin / Lieber Kollege!

Darf ich Sie bitten, diesen Fragebogen zur heutigen Veranstaltung auszufüllen. Er dient einer ersten Erhebung der Akzeptanz unserer Idee des regionalen Fachdidaktikzentrums für Physik in Vorarlberg.

1. Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an.

m / w

2. Wie viele Jahre unterrichten Sie bereits Physik?

0 Jahre / 1 - 5 Jahre / 6 - 10 Jahre / 11 - 15 Jahre / 16 - 20 Jahre / mehr als 20 Jahre

3. In welchen Jahrgangsstufen unterrichten Sie?

1. - 4. Schulstufe / 5. - 8. Schulstufe / 9. - 13. Schulstufe

4. Wurde das Bild (Theatersaal) genau genug vorgestellt?

trifft nicht zu -3 / -2 / -1 / 0 / 1 / 2 / 3 trifft zu

5. Das Anliegen des Konzepts ist deutlich geworden?

trifft nicht zu -3 / -2 / -1 / 0 / 1 / 2 / 3 trifft zu

6. Ich habe von Wikipedia bereits einmal gehört.

Ja / nein

7. Ich habe diese Wissensplattform bereits für den Unterricht / die Unterrichtsvorbereitung verwendet!

trifft nicht zu -3 / -2 / -1 / 0 / 1 / 2 / 3 trifft zu

8. Wiki als Austauschmedium wäre für mich ein geeignetes Portal, die heute vorgestellten Ideen weiter zu verfolgen.

trifft nicht zu -3 / -2 / -1 / 0 / 1 / 2 / 3 trifft zu

9. Dieses Bild des Theatersaals ist für mich ein geeignetes Unterrichtskonzept!

trifft nicht zu -3 / -2 / -1 / 0 / 1 / 2 / 3 trifft zu

10. Für welche Jahrgangsstufen entwickelten Sie heute eine Unterrichtseinheit?

1. - 4. Schulstufe / 5. - 8. Schulstufe / 9. - 13. Schulstufe

11. Ich kann mir vorstellen, das Konzept der Podiumsdiskussion einmal in meinem Unterricht einzusetzen!

trifft nicht zu -3 / -2 / -1 / 0 / 1 / 2 / 3 trifft zu

12. Die neuen Ideen des Feldbegriffs (Mag. Walter Rigger) sind geeignet, meinen Unterricht zu verbessern.

trifft nicht zu -3 / -2 / -1 / 0 / 1 / 2 / 3 trifft zu

13. Das Bild des Theatersaals ist für eine kontinuierliche Weiterentwicklung des Themas auf allen Jahrgangsstufen geeignet.

trifft nicht zu -3 / -2 / -1 / 0 / 1 / 2 / 3 trifft zu

14. Ich kann mir vorstellen, dieses Konzept in meinem eigenen Unterricht einzusetzen.

trifft nicht zu -3 / -2 / -1 / 0 / 1 / 2 / 3 trifft zu

15. Das Konzept kann den Unterricht positiv beeinflussen.

trifft nicht zu -3 / -2 / -1 / 0 / 1 / 2 / 3 trifft zu

16. Ich kann mir vorstellen, weitere Unterrichtseinheiten auf der Grundlage dieses Konzepts zu entwickeln.

trifft nicht zu -3 / -2 / -1 / 0 / 1 / 2 / 3 trifft zu

17. Ich werde das Konzept anderen FachkollegInnen vorstellen!

trifft nicht zu -3 / -2 / -1 / 0 / 1 / 2 / 3 trifft zu

18. Ich glaube, die SchülerInnen haben nach diesem Unterrichtskonzept eine positivere Sichtweise des Faches.

trifft nicht zu -3 / -2 / -1 / 0 / 1 / 2 / 3 trifft zu

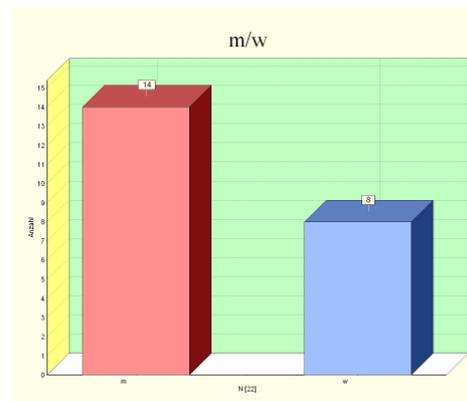
19. Gibt es andere grundlegende Konzepte, die Sie mit einem durchgängigen Bild verbinden möchten?

20. Was ich noch sagen wollte:

7.2 Auswertung

Frage 1: m/w

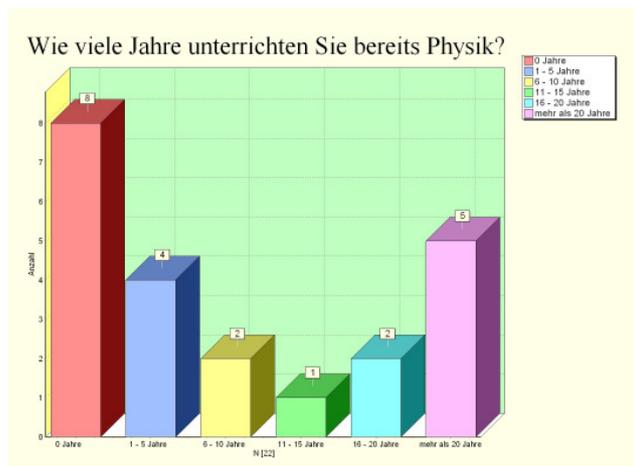
Trotz des normalerweise sehr hohen Männeranteils in der Physik merkt man hier bereits die Hauptschulen. Es gibt schon eine erstaunliche Anzahl an Physik-Lehrerinnen.



Frage 2: Unterrichtsdauer

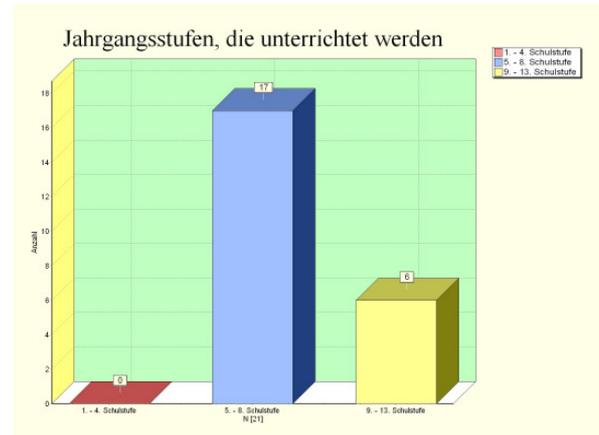
Ein Teil der TeilnehmerInnen waren StudentInnen aus der PA in Feldkirch. Bei den angemeldeten LehrerInnen gab es zwei Tendenzen. Einerseits besuchten junge KollegInnen dieses Seminar, andererseits waren es KollegInnen mit sehr langer Erfahrung, die wissen wollten, welche neuen Ideen unsere Konzepte beinhalten.

Ein Problem war die undifferenzierte Ausschreibung der beiden PIs. Daher war die gesamte Teilnehmerzahl (22) nicht so groß, wie sie hätte sein können.



Frage 3: Unterrichtete Jahrgangsstufen

Der überwiegende Teil der KollegInnen unterrichtet in Schulen der 10 – 14-Jährigen. Dies zeigt das Interesse an Erneuerungen in den Schulstufen, wo Physik ganz stark von der Qualität der Präsentation abhängt. Leider konnten keine LehrerInnen aus dem Bereich der Volksschule zum Seminar ermuntert werden.



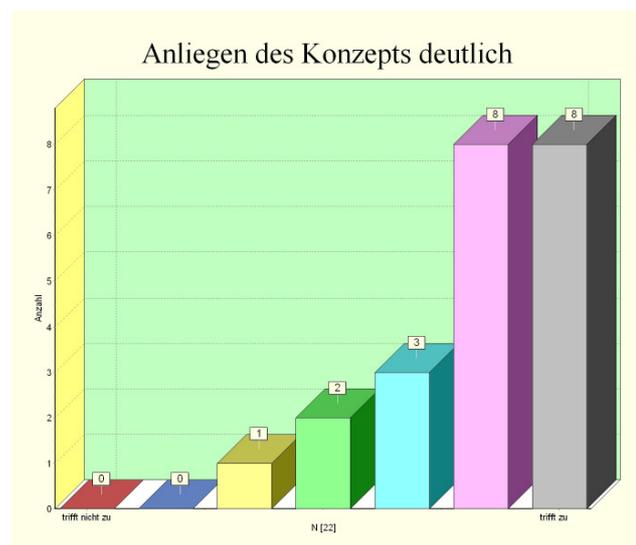
Frage 4: Vorstellung des Bildes

Vom Großteil der Anwesenden wurde das völlig neuartige Bild im Großen und Ganzen verstanden. Es gab jedoch einige KollegInnen, die Probleme mit der Vorstellung hatten.



Frage 5: Anliegen

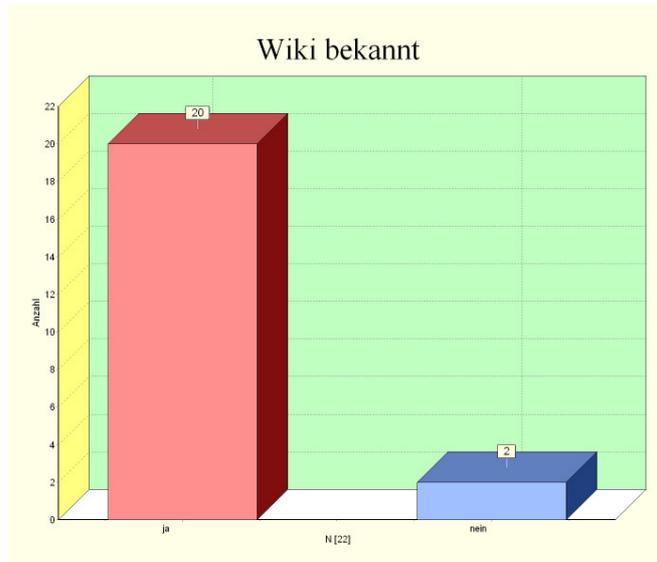
Das Anliegen des Konzepts konnte trotz der kurzen Zeit deutlich gemacht werden. Dies ist ein wesentlicher Punkt dieser Erhebung. Es ging uns vor allem darum, unser Konzept einmal der Öffentlichkeit vorzustellen. Dies scheint dadurch zumindest bei den TeilnehmerInnen geglückt zu sein.



Die nächsten Fragen beziehen sich auf die Internetplattform WIKI.

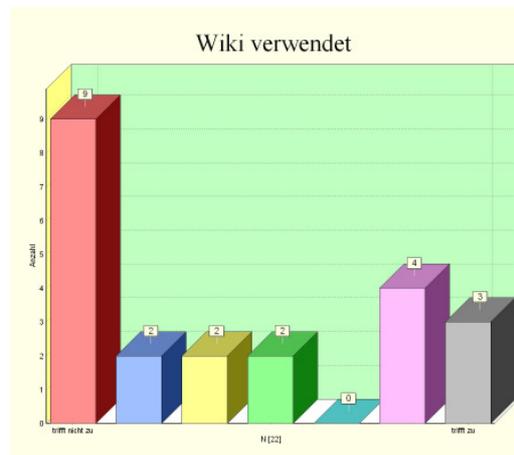
Frage 6: Wiki bekannt

Dem überwiegenden Teil der TeilnehmerInnen ist die Wissensplattform WIKI aus dem Internet bekannt.



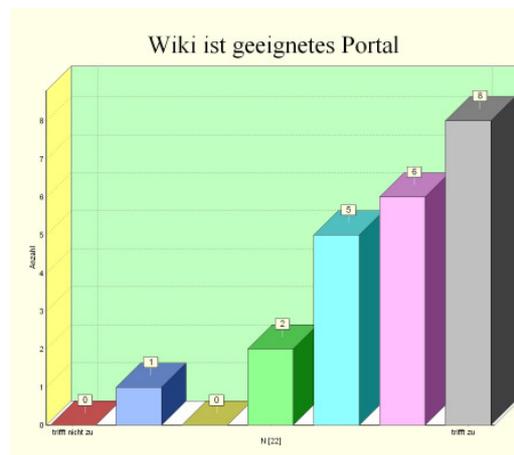
Frage 7: WIKI verwendet

Im Gegensatz zeigt sich sehr deutlich, dass ein großer Teil der Anwesenden die Wissensplattform nicht verwendet. Bücher werden oft noch dem Internet als Wissensmedium vorgezogen.



Frage 8: WIKI geeignetes Portal

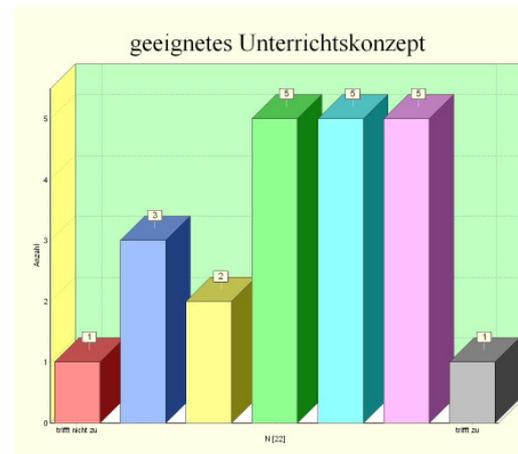
Hier wird die Widersprüchlichkeit der KollegInnen sichtbar. Einerseits verwenden sie WIKI nicht, andererseits sehen sie WIKI als geeignetes Wissensportal an. (Für wen?)



Die nächste Frage zielt auf unser Unterrichtskonzept ab.

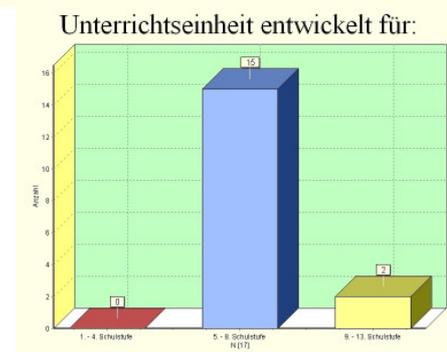
Frage 9: Unterrichtskonzept

Hier gehen die Meinungen stark auseinander. Der Theatersaal wird sowohl als gutes als auch als ungeeignetes Konzept gesehen. Die Zeit, um sich mit diesem Konzept anzufreunden, war naturgemäß sehr kurz. Neuerungen sind auch nicht so leicht vermittelbar. Auf jeden Fall hat diese Idee die KollegInnen zum Denken angeregt. Dies alleine ist bereits eine wertvolle Erfahrung gewesen.



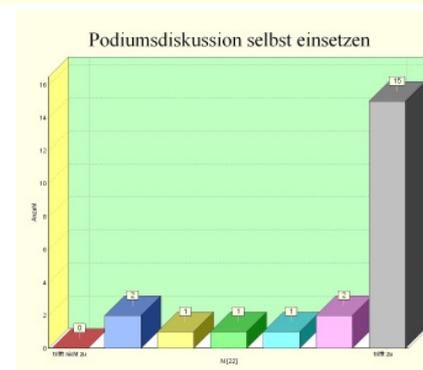
Frage 10: Unterrichtseinheit entwickelt

Man sieht hier deutlich, dass der Großteil der TeilnehmerInnen eine Unterrichtseinheit für die 5. – 8. Schulstufe entwickelt hat.



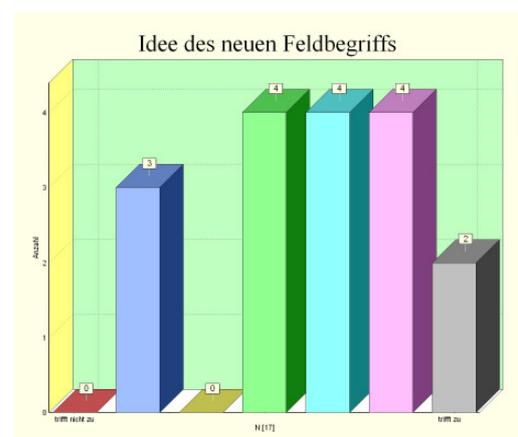
Frage 11: Podiumsdiskussion

Der überwiegende Teil der Anwesenden kann sich vorstellen, dass sie die Podiumsdiskussion in ihrem Unterricht einsetzen werden. Dies ist erfreulich, da wenige KollegInnen dieses Konzept bereits kannten.



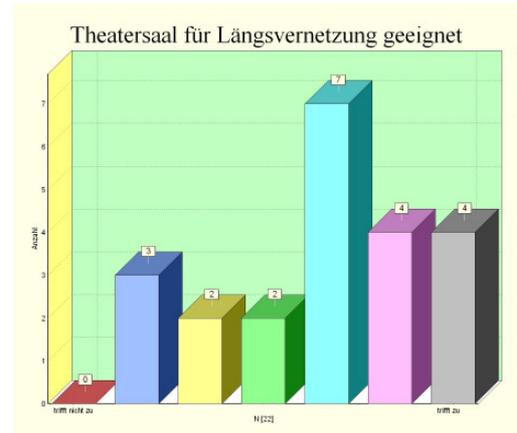
Frage 12: Idee Feldbegriff

Die neuen Ideen des Feldbegriffs, die Walter Rigger vorstellte, führten zu sehr kontroversen Anschauungen. Einige KollegInnen fanden darin gute Ansatzpunkte, andere lehnten das Konzept einfach ab. Schon bei der Diskussion kamen diese Standpunkte deutlich zum Vorschein. Die Evaluierung hat das Gefühl bestätigt.



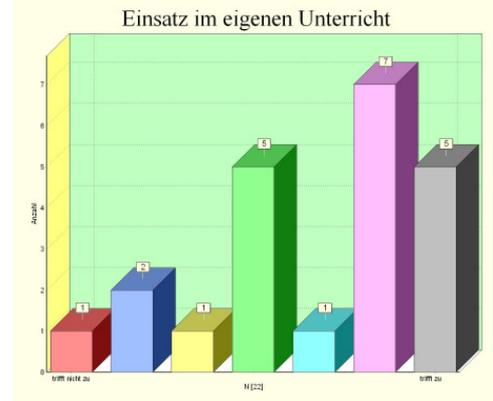
Frage 13: Nahtstellenproblematik

Trotz der Neuartigkeit des Bildes des Theatersaales fanden es viele KollegInnen als gute Möglichkeit eine Längsvernetzung herbeizuführen. Dies zeigt, dass unser Konzept prinzipiell anerkannt wird und es sich lohnt, in diese Richtung weiter zu arbeiten.



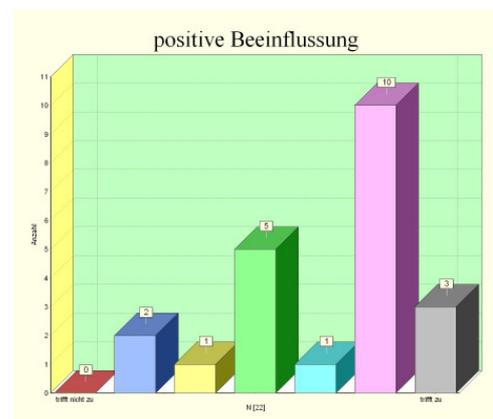
Frage 14: Einsatz im Unterricht

Erfreulich ist auch das Ergebnis in dieser Frage. Viele KollegInnen werden das Bild in ihrem Unterricht einsetzen. Wir hoffen durch eine bessere Gestaltung des Bildes die Akzeptanz noch zu erhöhen.



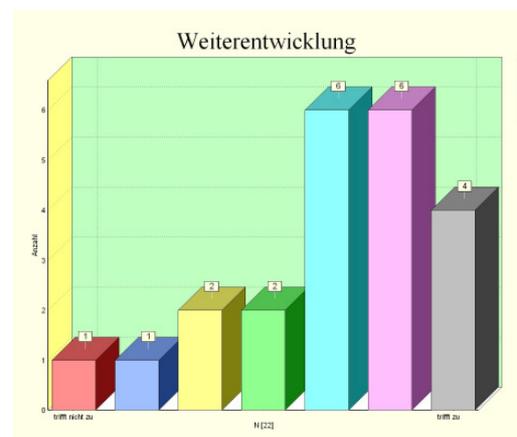
Frage 15: Positiver Einfluss

Das Konzept wird als positiver Einfluss für den Unterricht gesehen. Dies bestätigen diese Werte. Einige kritische Anmerkungen können eventuell zu Verbesserungen des ersten Bildes führen.



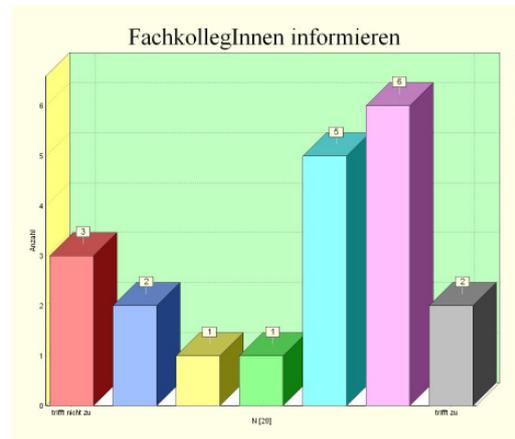
Frage 16: Weiterentwicklung

Obwohl sich viele KollegInnen vorstellen können, auf diesem Konzept aufbauend weitere Stundenbilder zu erarbeiten, muss man mit dieser positiven Rückmeldung eher vorsichtig umgehen. Der Aufforderung, weitere Bilder an uns weiter zu leiten, ist bisher niemand nachgekommen. Das Festhalten am Gewohnten und der tägliche Druck bei der Arbeit verhindert oftmals die Neuerstellung von Unterrichtseinheiten.



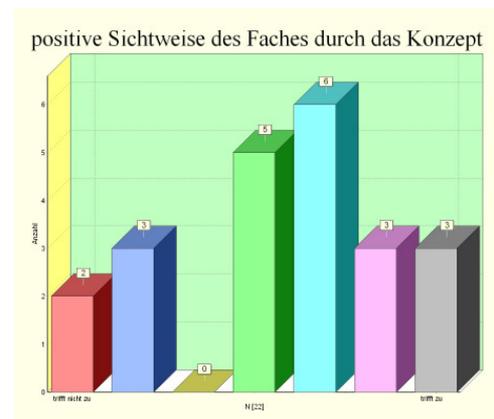
Frage 17: FachkollegInnen

Das Interesse, die Ideen weiterzugeben, hält sich deutlich in Grenzen. Hier sieht man sehr gut, dass Lehrer Einzelkämpfer sind.



Frage 18: Schüler Sichtweise

Ob die SchülerInnen durch dieses Konzept wirklich eine bessere Sichtweise erhalten, wird sehr vorsichtig beurteilt. Erfahrene KollegInnen halten sich hier sicher eher zurück, da sie schon viele Methoden ausprobiert haben und der Erfolg sich meist in Grenzen hält. Junge KollegInnen können diese Frage wohl noch nicht wirklich beantworten. Ihnen fehlt die Erfahrung.



Frage 19: Gibt es andere grundlegende Konzepte, die Sie mit einem durchgängigen Bild verbinden möchten?

Energie / Kitt / Wenn Bilder als Knotenpunkt verwendet werden, würde es mir sinnvoll erscheinen, dies bei jedem Kapitel zu tun. Dann können SchülerInnen vielleicht besser damit arbeiten. / Atom, Kraft / Energie, Kraft / ja / neues Bild / Energie

Frage 20: Was ich noch sagen wollte:

Tolle Unterlagen / Tolle Unterlagen / Je mehr ich darüber nachdenke, umso schöner wird das Bild vom Theatersaal / Interessante Veranstaltung / war sehr interessant / Es wäre angenehm gewesen, ein wenig mehr im Vorfeld zu erfahren, warum es heute gegangen ist. / Danke! Hat Spaß gemacht und mich weiter gebracht / Vielen Dank für deine Mühe / Ein neues weiteres Modul z.B. Energie / Leider keine Information über die Verlegung der Veranstaltung in die PA. / Ich fand's super / besser organisieren / Tolle Unterlagen. Idee ist gut, doch sollten Fachbeiträge (zu Beginn) verstärkt werden!

7.3 Konsequenzen

Ein Problem trat bei der Vorstellung des Bildes auf. Da ich mir nur wenige Minuten zur Vorstellung des Bildes Zeit nahm, konnte die Idee nicht von allen KollegInnen nachvollzogen werden. Offensichtlich war die Konfrontation mit einer völlig neuen Idee für einige Anwesende verwirrend. Einige Zeit nach dem Workshop bekam ich noch Rückmeldungen, die zeigten, dass sich die KollegInnen erst mit dem Bild anfreunden mussten, um auch wirklich seine Qualitäten zu verstehen.

Das Unterrichtskonzept wurde von einer größeren Anzahl der KollegInnen eher negativ beurteilt. Dies sollte nicht dazu führen, dieses Konzept aufzugeben. Was wir uns jedoch sehr wohl überlegen müssen ist, ob es sinnvoll ist, nur mit einem Bild zu arbeiten.

Ich habe mein Konzept dahingehend geändert, dass ich zwar weiterhin das Bild des Theatersaals als Aufhänger verwenden (Dadurch bleibt die Durchgängigkeit erhalten.) aber das Bild durch andere Bilder ergänzen möchte.

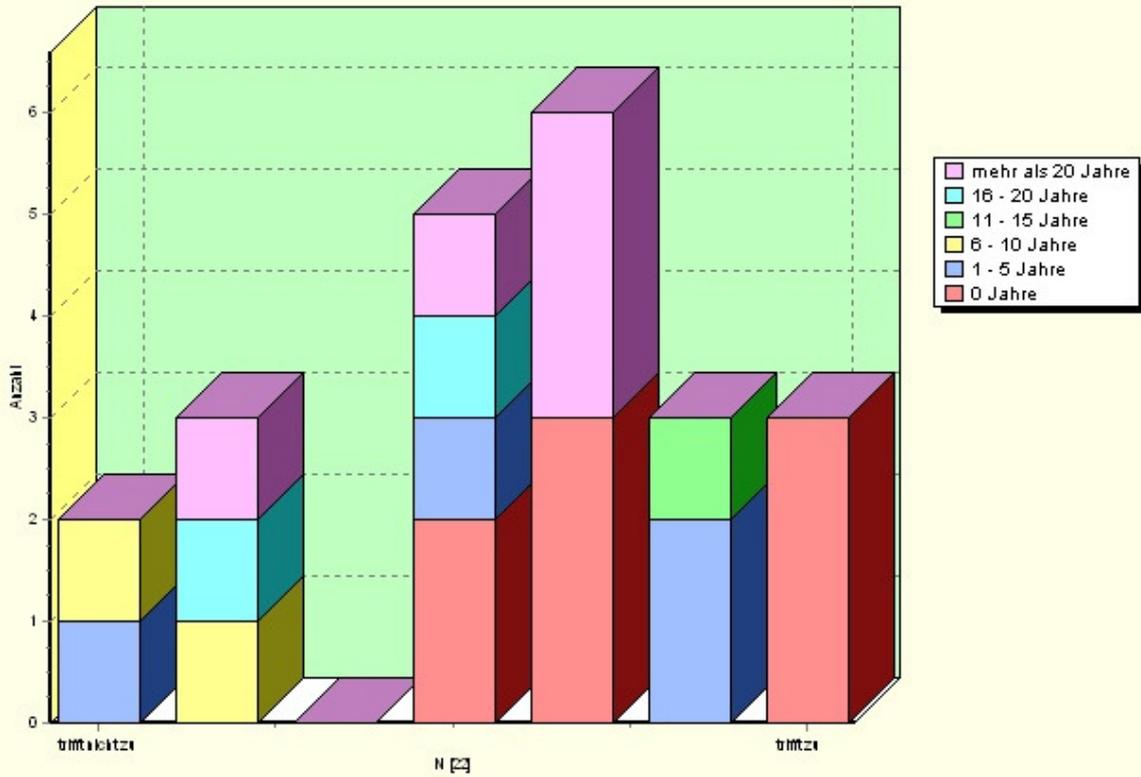
Eine erste Konsequenz habe ich bereits im 2. Workshop umgesetzt. In meinem Kurzvortrag zum Lawinen-Verschütteten-Suchgerät habe ich zwar das Bild des Theatersaales nochmals kurz vorgestellt, habe aber dann auch andere Bilder in meinen Vortrag aufgenommen.

Das Bild vom Theatersaal hat bereits bei der ersten Vorstellung eine gar nicht so schlechte Akzeptanz gefunden (Frage 13, 14, 15). Eine graphische Aufarbeitung und eine verfeinerte Konzeption der Unterrichtseinheiten dazu können die Akzeptanz sicher noch steigern. Was bisher fehlt, dies wurde aus den Umfragen klar, sind Unterrichtseinheiten, die dieses Bild direkt mit einbeziehen. Solche Einheiten wollen wir im nächsten Jahr erarbeiten. Dazu ist zuerst eine endgültige graphische Ausarbeitung des Bildes notwendig. Wir haben bei beiden Workshops festgestellt, dass es den KollegInnen am liebsten ist, wenn sie von einer Fortbildungsveranstaltung direkt umsetzbare Stundenbilder mitnehmen können. Diese Veranstaltungen sind dann bestens besucht und bringen auch die besten Rückmeldungen.

In der untenstehenden Kreuztabelle habe ich die Frage 3 (wie lange unterrichten sie bereits) mit der Frage 18 (positive Sichtweise der Schüler) verknüpft. Man sieht hier deutlich, dass die erfahrenen KollegInnen die Vorteile des Konzepts eher vorsichtig bis skeptisch beurteilen. Sie können dem Konzept jedoch durchaus positive Aspekte abgewinnen.

Junge KollegInnen mit wenig Erfahrung sehen die Zukunft noch sehr rosig. KollegInnen mit mittlerer Erfahrung (6 – 10 Jahre) beurteilen das Konzept sehr schlecht. Dies deutet auf den ersten Frust nach dieser Unterrichtszeit hin. Es wurde viel probiert und nichts hat gewirkt. Diese Einstellung ist in dieser Altersgruppe leider sehr häufig vertreten.

Kreuztabelle



8 SCHLUSSWORT & AUSBLICK

Insgesamt war dieses Projekt trotz der widrigen Startbedingungen aus unserer Sicht ein Erfolg. Das Konzept konnte einigen LehrerInnen näher gebracht werden. Es weckte zumindest Interesse. Wichtig wird es jetzt sein, dieses Konzept weiter zu verfolgen und die Ideen weiter zu verbreiten.

Die Startphase war äußerst schlecht organisiert: Es hätte viel früher Klarheit darüber herrschen müssen, wer wofür verantwortlich ist.

Einen zweiten Problempunkt stellt die Volksschule dar. VolksschullehrerInnen haben viele verschiedene Fachgebiete abzudecken. Die Physik ist dabei nur ein sehr unwichtiger Teil. Viele LehrerInnen wagen sich auch kaum an physikalische Inhalte heran, da ihre Ausbildung in diesem Bereich natürlich nicht sehr gut ist. Daher erreichten wir in unserer Startphase praktisch keine VolksschullehrerInnen.

Um all diese Fehler nicht nochmals zu machen, versuchen wir das naturwissenschaftliche Fachdidaktikzentrum Vorarlberg mit dem Netzwerk aus der Gruppe dieser IMST-Projekte heraus zu bilden.

Das Fachdidaktikzentrum soll auch dazu dienen unsere Ideen in allen sechs Fächern möglichst vielen KollegInnen nahe zu bringen. Es wurden in letzter Zeit bereits einige Gespräche geführt, um dieses Fachdidaktikzentrum in Schwung zu bringen.

Als erster Schritt wurde ein Netzwerk Vorarlberg im Rahmen der Regionalen Netzwerke von IMST gegründet. Dieses Netzwerk betreuen Dr. Wohlmuth und ich gemeinsam mit den 5 Kollegen aus den restlichen Fachrichtungen.

Folgende Schritte, die nahtlos an dieses Projekt anschließen, wurden bereits getroffen.

Eine Steuergruppe koordiniert alle Belange des Fachdidaktikzentrums. Diese Steuergruppe besteht aus den Kollegen der 6 Fächer und Dr. Wohlmuth. Längerfristig soll dieses Fachdidaktikzentrum in die Pädagogische Hochschule Vorarlberg übernommen werden. Dies ist sowohl der Wunsch der Politiker (LR. Stemer) als auch der Wunsch der derzeitigen Leitung der PA. Dafür müssen dann sämtliche Steuergruppenmitglieder aus den Reihen der LehrerInnen der PH kommen. Dies dürfte einzig in Biologie auf gewisse Probleme stoßen.

Am Vorarlberger Bildungsserver wird eine Homepage für Fachdidaktik eingerichtet. Für den Aufbau dieser Homepage bin ich verantwortlich. Sie soll bis zum Herbst mit ersten Inhalten gefüllt werden. (<http://cms.vobs.at/fachdidaktik>)

Parallel dazu wird über eine Ilias-Plattform ein ständig arbeitendes Forum eingerichtet. Auf dieser Plattform soll diskutiert werden, weiters können neue Unterrichtsmaterialien erstellt werden. Sind die Materialien ausgereift, so werden sie auf die Homepage gestellt und stehen dann allen LehrerInnen zur Verfügung. Als Anreiz soll dafür ein kleines Honorar ausgeschüttet werden.

Das bereits seit 12 Jahren bestehende Netzwerk für Physik, das der Arbeitskreis Schule Energie (ASE) aufgebaut hat, kann auch unterstützend helfen. Da ich auch Geschäftsführer des ASE bin, kann ich hier nahtlos anschließen und viele Erfahrungen aus 12-jähriger Tätigkeit einbringen. Im kommenden Jahr werden wir einen großen Wettbewerb für LehrerInnen aller Schulstufen ausschreiben. In diesem Wettbewerb „Zukunft Wasser“ sollen Unterrichtseinheiten zu dem Thema erarbeitet werden.

Bei einer großen Auftaktveranstaltung im Herbst in Partenen (Montafon) wird dabei auch das Fachdidaktikzentrum vorgestellt werden.

Das Problem der Volksschulen wird speziell behandelt. Ab Herbst gibt es Fortbildungsveranstaltungen für VolksschullehrerInnen, in denen sowohl das Bild der Chemie als auch der Physik vorgestellt werden. Die Vortragenden werden konkret ausgearbeitete Unterrichtseinheiten zu diesen Themen anbieten und mit den LehrerInnen in diesen Seminaren durcharbeiten. Damit hoffen wir die Schwellenangst vor Physik und Chemie abzubauen. Interessierte VolksschullehrerInnen werden in diesen Seminaren angesprochen, um unter unserer Hilfe selbst neue Unterrichtseinheiten zu erstellen. Dadurch hoffen wir die Volksschule besser in das Netzwerk integrieren zu können.

Parallel dazu wird in Zukunft auch in der Ausbildung der VolksschullehrerInnen auf dieses Konzept eingegangen. Auf diese Art und Weise sollen alle jungen LehrerInnen dieses Konzept bereits vor Beginn ihrer Unterrichtstätigkeit kennen.

In einem Nachfolgeprojekt zu meinem Projekt (Antrag wurde gestellt) möchte ich gerne im Rahmen von IMST3 Unterrichtseinheiten für die Volks- und Hauptschule ausarbeiten und in mehreren Schulen testen. Wir haben bei allen sechs Projekten festgestellt, dass die LehrerInnen nur dann wirklich ein neues Konzept übernehmen, wenn sie von uns fertig ausgearbeitete Unterrichtseinheiten geliefert bekommen.

Alle weiteren Projekte sollen evaluiert werden. Eine Langzeitevaluation zum Thema „Bilder“ ist vorgesehen, kann aber erst in einigen Jahren in Angriff genommen werden.

Insgesamt hat dieses Projekt für mich einen Anstoß gebracht, mich ausführlich mit dem Gedanken des Bildes zu beschäftigen. Es wird in den nächsten Jahren im Rahmen des Fachdidaktikzentrums und auch im Rahmen von weiteren Projekten für mich viele Möglichkeiten geben, diese Idee weiter auszubauen und vielleicht noch den einen oder anderen wichtigen physikalischen Begriff so zu bearbeiten, wie ich heuer mit dem Begriff „Feld“ angefangen habe.

9 ANHANG

9.1 Unterlagen für Lehrer zum Thema LVS

Technischer (physikalischer) Hintergrund

Lawinenverschütteten-Suchgeräte (LVS)

Eine große Anzahl von LVS ist im Handel erhältlich. Das Erfreuliche an den Geräten ist, dass sie mit einer einzigen Frequenz senden. Es ist daher möglich, dass man mit jedem Gerät jedes andere LVS orten und finden kann. Alle LVS, welche der Norm ETS 300718 entsprechen und damit auf der Frequenz von 457 kHz arbeiten, sind kompatibel. Jedes LVS dient sowohl als Sender als auch als Empfänger, wenn Verschüttete gesucht werden müssen.

Ein LVS sendet ein elektromagnetisches Feld auf der Frequenz von 457 kHz aus. Dieses Feld kann von einem 2. LVS geortet werden.

Man unterscheidet 3 Kategorien von Suchgeräten:

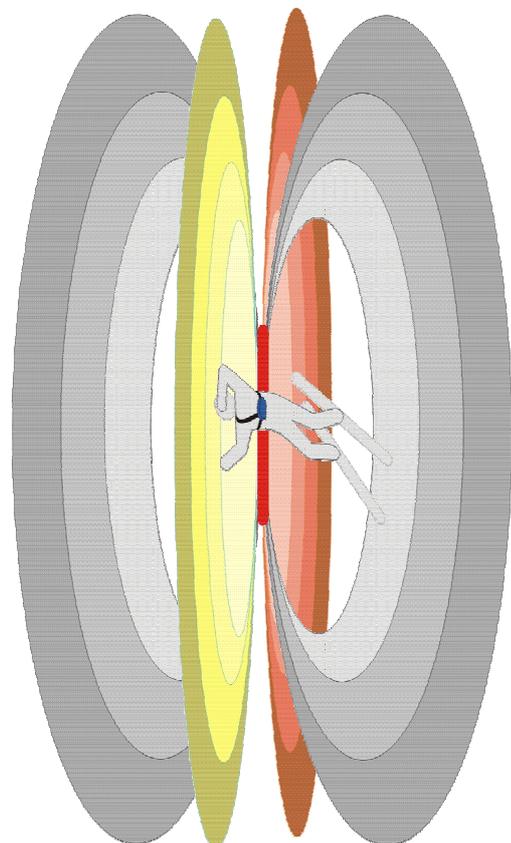
- ✚ Die einfachsten Suchgeräte haben nur eine Antenne. Sie arbeiten analog und können nur die Stärke des Feldes angeben.
- ✚ Geräte mit 2 Antennen können bei der Suche sowohl die Stärke als auch die Richtung (entlang einer Feldlinie) zum Verschütteten angeben.
- ✚ Bei Geräten mit 3 Antennen sollte das gleichzeitige Anzeigen von mehreren Verschütteten möglich sein. Außerdem versuchen Entwickler dieser Geräte sie so weit auszubauen, dass auf einem Display direkt die Fundstellen der Verschütteten eingezeichnet sind.

Feld eines LVS

Ein LVS erzeugt ein 3-dimensionales Feld. Die Feldlinien sind Orte gleicher Feldstärke. Mit einem 2. LVS kann nun die Stärke dieses Feldes gemessen werden.

Ein einfaches LVS mit einer Antenne gibt nur die Stärke des Feldes (akustisch) an.

Wir wollen uns mit einem digitalen LVS beschäftigen, das 2 Antennen hat. Der Vorteil ist die Möglichkeit der Richtungsanzeige. Dadurch können im Versuch die Feldlinien direkt „gemessen“ werden; das Feld wird sichtbar.



Digitales LVS



Sender

Bei diesem Gerät wird das Feld von einer Antenne, die parallel zur Hauptachse des Gerätes eingebaut ist, erzeugt. Dadurch entsteht das weiter oben dargestellte 3-dimensionale elektromagnetische Feld. Die feststellbare Reichweite des Feldes beträgt ca. 70m.

Empfänger

Zur Suche mit Hilfe einer Angabe der Feldlinienstärke und der Richtung benötigt das Gerät jedoch 2 Antennen, die nicht zueinander parallel orientiert sein dürfen. In diesem Gerät sind die beiden Antennen zueinander senkrecht angeordnet.

Eine Suche mit einem digitalen LVS findet immer entlang der Feldlinien statt. Dies bedeutet, dass die Richtungspfeile die Richtung der Feldlinie anzeigen und nicht direkt die Richtung zum Verschütteten! Dadurch läßt sich das Gerät auch als physikalisches Versuchsgerät sehr gut einsetzen, da wir mit Hilfe der Richtungspfeile die Richtung der Feldlinien darstellen können.

Für unsere Versuche verwenden wir ein Lawinensuchgerät der Firma Ortovox. Es ist das digitale Gerät Ortovox X1. Natürlich funktioniert der Versuch auch mit jedem anderen digitalen LVS. Sollte man in der Schule keine LVS haben, so lassen sich diese Geräte beim Alpenverein, bei Lawinensuchstaffeln oder ähnlichen Vereinigungen ausleihen.

Um das Feldlinienbild zu verstehen, ist es interessant zu wissen, wie die Sende- und Empfangsantennen angeordnet sind. Vor allem die Sendeantenne ist wichtig, da sie das elektromagnetische Feld erzeugt, nach dem wir suchen bzw. von dem wir das Feldlinienbild aufnehmen.

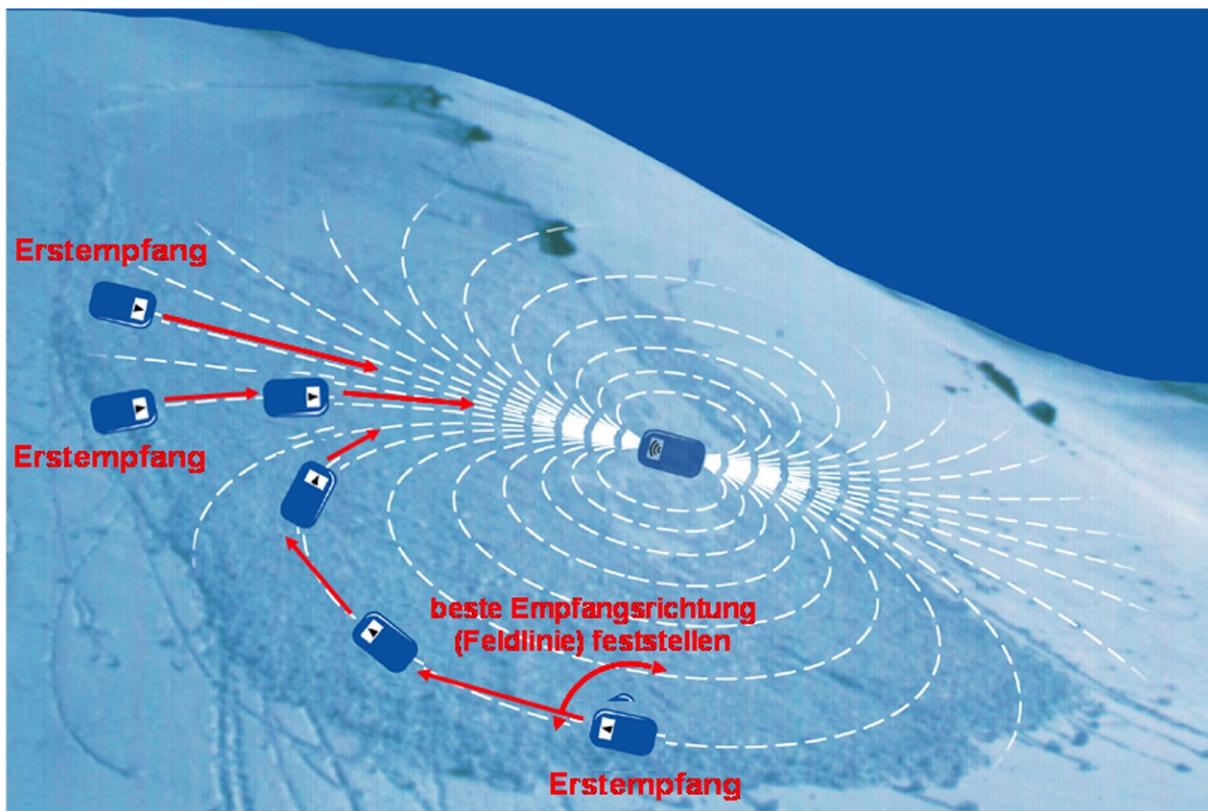
SENDER ANTENNE



EMPFÄNGER ANTENNEN



Suche mit Hilfe der Feldlinien

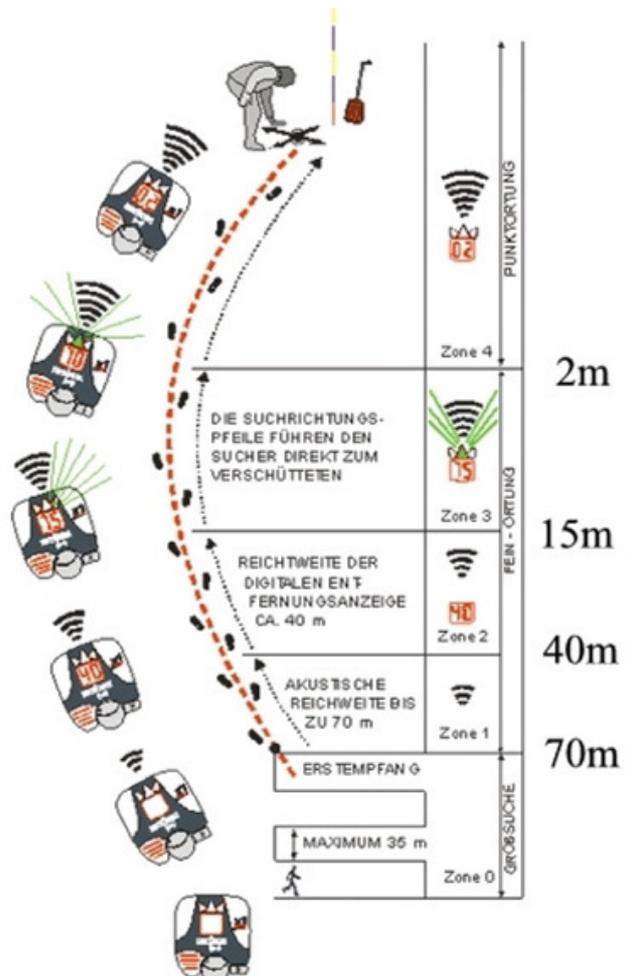


Wenn wir mit einem LVS das Feld des zu suchenden LVS ausmessen, zeigen die Richtungspfeile in Richtung der Feldlinien. Dies ist im Bild dargestellt.

Der Suchende nähert sich also dem Verschütteten immer auf den gekrümmten Kurven der elektromagnetischen Feldlinien! Diese Tatsache können wir bei unserem Versuch ausnützen und mit Hilfe der Richtungspfeile direkt ein Feldlinienbild aufnehmen.

Technische Daten des Gerätes

Jedes digitale LVS zeigt nur in einem bestimmten Bereich die Richtung des Feldes an. Daher muss man vor Verwendung des Gerätes bei Versuchen diese Daten (aus der Beschreibung) erheben. Sollte keine Beschreibung beiliegen, so kann man die Daten auch selbst durch einen Versuch ermitteln.



Dieses Lawinensuchgerät hat eine Reichweite von ca. 70m.

Ab einer Reichweite von ca. 40m wird die Entfernung digital angezeigt.

Ab 15m Entfernung kann mit Hilfe der Richtungsanzeige die Feldlinie genau aufgezeichnet werden.

Ab einer Entfernung von 2m gibt es nur noch die digitale Entfernungsanzeige: Die Richtungspfeile verschwinden wieder.

Für unseren Versuch ist daher eine Entfernung zwischen 15m und 2m am besten geeignet.

Genauere technische Details zum Gerät:

Die ORTOVOX VS-Geräte senden und empfangen auf der Frequenz 457kHz (± 80 Hz).

Das Sendesignal ist getaktet; ON time 70 ms Minimum; OFF-time 400ms Minimum; Periode 1000ms ± 300 ms (ON-time plus OFF-time).

Die minimale gesendete Feldstärke bei 457kHz darf in einer Distanz von 10m nicht kleiner sein als $-6\text{dB}\mu\text{A/m}$ ($0,5\mu\text{A/m}$).

Die maximale gesendete Feldstärke bei 457kHz darf bei einer Distanz von 10m $7\text{dB}\mu\text{A/m}$ ($2,33\mu\text{A/m}$) nicht überschreiten.

Versuchsdurchführung

Vorbereitungen

Am besten lässt sich der Versuch im Freien durchführen. Ist dies nicht möglich, so sucht man sich einen möglichst großen Raum.

Da die LVS durch andere elektromagnetische Sender gestört werden können, ist es wichtig, dass vor dem Versuch sämtliche Handys und andere elektronische „Störgeräte“ abgeschaltet werden.

In Räumen tritt auch noch das Problem der Reflexionen der Wellen an Wänden auf. Daher sollte man den Versuch unbedingt vorher testen, um den besten Ort für die Lage des Sendegerätes ausfindig zu machen.

Für den Versuch benötigt man mindestens 2 LVS, ein Gerät muss ein digitales Gerät mit Richtungsanzeige sein. Das Sendergerät kann auch ein einfaches analoges Gerät sein, da jedes Gerät das gleiche Feld erzeugt.

Außerdem benötigt man ein Maßband, um die Feldlinien auszumessen und dann maßstabsgetreu auf ein Papier zu bringen.

Geräte aktivieren

Der Sender wird an einen Ort gelegt und aktiviert. Das Einschalten auf Sendebetrieb ist laut Betriebsanleitung durchzuführen.

Sender

Das Ortovox X1 wird eingeschaltet, indem der Bajonettsverschluss des Riemens in die dafür vorgesehene Öffnung gesteckt und unter leichtem Druck um 90° verdreht wird.

Im Display erscheint die Batteriekapazität in Prozent, die Sendekontrollleuchte neben dem Verschluss blinkt. Das Gerät ist betriebsbereit.



Verschluss einstecken und um 90° drehen

Empfänger

Der Empfänger wird auf die gleiche Weise wie der Sender eingeschaltet. Um das Gerät auf Empfang umzustellen, muss der Empfangsumschalter nach links gedreht werden. Dies geht nur, wenn man den Entriegelungsschalter gleichzeitig nach rechts schiebt.

Empfangsumschalter

Entriegelungsschalter



Damit ist das Gerät auf Empfang gestellt. Im Display wird kurz der Begriff „CH“ eingeblendet, um die Empfangsbereitschaft zu signalisieren. Gleichzeitig hört man den Empfang des Signals durch einen Ton. Die Schnelligkeit der Tonfolge ist ein Maß für die Nähe zum Sender. Mit einem Ohrhörer kann der Ton auch ausgeschaltet werden.

Versuch

SchülerInnen sollen jetzt in einer Entfernung von ca. 15m beginnend, ein Bild des elektromagnetischen Feldes aufnehmen.

Dazu halten sie das Gerät waagrecht und drehen das Gerät (langsam) so lange, bis der grüne Pfeil geradeaus zeigt. Dies ist die Richtung der Feldlinie. Der Standort relativ zum Sender wird ausgemessen und die Pfeilrichtung in ein Blatt Papier eingezeichnet.



Der Schüler bewegt sich mit dem Gerät ca. 1 – 2m in Pfeilrichtung geradeaus. Wenn der Pfeil eine neue Richtung anzeigt, bleibt der Schüler stehen und dreht das Gerät wiederum langsam so lange, bis der Pfeil geradeaus zeigt (größte Feldstärke). Die neue Position mit Pfeilrichtung wird wieder vermessen und auf das Blatt gezeichnet (Pfeilrichtung nicht vergessen!).

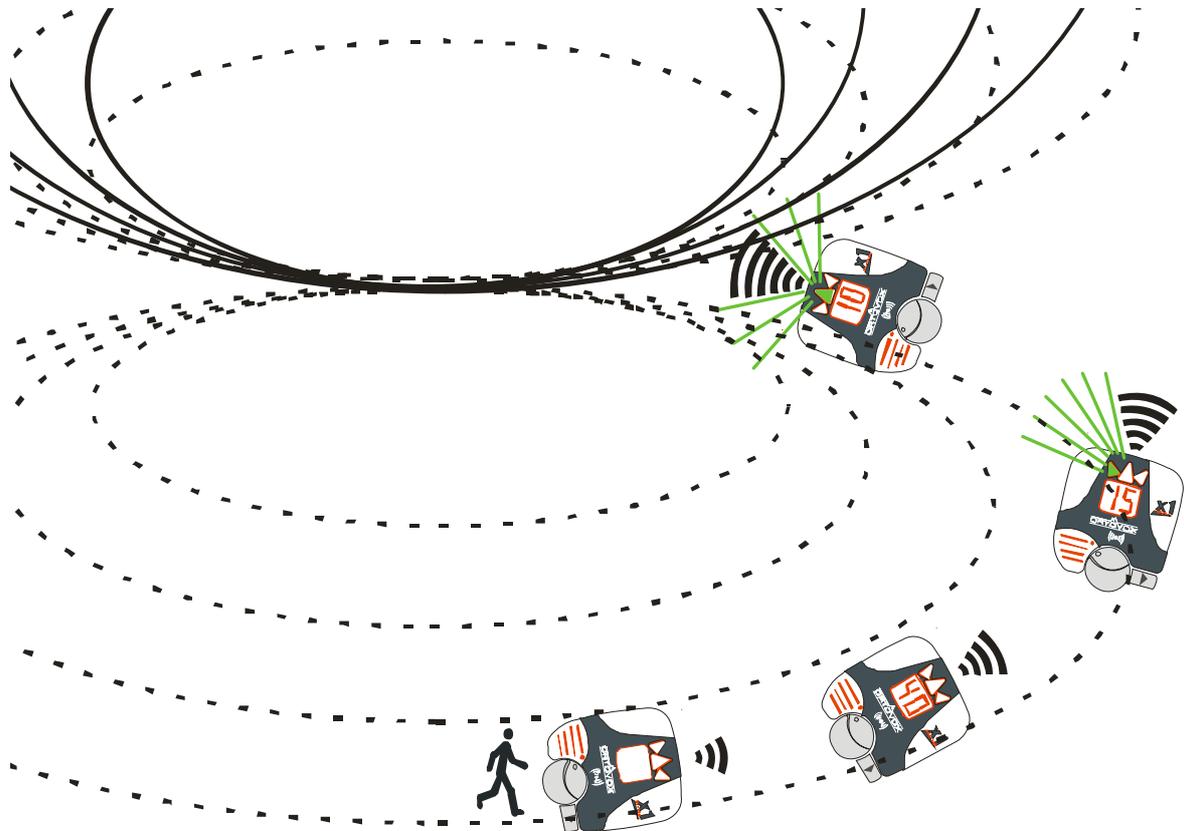
Ist der Schüler auf ca. 2m an das Sendegerät herangekommen, so kann durch Annäherung (kleiner werdende Entfernung) noch der Nahbereich eingezeichnet werden. Damit ist die Aufnahme einer Feldlinie abgeschlossen. Alle Punkte werden noch durch eine Linie verbunden, wir haben eine Feldlinie ausgemessen.

Der Schüler stellt sich an eine andere Ausgangsposition und das Spiel beginnt von neuem.

Auf diese Art und Weise sollte für alle TeilnehmerInnen das Feld auf dem Papier langsam sichtbar werden.

Alle SchülerInnen können am Ende des Versuches die Feldlinien abzeichnen oder man kopiert das Ergebnis für alle TeilnehmerInnen.

FEINSUCHE



Variationen

Suche nach einem versteckten Sender

Eine Abänderung des Versuches könnte sein, dass man SchülerInnen, die mit dem Messen von Feldlinien auf diese Weise bereits vertraut gemacht wurden, dazu veranlasst, ein Feld auszumessen, von dem man den Lageort des Senders nicht kennt.

Dazu versteckt man den eingeschalteten Sender vor Beginn der Stunde an einer bestimmten Stelle. Die Schülergruppe muss dann den Sender nicht nur finden, sie muss auch das Feldlinienbild genau aufnehmen.

Lawinkunde

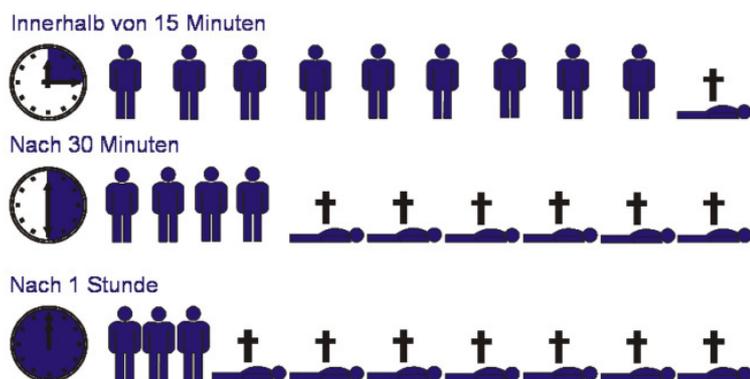
Natürlich eignet sich diese Einheit auch besonders gut, um das Problem der Lawinengefahr im Gebirge zu thematisieren. Gerade für SchülerInnen, die selbst gerne auf Touren gehen (solche soll es auch noch geben), ist dies eine wertvolle Hilfe.

Aber auch die große Zahl von Snowboardern, die in jeder Klasse sitzen, kann mit dem Thema vertraut gemacht werden. Ein großer Teil der Unfälle geschieht aus Unwissen oder Unachtsamkeit. Wer mit dem Snowboard oder mit den Schiern in den nicht gesicherten alpinen Raum geht, sollte unbedingt ein LVS dabei haben und auch damit umgehen können. Durch diese Versuche können SchülerInnen spielerisch an das wichtige Thema herangeführt werden.

Damit ergibt sich auch eine sehr schöne Verbindung zwischen der Theorie von Feldern und der praktischen Anwendung im täglichen Leben!

Hier noch ein kleiner Hinweis auf die Wichtigkeit der schnellen und gezielten Suche nach Lawinenschüttungen.

ÜBERLEBENS-WAHRSCHEINLICHKEIT NACH EINER LAWINENVERSCHÜTTUNG



Ausblick

Dieser Versuch kann sowohl in der Schule der 10 – 14-Jährigen als auch in der Schule der 15 – 19-Jährigen durchgeführt werden. Er sollte ein relativ einfaches Mittel darstellen, wie man ein elektromagnetisches Feld direkt sichtbar machen kann.

Außerdem kann mit diesem Versuch wieder einmal gezeigt werden, wie man physikalische Grundlagen in der Schule durch realitätsbezogene Versuche spannender machen kann. Dies arbeitet auch der allgemeinen Meinung, dass Physik und vor allem der Physikunterricht nicht auf den Alltag bezogen sind, entgegen.

An dieser Stelle möchte ich mich bei Kollegin Marlis Schedler (PA Feldkirch, HS Doren) und Bernhard Rädler (HS Hittisau) bedanken, die diese Idee gehabt haben. Ein weiterer Dank gilt der Firma Ortovox (Germany) für die Unterstützung. Alle Bilder und Grafiken stammen aus einer Präsentation, die mir zur Verfügung gestellt wurde.

Die Arbeitsblätter enthalten die wichtigsten Informationen. Es werden zwei Vorgehensweisen empfohlen. Einerseits kann man (vor allem in der Unterstufe) die Feldlinienbilder durch Markierungen im Saal oder im Freien kennzeichnen und anschließend ausmessen und in ein Arbeitsblatt übertragen, andererseits ist die direkte Aufzeichnung der Messwerte in einem Protokoll möglich. Diese Art empfiehlt sich eher für OberstufenschülerInnen. Bei beiden Methoden erfahren die SchülerInnen direkt

durch einen lebensnahen Versuch, was ein elektromagnetisches Feld ist. Somit ist wiederum die Verbindung zwischen Praxis und Theorie sehr gut hergestellt.

9.2 Schüler-Arbeitsblätter

Die Arbeitsblätter ergeben sich aus dem Lehrerexemplar. Da sie im Querformat erstellt sind, können sie diesem Bericht in der Form nicht beigelegt werden. Sie können jedoch jederzeit beim Arbeitskreis Schule Energie (ase@vkw.at) kostenlos angefordert werden.

10 LITERATUR

BMBWK (Hrsg.): Bundesgesetz vom 25. Juli 1962 über die Schulorganisation (Schulorganisationsgesetz) BGBl. Nr. 242/1962, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 20/2006

ORTOVOX; Powerpoint-Präsentation zum Thema LVS zur Verfügung gestellt von Ortovox, Deutschland