

Physik lernen mit Neuen Medien?

Virtuelle Untersuchungen an simulierten Systemen - ein Beispiel aus der Unterrichtspraxis

Hildegard Urban-Woldron

Die Potenziale von Bildungsmedien kommen erst zum Tragen, wenn die Lernangebote die Intensität der individuellen Auseinandersetzung sicher stellen und ein bloß oberflächliches Browsen verhindern (Kerres, 2001, S.178).

Zu einem gelungenen Physikunterricht gehören Experimente. Computersimulationen und elektronische Lernmedien erweitern hier das Spektrum für einen effektiven Unterricht. Neue Medien können als Werkzeug eingesetzt werden, um die Verbindung zwischen dem Phänomen und der zugrunde liegenden physikalischen Struktur herzustellen und so die Bildung mentaler Modelle fördern. Eine virtuelle Anreicherung des Physikunterrichts kann niemals als Ersatz sondern nur als Ergänzung für das Realexperiment gedacht sein und sollte einen "Mehrwert" gegenüber herkömmlichen Materialien aufweisen. Nach meiner Einschätzung wird der Computer immer dann sinnvoll einzusetzen sein, wenn ein Lernziel mit Hilfe der neuen Medien durch anschaulichere Darstellungsmöglichkeit oder schnellere Umsetzbarkeit effizienter zu erreichen ist, oder wenn ein Lernziel überhaupt nur so zu erreichen ist, wie z.B. bei der Messwerterfassung, der Recherche aktueller Informationen oder bei der Simulation von in der Schule nicht durchführbarer Experimente.

Beim selektiven Einsatz neuer Technologien sollte immer überlegt werden, ob das Lernziel so besser zu erreichen ist als mit der konventionellen Methode und ob der notwendige Aufwand durch den unterrichtlichen Mehrwert gerechtfertigt ist. Im Rahmen einer differenzierten Untersuchung (vgl. [5]) bin ich der Frage nachgegangen, ob der Lernerfolg von computerunterstütztem Unterricht eventuell sogar größer ist als beim klassischen Unterricht mit realen Experimenten.

Nach Weidenmann (vgl. [6]) sollen *Medien das Bemühen maximieren, das die Lernenden für die Arbeit mit dem Inhalt aufbringen, und die Anstrengungen minimieren, die sie benötigen, um den Inhalt zu erfassen.*

Auf der Internetseite <http://www.explorelearning.com> habe ich mit dem Softwareprodukt *density-lab* eine Multimediakomponente gefunden, bei der die Lernenden in einem explorativen Raum auf einem relativ hohen Interaktivitätsniveau (vgl. [4]) innerhalb eines vorbestimmten Rahmens kognitive Konzepte aktivieren, verändern und ein Verständnis des wissenschaftlichen Konzepts entwickeln können.

Mag. Dr. Hildegard Urban-Woldron, MSc, MAS
Lehramts- bzw. Doktoratsstudium Physik und Mathematik an der Universität Wien und Studium der Medienpädagogik an der Donau-Universität Krems
Unterrichtstätigkeit am Gymnasium Sacre Coeur Pressbaum und an der Pädagogische Akademie der ED Wien sowie in der Lehrerfortbildung
Arbeitsschwerpunkte: Lehren und Lernen mit Neuen Medien, Begabtenförderung, Mitarbeiterin beim MNI-Fonds im Schwerpunkt Grundbildung und Standards

Das Wissen von Sachexperten wurde auf ein Medium übertragen, das intuitiv zu bedienen ist, aber für sich allein noch wenig didaktische Qualitäten aufweist. Obwohl sich für den Experten die möglichen Interaktionen und Lernmöglichkeiten klar erschließen, da sich ja, wie Baumgartner und Payr festhalten (vgl. [1]), in jeder Bildungssoftware ein theoretisches Lernmodell niederschlägt, muss davon ausgegangen werden, dass der Neuling nicht unbedingt die planvollen Handlungen setzt, die der Lehrende von ihm erwartet. Der Lernende wird nach meiner Einschätzung durch das Medium als Lernangebot, wie es in diesen virtuellen Programmen vorliegt, noch nicht zu konkreten Lernaktivitäten angeregt und es kann nicht davon ausgegangen werden, dass das Lernangebot in der vom Produzenten vorgesehenen Weise tatsächlich genutzt wird.

Ich wusste, dass die Aufbereitung der multimedialen Lernangebote bestimmte Lernprozesse ermöglichen wird. Um einen Lernerfolg zu gewährleisten, versuchte ich die angestrebten kognitiven und emotionalen Lernprozesse anzuregen. Das Ergebnis der didaktischen Aufbereitung sollte also ein mediales Angebot, eine Lernumgebung sein, die zu bestimmten Tätigkeiten einlädt, aber auch für aktive, reaktive und proaktive Lernende ausreichend Freiräume offen lässt. Damit sollte gewährleistet sein, dass für proaktive* Lernende die Intensität der Auseinandersetzung durch den Einsatz des multimedialen Lernmaterials steigen kann, für durchschnittliche Schüler aber hinreichend Tätigkeiten definiert sind, die sie ausführen sollen und wodurch steuernd auf ihren Lernprozess Einfluss genommen wird.



Auf dem Weg zur mediendidaktischen Konzeption

Um die möglichen Lernprozesse und -aufgaben bestimmen zu können, musste vorher das Lehrziel benannt werden. Seine In-

* Als *proaktiv* bezeichne ich aktive, selbstgesteuerte und selbstverantwortliche Lerner.

haltskomponente war durch das Lernprogramm und meine Überlegungen bei der Recherche zum großen Teil vorbestimmt. Die Ergebniskomponente des Lehrziels, d.h. welche Resultate ich erwartet habe, welche Kompetenzen die Lernenden als Ergebnis der Lernaktivitäten erwerben sollten und wie ich diese feststellen wollte, musste erst noch definiert werden. Ich wollte sicherstellen, dass bei allen Schülern Lernprozesse möglichst zuverlässig stattfinden können.

Die zentrale Aufgabe der didaktischen Aufbereitung ist daher letztlich die Formulierung von Lernangeboten, durch deren Bearbeitung die angestrebten Lernprozesse ermöglicht werden, und wodurch der Lerner im Idealfall zum eigenständigen Fragen und Explorieren angeregt wird. Bei der interaktiven Simulation kann der Lerner unmittelbar in das Geschehen eingreifen und mit den Objekten der simulierten Welt umgehen. Das virtuelle Experiment übertrifft das Realexperiment bei Weitem an Messgenauigkeit und Veränderungsmöglichkeiten der Parameter, sodass der Lernende auf ein Ziel gerichtet Gesetze entdecken und erkennen kann und so Wissen konstruiert. So lässt sich z.B. die Dichte der Flüssigkeit im Behälter des "density-lab" in einem Bereich von 0 bis 10 g/cm³ variieren, was im Realexperiment völlig ausgeschlossen wäre.

Für mich war es auch interessant zu prüfen, wie die Lernenden mit dem vorliegenden Angebot ohne zusätzliche Strukturierungen und Arbeitsanleitungen umgehen. Ich habe daher das virtuelle Experiment in einem Vortest mit einer Klasse im Rahmen einer Supplierstunde ohne schriftliche Anleitungen durchgeführt, da ich sehen wollte, wie Lernende an diese Aufgabe herangehen und welche Fragen sie sich selbst stellen.

Das Ergebnis war eher ernüchternd. Ich konnte in keinem einzigen Fall beobachten, dass die Schüler versucht hätten eine quantitative Untersuchung durchzuführen, d.h. die Dichte der einzelnen Körper zu ermitteln. Einige wenige Schüler haben richtige qualitative Aussagen präsentiert, aber die meisten Schüler haben die Aufgabenstellung eher auf einer spielerischen Ebene bearbeitet.

Ich möchte gar nicht behaupten, dass in diesen Lernsituationen keine Lernprozesse stattgefunden haben, aber ich hatte den Eindruck, dass die meisten Lernenden die Lernergebnisse am Ende der Stunde nicht systematisch einordnen konnten und vor allem sehr viel Unterhaltung mit der schön gestalteten Programmoberfläche und der gesamten ansprechenden Programmperformance hatten und es mit wenigen Ausnahmen im Sinne von Kerres bei einem eher unerwünschten oberflächlichen Browsen geblieben ist. Daher habe ich mich entschlossen, für den regulären Unterricht entsprechende zusätzliche Lernangebote zu erstellen.

Ausgangspunkt für dieses Bildschirmexperiment war ein Foto, das zeigt wie eine Frau im Toten Meer auf dem Wasser liegend eine Zeitung liest. Damit war ein kognitiver Konflikt ausgelöst - einige Schüler vermuteten, dass diese Beobachtung etwas mit dem Salzgehalt zu tun haben muss.

Die Schüler kannten bereits den Dichtebegriff und wussten, wie die Dichte eines Körpers bestimmt wird. Damit wären die notwendigen Lernvoraussetzungen erfüllt und man könnte als Lehrerin der Versuchung unterliegen, anzunehmen, dass ein Großteil der Schüler proaktiv und planmäßig vorgeht, die vorhandene Waage und den Messzylinder entsprechend nutzt und den erforderlichen Wissenstransfer auch selbst durchführen

kann, dass z.B. jeder Schüler selbst eine Tabelle erstellt, der Reihe nach die Dichten der einzelnen Versuchskörper ermittelt und das Verhalten des Körpers in der Flüssigkeit mit den Dichten der Flüssigkeit und des Versuchskörpers in Beziehung bringt und so auf diesem induktiven Weg zu einer allgemeinen Aussage kommt.

Diese Erwartungen können nach meiner Erfahrung nur wenige sehr motivierte Schüler mit einer sehr guten Wissensbasis erfüllen. Daher habe ich den Einsatz des multimedialen Lernmediums sehr stark didaktisiert und mit Hilfe eines Arbeitsblattes angeleitet. Es war mir ein Anliegen, die Schüler forschend an die Aufgabenstellung heranzuführen. Noch vor der Anleitung zum planvoll durchzuführenden Experiment sollten alle Schüler Vermutungen anstellen, diese überprüfen und durch Leitfragen und Impulse zu weiteren Untersuchungen angeregt werden. Es war mir daher auch wichtig, zu erfahren, welche Bedeutung das Arbeitsblatt im Lernprozess der Schüler und Schülerinnen hatte und wieweit sich die Lernenden auf selbst gesteuertes Arbeiten eingelassen haben.

Die Schüler/innen können auf Grundlage eines vorgegebenen Modells durch Veränderung der Dichte der Flüssigkeit im Behälter beziehungsweise der Auswahl eines anderen Körpers in das System eingreifen und es in einen neuen Zustand versetzen. Es wird keine Rückmeldung im Sinne von "richtig" oder "falsch" gegeben, sondern es wird die Wirkung einer vom Lerner gewählten Aktion auf das zugrunde liegende Modell gezeigt, die dann bewertet werden muss. Systemzusammenhänge werden nicht in Form numerischer Werte dargestellt, sondern in Form einer dynamischen Grafik. Nach jeder Variation errechnet das System einen neuen Status.

Die Organisation des medialen Lernangebotes

Das virtuelle Experiment wurde in zwei zweiten Klassen im Klassenverband (je zwei Schüler/innen arbeiteten gemeinsam an einem Computer) im Rahmen je einer Unterrichtsstunde durchgeführt. Die schriftlichen Anleitungen sollten die proaktiven Lerner anregen und die durchschnittlichen, weniger aktiven Lerner motivieren. Sie sollen den Lerninhalt strukturieren, also aufzeigen, welche Ziele zu erreichen sind.

Es lag eine relativ ausführliche und strukturierte Arbeitsanleitung, sowohl zur technischen Handhabung des virtuellen Experiments, wie auch zur inhaltlichen Strukturierung, vor. Zehn Körper waren vorgegeben, die untersucht werden sollten. Es konnte nur die Dichte der Flüssigkeit im Behälter variiert werden. Die Schüler/innen wurden durch Impulsfragen angeregt, Vermutungen aufzustellen, die sie zuerst ohne planvolle Messungen und Rechnungen explorierend bestätigen oder verwerfen sollten. Es sollte der Körper mit der größten Masse und jener mit dem größten Volumen ermittelt werden und mit Hilfe seines Verhaltens in der Flüssigkeit entschieden werden, ob das Volumen oder die Masse einen Einfluss darauf hat, ob Körper schwimmen oder untergehen.

Erst danach sollten die Schüler/innen das angeleitete Experiment durchführen, die Mess- und Rechenergebnisse in die vorbereitete Tabelle eintragen und die Ausgangsfrage möglichst ausführlich beantworten.

Ausgewählte Fragen aus dem Arbeitsblatt "Wann schwimmt ein Körper?"

Für deine Untersuchungen stehen dir zehn verschiedene Körper zur Verfügung. Im rechten Behälter befindet sich Flüssigkeit, deren Dichte du ebenfalls variieren kannst. Verändere aber vorerst die Dichte (1 g/cm^3) nicht und stelle, bevor du die Körper in den Behälter bringst, Vermutungen an, welche Körper schwimmen werden. Sind es jene mit dem größte, oder jene mit dem kleinsten Volumen, oder glaubst du, dass es gar nicht auf das Volumen ankommt?

- Sinken alle Körper mit großem Volumen?
- Schwimmen alle Körper mit kleinem Volumen?
- Kannst du sagen, ob ein Körper schwimmt oder untergeht, wenn du sein Volumen kennst?
- Sinken alle Körper mit großer Masse?
- Schwimmen alle Körper mit kleiner Masse?
- Kannst du sagen, ob ein Körper schwimmt oder untergeht, wenn du seine Masse kennst?
- Sinken alle Körper mit großer Dichte?
- Schwimmen alle Körper mit kleiner Dichte?
- Wie hängt das Verhalten des Körpers mit der Dichte der Flüssigkeit zusammen?

So sollst du beim Experimentieren vorgehen:

1. Ermittle mit der vorhandenen Versuchsanordnung die Massen und Volumina der zehn vorgegebenen Körper - notiere die Ergebnisse in der Tabelle.
2. Untersuche das Verhalten der Körper in der Flüssigkeit und trage deine Beobachtung ebenfalls in der Tabelle ein!
3. Berechne jetzt die Dichten der einzelnen Körper und trage sie ebenfalls in der Tabelle ein. Erstelle eine Rangordnung der Dichten (1 = kleinste Dichte, 10 = größte Dichte)
4. Wann schwebt ein Körper?

| Objekt | schwimmt? (ja/nein) | Masse m in g | Volumen V in cm^3 | Dichte ρ in g/cm^3 | Rang |
|-----------------------------------------------------------|------------------------|-----------------|-------------------------------|-------------------------------------|------|
| a | | | | | |
| b | | | | | |
| c | | | | | |
| d | | | | | |
| e | | | | | |
| f | | | | | |
| g | | | | | |
| h | | | | | |
| i | | | | | |
| j | | | | | |
| Dichte der Flüssigkeit im Behälter: g/cm^3 | | | | | |

Gib nun eine möglichst ausführliche Antwort auf die Frage "Wann schwimmt ein Körper?"

Überblick über die erhobenen Daten

Der Fokus meiner Fragestellungen lag auf der Untersuchung der Lerner/innenvariablen, d.h. der Evaluierung des Verhaltens der Lerner/innen in der multimedialen Lernumgebung. Meine Auswertungen und Ergebnisse stützen sich auf einen Fragebogen (siehe Anhang), auf Aufzeichnungen in meinem Forschungstagebuch, auf Tonbandmitschnitte und Gedächtnisprotokolle von Gruppen- und Einzelbesprechungen, auf drei

von mir durchgeführte Interviews mit Schüler/innen und auf ausführliche schriftliche Reflexionen aller an der Untersuchung beteiligten Lerner/innen.

Die Stichprobe erfasste 39 Schülerinnen und Schüler aus zwei zweiten Klassen, die nach der Bearbeitung des virtuellen Experiments jeweils 15 Fragen mit fünfstufigen Einschätzskalen beantworteten und darüber hinaus jede Frage mit einer kurzen schriftlichen Begründung ihrer persönlichen Einschätzung ergänzten. Weiter stellten die Lernenden ihren individuellen Zugang zur Bearbeitung der Aufgabenstellung in einem kurzen Aufsatz dar.

Untersuchungsergebnisse und deren Interpretation

- Die Mehrheit der Lernenden bewertet die technische Handhabung der Lernumgebung als "vollkommen oder überwiegend problemlos" und geht mit Interesse und Neugierde an die Fragestellung heran.

Da das Arbeitsmaterial sehr stark didaktisiert war, konnten alle Schüler in der vorgegebenen Zeit die entsprechende Tabelle ausfüllen. Mit der Durchführung des detailliert angeleiteten virtuellen Experiments und der Fertigstellung der Tabelle war für die meisten Schüler auch das Problem gelöst und es wird angegeben, dass die Problemlösung kaum Zeit und Mühe gekostet hat. Alle sieben Schüler, die angeben, dass sie Zeit und Mühe aufgewendet haben, kann ich nach den persönlichen Rückmeldungen ausnahmslos als jene identifizieren, die sich selbst Fragen gestellt haben und die sicher gehen wollten, dass ihre Hypothesen stimmen und die damit erste Schritte eines wissenschaftlichen und proaktiven Lernverhaltens zeigen.

- Ein proaktives Lernverhalten ist stark von der vorhandenen Wissensbasis und von der eigenen Motivation abhängig.

Bei dieser Kategorie war ich mehr an qualitativen Aussagen der Schüler interessiert. Dabei ordne ich die Frage 8 (s. Tabelle 1) eher einem spielerischen Vorgehen zu, während die Antworten zur Frage 11 (s. Tabelle 2) bereits konkrete Aussagen zum proaktiven Verhalten der Schüler geben.

Es zeigt sich, dass immerhin 28 Schüler/innen durch reines Probieren versucht haben, alle Körper zum Schweben zu bringen, obwohl es in der Arbeitsanleitung nicht explizit angegeben war. Die Motive dafür waren ganz unterschiedlich, wie ich mit den folgenden wörtlichen Kommentarauszügen (siehe Tabellen) belegen möchte. 11 Schüler/innen haben aus Zeitmangel oder Desinteresse, aber auch wegen Lernschwierigkeiten nicht einmal einen Versuch unternommen. Aus den "ja"- Antworten lassen sich Neugier, Interesse, sowie forschendes Lernverhalten und eine doch beachtliche Schüleraktivierung erkennen.

Ich habe probiert, ob ich jeden Körper zum Schweben bringen kann.

| ja | nein |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| weil es die Aufgabenstellung war | es hat mich nicht so interessiert |
| aus Interesse | es war nicht verlangt |
| weil es interessant war | es war keine Zeit mehr |

| ja | nein |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| weil wir das machen hätten sollen | es war nicht interessant |
| weil es easy war | ich habe nicht gewusst wie |
| damit ich weiß, welcher schwebt und welcher nicht | ich habe es nicht verstanden |
| ja, aber erst nach einiger Zeit bin ich drauf gekommen | weil es zu viel Zeit gekostet hätte |
| ich wollte es wissen | |
| weil ich neugierig war und alles ausprobieren wollte, was möglich war | |
| ja, es hat Spaß gemacht | |
| weil ich sicher sein wollte | |
| man will sehen, ob es wirklich funktioniert | |
| weil mir langweilig war | |
| weil Bewegung auf den Bildschirm gekommen ist | |
| ich hatte noch viel Zeit gehabt | |
| es hat mir geholfen, die Antwort zu finden | |

Tabelle 1: Verbale Schülerrückmeldungen (Frage 8)

Das explorierende bzw. proaktive Verhalten in der Lernumgebung wollte ich mit Hilfe von Frage 11 einschätzen.

**Ich habe mir selbst eigene Fragen gestellt.
Wenn ja, welche?**

| ja | nein |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| weil ich wissen wollte, welche Dichte man für die Flüssigkeit verwenden kann | es gab genug Fragen |
| ich habe mich gefragt, ob es möglich ist, alle Körper gleichzeitig zum Schweben zu bringen | es war keine Zeit |
| ich wollte wissen, bei welcher "density" alle Körper untergehen | es hat mich nicht interessiert |
| ich habe alle großen Körper genommen und überprüft, ob sie schwimmen | es war alles erklärt |
| weil ich auch für mich etwas lernen wollte | weil ich zu kompliziert denke |
| weil ich mich gewundert habe, dass nicht alle leichten Körper schwimmen | ich hatte keinen Grund |
| ich habe überprüft, ob die Rangordnungen der Dichten gestimmt haben | weil "das Spiel" so interessant war, dass keine Zeit für Fragen blieb |
| ich habe überprüft, ob meine Antwort richtig ist, indem ich es für alle Körper ausprobiert habe | |

| ja | nein |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ich habe die Dichte der Flüssigkeit immer gleich oder größer gewählt wie die Dichte des Körpers und gesehen, dass er dann nicht untergeht | |

Tabelle 2: Verbale Schülerrückmeldungen (Frage 11)

23 von 39 Schülerinnen und Schülern haben sich aus verschiedenen Gründen keine eigenen Fragen gestellt. Jene 16 Schüler, die angeben, dass sie sich sehr wohl über die Aufgabenstellungen auf dem Arbeitsblatt hinaus noch eigene weitere Fragen gestellt haben, zeigen durch ihre Rückmeldungen (siehe Tabelle 2), dass sie explorierend mit der Lernumgebung umgehen konnten und die Gelegenheit zum selbstständigen Lernen auch wahrgenommen haben. Sie haben dabei die Lernzielstufen der höheren Ebenen im "Würfelmodell" von Baumgartner "anwenden - auswählen - entscheiden - verstehen - entdecken - handeln" erfolgreich durchlaufen (vgl. [1]). Zu einem großen Teil handelt es sich dabei um Lernende mit einer auf den Klassendurchschnitt bezogen sehr hohen Wissensbasis, und/oder um Lernende, die stark motiviert und mit einer entsprechend guten Arbeitshaltung ausgestattet sind, also um Lernende, die selbstständig lernen können und wollen. Für diese Gruppe hätte möglicherweise auch ein geringerer Didaktisierungsgrad der Lernumgebung ausgereicht. Ob sich diese Schüler/innen durch die Arbeitsanleitungen in ihrem selbst gesteuerten Lernprozess behindert fühlten, habe ich nicht abgefragt. Aus den freien Antworten in den Kurzaufsätzen der Schüler konnte ich auch keinen Hinweis darauf finden.

- Die Mehrheit der Lernenden hält sich an die Fragestellungen auf dem Arbeitsblatt und findet diese interessant.
- Die Mehrheit der Lernenden schätzt den individuellen Lernerfolg "sehr hoch oder zumindest hoch" ein.
- Der Umgang mit dem Computer hat für die Schüler/innen bereits an Faszination verloren. Sie wissen und haben schon akzeptiert, dass der Computer in der Schule als Arbeitsmittel zum Lernen eingesetzt wird und dass diese Art des Lernens durchaus anstrengender sein kann als andere konventionelle Unterrichtsformen.

Ausblick

Mit den neuen Medien findet ein Umbruch beim Lernen statt. Der Schwerpunkt verlagert sich dabei weg von Passivität der Lernenden in eine Aktivität, mit der Wissen konstruiert wird. Entscheidend hierbei sind die Lernsituationen, die genügend Freiheit, aber auch Anregungen und Bezug zum Leben haben sollten, damit sich Lernen entfalten kann. Wenn es gelingt, neben der bisherigen einseitigen Konzentration auf die Entwicklung optimaler Lernprogramme bzw. -anwendungen den Blick auch auf die pädagogische Einbettung zu lenken, dann kann das Lernen mit neuen Medien auch Erfolg zeigen und durch entsprechende empirische Untersuchungen besser gestützt werden als bisher.

Die entscheidende Frage im didaktischen Feld der Verantwortung der Lehrenden ist aber: Was haben die Lernenden für sich aus diesem Lernangebot gemacht? Wie sind sie mit der Selbstverantwortung für das eigene Lernen umgegangen? Was kann ich als Lehrkraft dazu beitragen?

Multimedia unterstützt besonders den aktiven, selbstgesteuerten und selbstverantwortlichen Lerner, den ich in meiner Studie als proaktiven Lerner definiert habe. Multimedia unterstützt einen Lerner, der darüber hinaus bereit ist, selbständig und in Gemeinschaft mit Anderen Wissen, Fertigkeiten und Einstellungen zu erwerben und seinen Lernprozess zu reflektieren, und der zulässt, dass sich ihm Fragen stellen, denen er explorierend nachgehen will und kann. Multimediale Lernumgebungen, die vom Lehrer überlegt eingesetzt werden, sollen ihm die Möglichkeit dazu geben.

Entscheidend für den Erfolg der computergestützten Lernsysteme ist daher neben dem interessanten Programm, dem begeisterten Lehrer, der Kontextualität der Lernumgebung und der hochinteraktiven Kommunikation vor allem der motivierte, selbstständige Schüler mit einer hinreichend großen Wissensbasis, der reaktiv und daher vollständig und im Idealfall sogar proaktiv lernt und die angebotenen Informationen durch Lernen in Wissen transformieren will und kann.

Anhang

Fragebogen zu "Wann schwimmt ein Körper?"

Beantworte bitte die Fragen auf der Skala 1 (=ja) bis 5 (=nein) und gib immer auch eine Begründung (wenn du mehr Platz brauchst, verwende bitte die Rückseite) an! Beschreibe auf der Rückseite in einem kurzen Aufsatz, wie du an die Lösung der Problemaufgabe herangegangen bist. Hast du auch andere Quellen herangezogen?

1. Ich hatte keine Probleme mit der Bedienung des Programms. 1 2 3 4 5
Begründung:
2. Ich wusste sofort, was ich tun sollte. 1 2 3 4 5
Begründung:
3. Ich habe mir die Anleitungen auf dem Arbeitsblatt genau durchgelesen. 1 2 3 4 5
Begründung:
4. Ich fand die Fragestellung interessant. 1 2 3 4 5
Begründung:
5. Ich bin neugierig geworden. 1 2 3 4 5
Begründung:
6. Ich wollte die Problemstellung lösen. 1 2 3 4 5
Begründung:
7. Es hat mir Zeit und Mühe gekostet, das Problem zu lösen. 1 2 3 4 5
Begründung:

Literatur

- [1] Baumgartner, P. (2002). Pädagogische Anforderungen für die Bewertung und Auswahl von Lernsoftware. In: Issing, Klimsa (Hrsg.), *Informationen und Lernen mit Multimedia und Internet*, Verlagsgruppe Beltz. Weinheim
- [2] Girwidz, R.; u.a. (2004). Animationen in multimedialen Lernumgebungen. *Tagungsband der DPG - Frühjahrstagung 2004*. <http://www.ph-ludwigsburg.de>
- [3] Kerres, M. (2001). *Multimediale und telemediale Lernumgebungen - Konzeption und Entwicklung*. München-Wien: R. Oldenbourg Verlag
- [4] Schulmeister, R. (2002). Taxonomie der Interaktivität von Multimedia. Ein Beitrag zur aktuellsten Metadaten-Diskussion. *it + ti 4/2002*. Universität Hamburg <http://www.uni-hamburg.de>
- [5] Urban-Woldron, H. (2004). *Unterstützt Multimedia proaktives Lernen?* Masterthese an der Donau-Universität Krems.
- [6] Weidenmann, B. (2002). Multicodierung und Multimodalität im Lernprozess. In: Issing, Klimsa (Hrsg.), *Informationen und Lernen mit Multimedia und Internet*. Verlagsgruppe Beltz. Weinheim

8. Ich habe probiert, ob ich jeden Körper zum Schweben bringen kann. ja nein
Begründung:
9. Ich habe bei diesem "virtuellen Experiment" viel gelernt. 1 2 3 4 5
Begründung:
10. Die Fragestellungen auf dem Arbeitsblatt waren interessant. 1 2 3 4 5
Begründung:
11. Ich habe mir selbst eigene Fragen gestellt. Wenn ja, welche? ja nein
Begründung:
12. Das Arbeiten mit dem Programm hat mir Freude gemacht. 1 2 3 4 5
Begründung:
13. Ich hätte mehr Anleitungen gebraucht. 1 2 3 4 5
Begründung:
14. Ich bin stolz auf meine Erkenntnisse. 1 2 3 4 5
Begründung:
15. Ich bin der Meinung, dass mir Computerprogramme dabei helfen können, selbst weitere physikalische Gesetze zu "entdecken". 1 2 3 4 5
Begründung: