

5.1 Allgemeine Angaben zum beendeten Teilprojekt „Ö“ (Öffentlichkeitsarbeit)**5.1.1 Titel:**

Öffentlichkeitsarbeit / fachdidaktische Entwicklungs- und Begleitforschung (Public Scientific Relations and Education): „Faszination moderner Molekularforschung und Laserphysik“

5.1.2 Fachgebiete und Arbeitsrichtung:

An diesem Teilprojekt waren die Fachgebiete bzw. Arbeitsrichtungen Didaktik der Physik, Bioinformatik und Experimentalphysik beteiligt.

5.1.3 Leiter:**Prof. Dr. Volkhard Nordmeier**

geb. 28.08.1964
 Dienst- Freie Universität Berlin
 anschrift Institut für Experimentalphysik
 Arnimallee 14
 14195 Berlin
 Telefon 030/ 838 53033
 FAX 030/ 838 56771
 E-Mail volkhard.nordmeier@physik.fu-berlin.de

Prof. Dr. Christof Schütte

geb. 10.04.1966
 Dienst- Freie Universität Berlin
 anschrift Institut für Mathematik II
 Arnimallee 6
 14195 Berlin
 Telefon 030/ 838 75353
 FAX 030/ 838 75412
 E-Mail schuette@math.fu-berlin.de

Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Ludger Wöste

geb. 02.05.1946
 Dienst- Freie Universität Berlin
 anschrift Institut für Experimentalphysik
 Arnimallee 14
 14195 Berlin
 Telefon 030/ 838 55566
 FAX 030/ 838 55567
 E-Mail woeste@physik.fu-berlin.de

5.2 Bericht über die Entwicklung des Teilprojekts

5.2.1 Bericht

Kenntnisstand bei der letzten Antragstellung und Ausgangsfragestellung

Ziel des in der letzten Förderperiode des Sfb 450 beantragten Teilprojektes Ö war die Vertiefung und Stärkung der Kommunikation zwischen dem im Sonderforschungsbereich beteiligten Wissenschaftler/innen und der breiten Öffentlichkeit.

Neben der konventionellen Öffentlichkeitsarbeit in Form von Ausstellungen, Vorträgen oder Laborführungen war die Entwicklung neuer (multimedialer) Lehr-Lernangebote für Schüler/innen und Lehrer/innen ein besonderer Schwerpunkt dieses Teilprojektes. Durch die Nutzung des didaktisch-methodischen Potentials von Informations- und Kommunikationstechnologien sollten multimediale Lehr-/Lernangebote zum Thema Laserphysik und Moleküldynamik für den Einsatz in der Schule erstellt werden, die Einblicke in die Forschungsarbeit der Forscherinnen und Forscher des Sfb 450 geben und erfahrbar machen, welche Beziehungen zwischen elementaren Inhalten des Physikunterrichts und der komplexen Forschungsumgebung eines Labors bestehen. Weiter sollten E-learning-Einheiten zum Thema „Wie bewegen sich Moleküle“ entwickelt werden, mit der Absicht, diese speziell in den Schulunterricht integrieren zu können.

Die Veröffentlichungen der Studien TIMS und PISA hatten zur Zeit der Antragstellung ergeben, dass neue, innovative Ideen und Lösungsvorschläge für einen besseren bzw. erfolgreichen Unterricht ausgearbeitet werden müssen. Der Fokus dieses Projektes lag also nicht in erster Linie darauf, auf Medienpräsenz und Öffentlichkeitsarbeit im journalistischem Sinne abzielen, sondern neue Lehr- und Lernmaterialien zu entwickeln, die der aktuellen Lern- und Lebenswirklichkeit von Jugendlichen gerecht werden.

Die Themengebiete Molekularforschung und Laserphysik des SFB 450 spannen einen interdisziplinären Bogen von der Physik und Mathematik, über die Informatik und Chemie bis hin zur Biochemie. Die Grundlagen diese Fächer werden bereits in der Schule unterrichtet, meist fehlen jedoch die Verbindungen untereinander und es werden selten Kombinationen aufgezeigt, in denen zum Beispiel die Mathematik als Werkzeug dienen kann, um biologische Systeme zu begreifen.

Es war daher auch geplant, die Interdisziplinarität des Forschungsfeldes des SFBs hervorzuheben und bereits in den Schulen zu thematisieren.

Zu Beginn unserer Projektarbeit standen also zusammenfassend vier Hauptziele:

1. Fachliches Wissen auf allgemein verständliches Niveau transformieren (Elementarisierung).
2. Konzeption und Entwicklung neuartiger Lernumgebungen und -methoden, die speziell bei Schüler/innen Interesse für das Forschungsfeld wecken.
3. Erstellung von Lehr-Lernmedien, die im Sinne einer Mehrfachverwertung gruppenspezifisch diversifiziert werden können.
4. Erprobungen des Einsatzes der neu entwickelten Medien in der Praxis.

Ergebnisse und ihre Bedeutung unter Hinweis auf die Publikationen aus dem Teilprojekt, angewandte und ggf. neu entwickelte Methoden, ggf. offene Fragen

Die Ergebnisse des Ö-Projektes beziehen sich auf die folgenden drei zentralen Bereiche:

1. öffentliche Veranstaltungen und Ausstellungen, neue Experimente
2. Konzeption und Entwicklung des virtuellen Forschungslabors ‚Femtochemie‘ mit Lehr-Lernangeboten im Kontext moderner Forschung für den Einsatz im Schulunterricht oder auch für die Lehreraus- und -fortbildung
3. Konzeption und Entwicklung von Computer(lern)spielen zum Thema Moleküldynamik – Onlinerollenspiel für Schüler/innen sowie Onlineportal, in dem Schüler/innen selbst Computerspiele zum Thema Moleküle entwickeln und austauschen können

1. öffentliche Veranstaltungen und Ausstellungen, neue Experimente

Dass die moderne Forschungsthematik des Sfb 450 nicht nur Fachwissenschaftler/innen, sondern auch interessierte Laien fasziniert, haben öffentliche Vorstellungen der einzelnen Teilprojekte während der gesamten Förderperiode bestätigt.

Im letzten Quartal, gestärkt durch das Teilprojekt Ö, wurden die Forschungsideen, Methoden und Ergebnisse des Sonderforschungsbereichs 450 bei zahlreichen öffentlichen Veranstaltungen vertreten und einem breiten Publikum präsentiert. Nicht nur Schüler/innen konnten durch Laborführungen, Workshops und Projektstage (Sommeruni, Girls’Day, inFU-Tage, taste-MINT, „Jugend forscht“, Lange Nacht der Wissenschaften, Laser-Opics-Messe Berlin usw.) näher an die Welt der kleinsten Partikeln und kürzesten Lichtpulse herangeführt werden, sondern auch Lehrkräfte wurden über Tagungen (GDPC 2008, MNU 2008, DPG 2009 u. 2010) und Fortbildungsveranstaltungen (Stralsund 2009, Berlin 2009) des Teilprojekts Ö auf den aktuellen Stand der Forschung auf dem Gebiet der Femtochemie gebracht.

Dazu wurden im Rahmen des Projektes auch neue ‚didaktische‘ Experimente konzipiert und gebaut, mit dem zentrale Phänomene und Effekte aus dem Forschungsfeld nachgestellt bzw. gezeigt werden können. Dazu gehören insbesondere ein Laser zum Selbstbau und eine neuartige (lineare, segmentierte) Paulfalle, mit der geladene Teilchen (makroskopisch) bewegt werden können. Diese Experimente eignen sich sowohl zum Einsatz bei Ausstellungen als auch für die Schule (oder die Hochschule).

In Zusammenarbeit mit dem Teilprojekt A1 und weitere Forschergruppen aus der Schweiz, Deutschland und Frankreich fand im Herbst 2008 erneut eine Ausstellung in dem Pariser Wissenschaftsmuseum „Palais de la découverte“ statt¹. Unter dem Leitspruch „Gefangen in der Falle - Werkzeuge der Nanowelt“ wurden diesmal unterschiedliche Teilchenfallen aufgebaut und vorgeführt. Von einfachen Modell-Experimenten zur Veranschaulichung elektrischer Kräfte und Wechselfelder bis hin zu einem zerlegbaren Tripel-Quadrupol-Massenspektrometer, unterschiedliche Paulfallen, eine optische Pinzette und eine magneto-optische Falle konnten Museumsbesucher einen authentischen Zugang zu einigen zukunftsweisenden Forschungslaboren erleben und in persönlichen Kontakt mit Wissenschaftler/innen treten. Sehr einfach zu ‚begeistern‘ waren vor allem die Schüler/innen (Abb.1).



Abb.1: Junge Museumsbesucher entdecken die Funktionsweise der Teilchenfalle.

Das didaktische Ziel hinter solchen Veranstaltungen ist nicht nur, Interesse für eine bestimmte Forschungsrichtung zu wecken, sondern auch einen ‚Lernerfolg‘ zu beobachten. Dafür ist es wichtig, den Museums- oder Laborbesuch in den Schulunterricht einzubetten. Eine gründliche Vor- und Nachbereitung des Besuchs auf inhaltlich kontextueller Ebene sowie die Versorgung der Lernenden mit fachdidaktisch aufbereitetem und geeignet strukturiertem Unterrichtsmaterial sind dabei für den Lernerfolg sehr bedeutsam. Aus diesem Grund hatte sich das

¹ Homepage des Wissenschaftsmuseums Palais de la Découverte: <http://www.palais-decouverte.fr/index.php?id=1727> (Stand: 06/2010)

Teilprojekt Ö die Entwicklung und Produktion entsprechender Lehr-Lernmedien vorgenommen, welche als Lernangebote im Kontext moderner Forschung im Schulunterricht oder auch für die Lehreraus- und -fortbildung eingesetzt werden können.

2. Das virtuelle Forschungslabor Femtochemie

In Form eines virtuellen Forschungslabors (VFL) mit dem Leitmotiv Femtochemie wurde eine multimediale Lernerfläche erstellt. Diese interaktive Umgebung wurde anhand realer Bilder aus den Forschungslaboren des Sfb 450 aufgebaut (Labore des Teilprojekts A1, AG Wöste) und mit diversen medienbasierten Lernelementen (Videos, interaktive Bildschirmexperimente², kommentierte Bildfolgen, etc.) zum Thema Steuerung chemischer Vorgänge mit ultrakurzen Lichtpulsen gefüllt. Bei der Produktion der einzelnen Lernangebote wurde eng mit den Fachexperten/innen zusammengearbeitet. Um die wissenschaftlichen Inhalte und deren multimediale Gestaltung an die Bedürfnisse der Zielgruppe (Oberstufeschüler/innen, Lehrer/innen) ausrichten zu können, wurden in der Entwicklung der Angebote sowohl Lehramtsstudierende der Physik als auch Schülergruppen eingebunden (siehe Abb.2).



Abb.2 Schüler/innen des Hans-Carossa-Gymnasiums Berlin beim Aufbau von interaktiven Experimenten im Forschungslabor und deren Präsentation in der Schule.

Die Mitwirkung der Schüler/innen an Aufbau, Programmierung und Dokumentation der einzelnen Lernelemente erwies sich als gewinnbringend für alle Beteiligten. Die Schüler/innen hatten die Gelegenheit, an der Universität unter wissenschaftlicher Betreuung aktuelle physikalische Experimente (z.B. Aufbau einer optischen Pinzette oder eines gepulsten Lasers) selber zu planen, aufzubauen und zu dokumentieren. Dabei erlernten sie nicht nur die physikalische Grundlagen zu den Versuchen, sondern auch den Umgang mit modernen Geräten, die in

² KIRSTEIN, J.; NORDMEIER, V.: Multimedia representation of experiments in physics. In: Eur. J. Phys.28, 115-126 (2007)

der Physiksammlung der Schule nicht vorhanden sind. Das entstandene Produkt stellten die Schüler/innen ihren Mitschüler/innen in der Oberstufe vor und bekamen dabei Impulse, die auch zur weiteren Optimierung der Medien führen können. Das Einbeziehen der Schüler/innen war für die Qualitätskontrolle und Evaluation der entwickelten Lernmaterialien besonders wichtig.

Bei der Konzeption des virtuellen Forschungslabors als ‚Lernraum‘ wurden insbesondere eine logische Strukturierung der dargebotenen Informationen und die Wahlfreiheit möglicher Lernwege der Nutzer berücksichtigt. Dies soll das explorative und selbstgeregeltere Lernen im Forschungslabor erleichtern.

Zurzeit besteht das VLF aus vier Räumen, die durch einen gemeinsamen Flur zugänglich und durch verschiedene Navigationselemente (Pfeile, blinkende Zielsymbole, Raumplan, usw.) virtuell erkundbar sind (Abb. 3). Die multimedialen Informations- und Lernelemente befinden sich auf einer Leiste unterhalb der jeweiligen Raumsansicht.

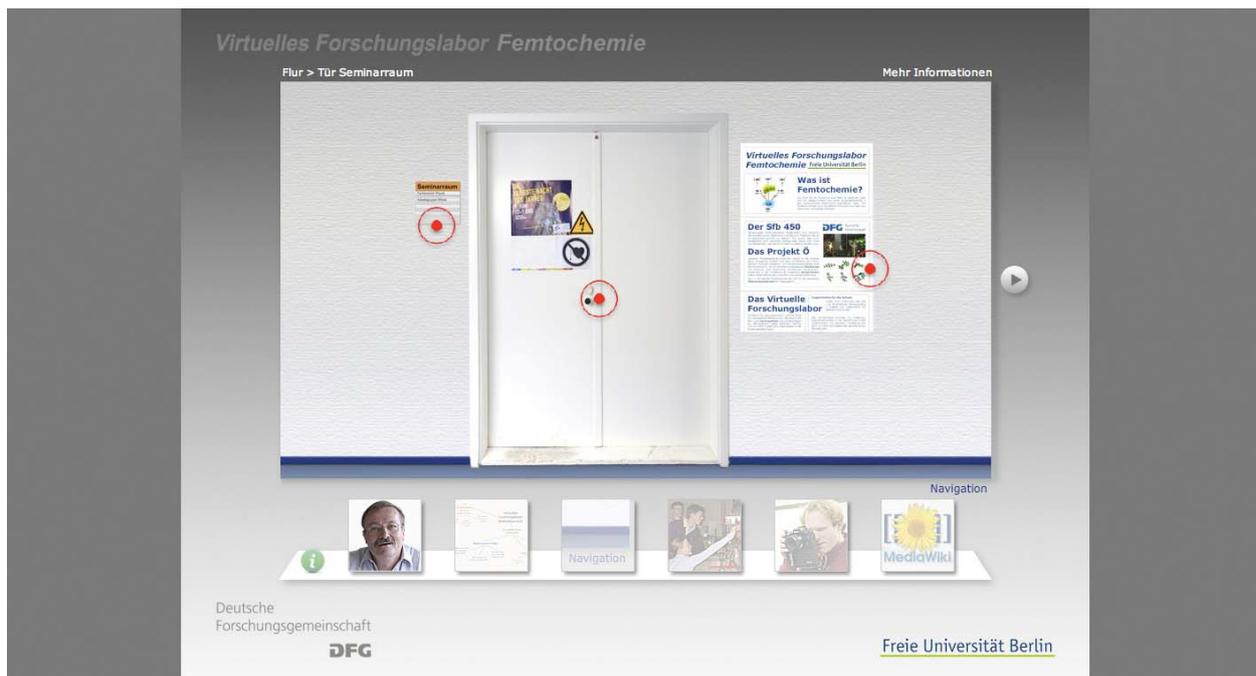


Abb.3 Einblick in den Flurbereich des VLF. Vor dem Betreten des Seminarraums durch Klicken auf das rote Zielsymbol kann sich der Nutzer mittels eines Wandposter über die Themen bzw. (Lern-) Inhalte des virtuellen Raumes informieren. Auf der unteren Leiste sind die Medienelemente aufgeführt. Z. B. führt der Sprecher des Sfb's in einem kurzen Video in das Forschungsvorhaben des Sfb 450 ein.

Im Seminarraum kann der Nutzer durch den Einsatz kurzer Informationsvideos einen Gesamtüberblick zum Forschungsvorhaben und zur Struktur des Sfb 450 gewinnen. Eine virtuelle Laborführung in Form von audiokommentierten Fotoserien bietet in diesem Raum die

Möglichkeit, einzelne Schritte eines typischen Experiments zur kohärente Kontrolle chemischer Vorgänge mittels ultrakurzer Laserpulse zu verfolgen. Die Laborführung ist aus didaktischer Sicht extrem wichtig, um die Struktur und die Zusammenhänge zwischen den virtuellen Räumen zu verstehen. Die Lernräume wurden nach dem Ablauf des Experiments in das Präparations-, das Molekularstrahl- und das Laserlabor aufgeteilt.

Im Präparationslabor werden die Vorbereitungsarbeiten zur Herstellung eines Molekularstrahls dargestellt. In diesem Raum kann sich der Nutzer beispielsweise anhand eines interaktiven Bildschirmexperimentes die Bedeutung und die Bedienung einer Glovebox mit dem Umgang von Alkalimetallen aneignen. Durch die Verknüpfung von Experimentiersituationen und Geräten im Labor mit alltagsbezogenen Beispielen lassen sich grundlegende Fachbegriffe einfach erklären. So kann beispielsweise ein Präzisionsbohrer, der im Präparationslabor zur Erzeugung eines Loches von wenigen Mikrometern Durchmesser verwendet wird, in Analogie mit einem Zahnarztbohrer und gleichen Funktionsprinzip erklärt werden.

Im Molekularstrahllabor findet sich eine komplexe Vakuumapparatur zur Erzeugung kleiner Cluster in der Gasphase. Ein wissenschaftlicher Assistent, der von der Medienleiste aktiviert werden kann, erklärt in einem mit einer Grafikanimationen versehenen Video den Aufbau und die Funktion der Apparatur (Abb. 4). Durch jeweiliges Klicken auf die Bestandteile der Apparatur hat der Nutzer die Möglichkeit, mehr über den Einsatz und die Arbeitsweise einzelner Geräte zu erfahren. Als kommentierte und animierte Bildfolge findet man z.B. ein Lernelement zum Aufbau und Funktionsweise einer Öldiffusionspumpe.

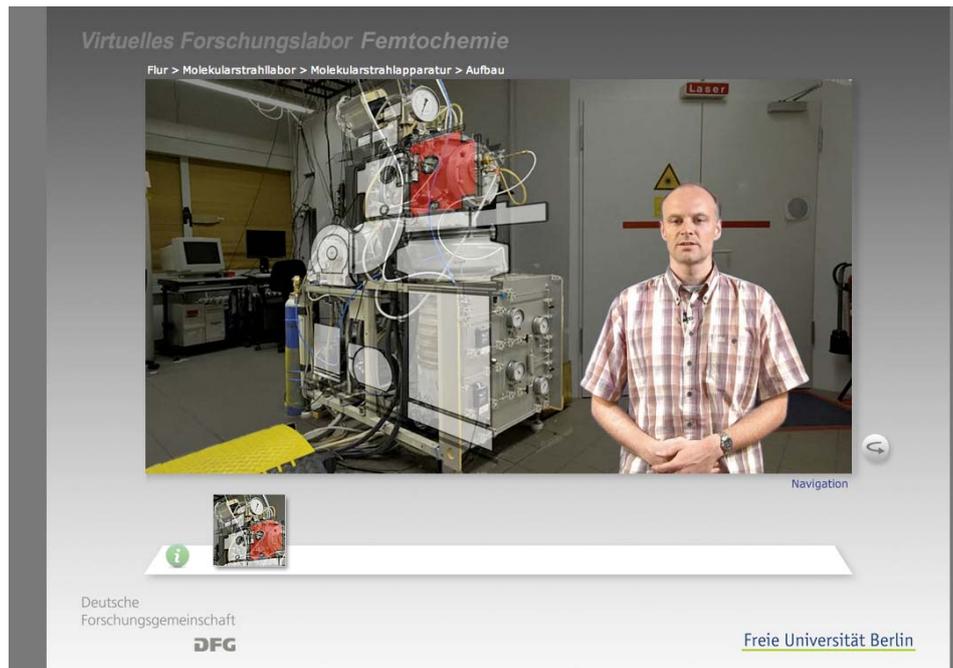


Abb. 4: Ein wissenschaftlicher Assistent erklärt den Aufbau einer Molekularstrahlapparatur. Durch die Überlagerung des Bildmaterials mit einem schematischen Aufbau wird eine bessere Übersicht über die einzelnen Bauelementen der Apparatur gegeben.

Im Laserlabor sind medienbasierte Lerninhalte zur Erzeugung und Formung von Lichtpulsen zu finden. Videoausschnitte aus öffentlichen Schülervorträgen beschreiben das Funktionsprinzip des Lasers. Ein interaktives Bildschirmexperiment zum Aufbau eines Stickstofflasers aus schulüblichen Materialien kann als Anregung zum Nachbau verwendet werden. Weitere Angebote findet man in diesem Raum zur Doppelbrechung und zur Anwendung von optischen Gittern und Flüssigkristalldisplays für die Modulation von Lichtpulsen. Durch das Aktivieren des Laser-Warnschildes auf der Labortür erhält der Nutzer eine kurze Anweisung in Gestalt von kommentierten Bildsequenzen zum Strahlenschutz. Anschließend kann der Nutzer sein neu erworbenes Wissen in einem IBE zu diesem Thema überprüfen.

Das virtuelle Forschungslabor wurde in Adobe Flash programmiert und als ein offenes Multimediasystem konzipiert, d. h. es kann jederzeit sowohl in der Struktur als auch Inhaltsebene weiterentwickelt werden. Das VLF ist darüber hinaus mit einem Wiki-System verknüpft (Abb. 5), das über den Button „mehr Informationen“ aufgerufen werden kann. Das Wiki bietet derzeit Ergänzungen zu den im virtuellen Labor erarbeiteten Inhalten. Durch die einfache Formatierbarkeit des Wikis könnte diese Plattform auch zur Korrespondenz zwischen Nutzern und Experten verwendet werden. Es ist vorstellbar, dass Nutzer (wie z. B. Lehrkräfte) auch Verfasser werden und eigene, mit dem virtuellen Forschungslabor verknüpfte Unterrichtsma-

aterialien (Aufgaben, Arbeitsbögen für den Unterrichtseinheit, usw.) erstellen. Somit wäre z. B. ein Austausch an Materialien oder auch einfache Erfahrungsberichte, Anregungen vom Seite des Nutzers möglich.

Freie Universität Berlin

Home | Virtuelles Laserlabor | Kontakt | Impressum | Fachbereich Physik

Anmelden

seite | diskussion | quelltext betrachten | versionen/autoren

Hauptseite

Faszination Laserphysik

Im Rahmen des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Teilprojektes „Öffentlichkeitsarbeit / fachdidaktische Entwicklungs- und Begleitforschung“ im Sonderforschungsbereich (Sfb) 450 sollen die wissenschaftlichen Vorhaben und die Forschungsergebnisse zum Thema Laserphysik und Moleküldynamik vor allem Schülerinnen und Schülern, Lehrkräften oder auch weiteren Interessierten zugänglich gemacht werden. Dazu wurden multimediale Lernangebote, vereinfachte Modelle, Experimente und Unterrichtsmaterialien ausgearbeitet und produziert.

Virtuelles Forschungslabor

Das virtuelle Forschungslabor ist Teil einer neuen Lernumgebung zur Vermittlung von Naturwissenschaft im Kontext moderner Forschung. Der interaktive Lernort aufgebaut aus reale Bilder und Aufnahmen aus Laboren der Ultrakurzzeitphysik und Photochemie bietet spannende Einblicke in diesen aktuellen Forschungsfelder. Durch die Verknüpfung von Experimentiersituationen und Geräten im Labor mit alltagsbezogenen Beispielen lassen sich grundlegende Fachbegriffe aus der Optik und Molekülphysik erklären und visualisieren. Der Nutzer kann Informationen zur Thematik auswählen, wird durch Kurzberichte eines Wissenschaftlers mit dem Forschungsgegenstand vertraut gemacht sowie mit Laborsituationen konfrontiert, in denen er durch aktive Steuerung selber handeln kann.

Hier geht es direkt zum virtuellen Forschungslabor [↗](#).

DFG

Der SFB 450 ist ein Forschungsverbund der DFG...

[DFG Projektseite](#) [↗](#)

[Offizielle Seite des SFB 450](#) [↗](#)

navigation

- Hauptseite
- SFB450 - VLL-Portal
- Labor
- Themen
- Index

suche

Seite Suchen

hilfe

- Lernende
- Autoren

werkzeuge

- Links auf diese Seite
- Änderungen an verlinkten Seiten
- Spezialseiten
- Druckversion
- Permanentlink

Abb. 5: Durch ein Wiki-System werden zusätzliche Informationen zu Lerninhalten des VLF gesammelt.

Ausblick

Das VLF und das dazugehörige Wiki-System sind bereits öffentlich zugänglich. Durch die fotografische Darstellung der Labore und durch den mehrfachen Einsatz medienbasierter Inhalte wird ein authentischer Einblick in die Arbeiten der Wissenschaftler/innen im Sonderforschungsbereich 450 gegeben. Außerdem ist durch das VLF ein multimediales Lernangebot für den Physikunterricht entstanden, mit dem Schüler/innen die elementaren Inhalte der Schulphysik hinter der komplexen Laborsituation aktiv erfahren können. Für die Zukunft ist eine Erweiterung des virtuellen Forschungslabors durch weitere Räume und durch neue Inhalte vorgesehen.

3. Computerspiele zum Thema Moleküldynamik

Nach intensiver Recherche über neue, innovative Lehr- und Lernmethoden hat sich herausgestellt, dass die Vermittlung von Wissen mit Hilfe von Computerspielen eine zeit- und adressatengerechte (erfolgreiche) Lehr-Lernmethode ist, die sich zudem bei Schüler/innen weltweit großer Beliebtheit erfreut. Das Forschungsfeld des sogenannten „game-based-learning“ oder der „Serious Games“ hat sich in den letzten Jahren rasant entwickelt und immer wieder kommen wissenschaftliche Untersuchungen zu dem Schluss, dass der Einsatz von Computerspielen in der Vermittlung von Wissen bei Schüler/innen ein sehr effektives Mittel ist. Auch durch eine im Rahmen dieses Teilprojektes durchgeführte Bedarfsanalyse an Schüler/innen von Berliner Schulen konnte das Vorhaben bestätigt werden, das Interesse an dem Forschungsfeld Molekularforschung mit Hilfe von Computerspielen für Schüler/innen zu wecken.

Nach einer umfangreichen Analyse des Computerspiemarktes und die Potentiale bestimmter Spiele zur Vermittlung von Wissen kristallisierten sich zwei Bereiche als besonders vielversprechend heraus:

1. Das Spielegenre „Onlinerollenspiel“ – sogenannte MMOPRGs (Massiv Multiplayer Online Roleplaying Games) –, in denen der Spieler in Form eines Avatars eine bestimmte Rolle annimmt und diese in einer virtuellen Welt zusammen mit anderen Spielern zusammen nach einer bestimmten Rahmenhandlung agieren lässt. Dieses Spielegenre erweist sich sehr großer Beliebtheit bei Schüler/innen.
2. Spieleentwicklung – die Erstellung eigener Lernspiele weckt hohes Interesse bei Schüler/innen. In diesem Bereich wurden bereits weltweit erfolgreiche Projekte gestartet, in denen Schüler/innen selbst in den Prozess der Computerspielentwicklung einbezogen wurden.

3.1 Entwicklung eines Onlinespiels zum Thema Moleküldynamik

In einem ersten Schritt wurde ein Prototyp eines Onlinerollenspiels entwickelt, der die motivierenden Grundelemente eines typischen Onlinerollenspiels enthält und zusätzlich Wissen aus dem Bereich der Molekularforschung vermittelt (nähere Beschreibung siehe folgender Abschnitt).

Dabei wurde die Expertise von GameDesign-Studierenden der MDH Berlin (Mediendesign Hochschule) und Informatikstudenten der FU-Berlin genutzt und in Teamarbeit innerhalb von sechs Monaten ein spielfähiges Onlinespiel entwickelt, dass bereits auf der Berliner Langen

Nacht der Wissenschaften 2008 vorgestellt werden konnte. Das Interesse der Öffentlichkeit (insbesondere der Kinder und Jugendlichen) war sehr groß, und das Konzept, die Inhalte mit Hilfe von Computerspielen zu vermitteln, erfreute sich laut einer durchgeführten Umfrage großer Beliebtheit. Die Umfrage ergab ebenfalls, dass die zu vermittelnden Lerninhalte während des Spielens verinnerlicht wurden.

Sowohl bei Konferenzen für den Computerspielebereich (z.B.: Quo Vadis 2007, Spieleentwicklerkonferenz), als auch bei Konferenzen für Didaktik in Naturwissenschaften (z.B.: MNU – Mathematisch Naturwissenschaftlicher Unterricht 2008, GDCP Gesellschaft Didaktik Chemie und Physik 2008 oder auf den Frühjahrstagungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft 2008 und 2009) hat die Vorstellung des Onlinerollenspiels viel positives Feedback der wissenschaftlichen Öffentlichkeit ergeben und der innovative Charakter dieses Projektes als vielversprechend gelobt. Im Rahmen der Präsentationen sind auch Veröffentlichungen entstanden: Gräfe et al. 2008, Gräfe et al. 2009

Beschreibung des Onlinespiel-Prototypen:

Basierend auf der Grundstruktur bereits vorhandener und erfolgreicher Onlinespiele stellt der Prototyp eine virtuelle Onlinewelt dar, die in der Zukunft im Jahre 3050 spielt. In dieser virtuellen Welt präsentieren die Spieler mittels eines Avatars eine/n Wissenschaftler/in, deren/desen Aufgabe es ist, sich aktiv an der Herstellung von Medikamenten zu beteiligen, die die virtuelle Welt vor einem Virus beschützen sollen (s. Abb. 6).

Dem Avatar sind bestimmte Eigenschaften zugeschrieben, die wiederum den Fächern Physik, Chemie, Biologie und Mathematik zugeordnet sind. Durch intensives ‚Forschen‘ bildet der Avatar seine Eigenschaften aus und präsentiert sich gegenüber anderen Mitspieler als erfolgreiche/r Wissenschaftler/in.

Das Forschen an sich findet in Forschungsstationen statt und wird durch kleine Teilspiele repräsentiert, die jeweils implizit einen Lerninhalt vermitteln, der im Zusammenhang mit dem Themengebiet Moleküldynamik steht. Die Spiele sollen nicht nur alleine, sondern teilweise auch zu zweit spielbar sein. Dies soll den Kooperationsgedanken stärken und bewusst machen, dass man sich zusammen in seinen Fähigkeiten ergänzen kann und gemeinsames Wissen nutzen sollte (Interdisziplinarität).

Die Produktion eines neuen Computerspiels ist zeit- und kostenaufwändig. Um eine neue Spielidee auszutesten, benötigt es viele aufwändige Testverfahren. Das kostensparende Konzept zur Entwicklung dieses Prototypen sah vor, Casual Games in ihrer Grundstruktur zu

übernehmen und auf einen bestimmten Lerninhalt hin zu modifizieren. Casual Games sind kurzweilige Spiele, die sich durch ihre leichte und schnell erlernbare Spielbarkeit und durch schnelle Erfolgserlebnisse auszeichnen. Als Beispiel seien an dieser Stelle die Spiele Tetris und Pacman genannt. Casual Games haben den Vorteil, dass sie bereits in ihrer Spielbarkeit getestet wurden und leicht und kostengünstig produziert werden können.



Abb. 6: Szenen aus der Onlinewelt. Oben: zwei Wissenschaftler/innen können sich über öffentliche bzw. private Chats unterhalten. Unten links: Jeder/m Wissenschaftler/in sind Eigenschaften aus den Fächern zugeschrieben, die sie/er durch Spielen erhöhen kann. Unter rechts: Szene in einer Forschungsstation.

Beispiel für ein modifiziertes Casual Game

Um zu verdeutlichen, wie die Modifizierung eines Casual Games hinsichtlich eines Lerninhaltes aussieht, sei an dieser Stelle eines kurz vorgestellt: Das ‚Lernziel‘ des modifizierten Casual Game ist, ein Gefühl dafür zu entwickeln, wie groß Protonen, Atomkerne, große und kleine Moleküle sowie Blutblättchen sind. Das Casual Game, das diesem Lernspiel zugrunde liegt, heißt ‚FLOW‘ und ist im Internet frei verfügbar (thatgamecompany 2006). Ziel des

Spieles ist es, als kleiner Organismus andere Organismen zu fangen, um größer zu werden. Dabei wechselt der Spieler zwischen verschiedenen Dimensionsgrößen, um kleinere und größere Organismen finden zu können.

Das Spielprinzip wird in diesem Spiel aus dem Spiel „FLOW“ übernommen, die Grafikelemente jedoch ausgetauscht. Ziel ist es nun, von sich von einem Proton bis hin zu einem Blutkörperchen zu entwickeln. Dabei werden die jeweiligen Größendimensionen von Femto- bis Mikrometer auf einer Skala angezeigt (siehe Abb. 7).

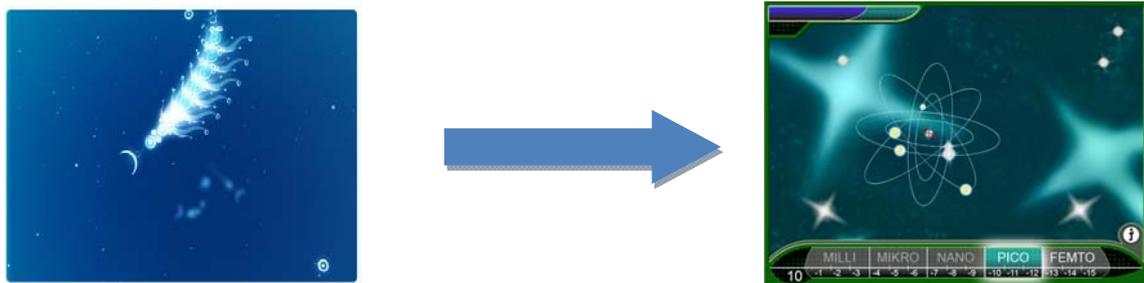


Abb.7: Links: Casual Game „FLOW“. Rechts: Modifikation des Spiels – Atome sammeln Elektronen.

Ein weiteres Spiel baut auf das im diesem Spiel gewonnene Wissen auf, und der Spieler wird aufgefordert, bewusst in den Dimensionsebenen zu wechseln. Dazu muss er gelernt haben, auf welchen Größenebenen sich welche Elemente befinden.

Ausblick

Mit den Prototypen eines Onlinespiels konnte gezeigt werden, dass die Vermittlung von Lehrinhalten über Computerspiele auf großes Interesse seitens der Öffentlichkeit stößt. Diese neue Art der Lehr-Lernmethode weckt speziell bei Schüler/inne/n Interesse für das Forschungsfeld.

Der Prototyp könnte nun auf beliebig viele virtuelle Forschungsstationen erweitert werden und somit z. B. weitere Lerninhalte aus dem Bereich Molekularforschung spielerisch an Schüler/innen vermittelt werden. Eine professionelle Umsetzung dieses Prototypen sollte hierbei jedoch der Spielindustrie überlassen werden.

3.2 Schüler generieren selbst Computerspiele zum Thema Moleküle – Online Portal PlayMolecule

In einer zweiten Phase wurde auf den zuvor erwähnten zweiten Aspekt der Faszination von Computerspielen eingegangen: Die Computerspieleentwicklung. Nicht nur allein das Spielen von Computerspielen übt eine große Faszination auf Schüler/innen aus, sondern auch die Erstellung eigener Spiele weckt großes Interesse.

Alternativ zu der Produktion von Lernspielen, bei denen die Schüler/innen lediglich ‚konsumieren‘, sollen die Schüler/innen in diesem Projekt direkt in den Prozess der Entstehung von Lernspielen einbezogen werden. Die Schüler/innen werden aufgefordert, ein Lernspiel zu einem bestimmten Lerninhalt zu entwickeln. Dabei rückt das Endprodukt, das Lernspiel selbst, etwas weiter aus dem Fokus der Wissensvermittlung.

Basierend auf der LdL-Methode (Lernen durch Lehren) von J.-P. Martin sollen Lerninhalte vermittelt werden, indem Schüler/innen in die Rollen der/des Lehrenden geführt werden. Indem sie sich Gedanken darüber machen, wie ein gutes Lernspiel zu einem bestimmten Lerninhalt aussehen könnte, setzen sie sich automatisch intensiv mit dem Lerninhalt auseinander. Das Thema Computerspiel und Computerspielentwicklung soll bei diesem Ansatz motivierend genug sein, um sich mit bestimmten Lerninhalten auseinandersetzen zu wollen.

Da es ein Ziel dieses Teilprojektes war, Medien zu erstellen, die „im Sinne einer Mehrfachverwertung gruppenspezifisch diversifiziert werden können“ [Zitat Antrag], wurde ein Konzept entwickelt, das Lehrer/innen ermöglicht, eigenständig mit ihren Schüler/innen Computerlernspiele zum Thema Moleküle zu erstellen. Dabei müssen die Lehrer/innen weder erfahren in Computerspielen sein, noch müssen sie eine Programmiersprache gelernt haben. Das Thema der molekularen Forschung soll somit ohne Hilfe Dritter in die Schulen getragen werden.

Die Programmierung eigener Computerspiele ohne Programmierkenntnisse ist mit Hilfe von „Scratch“ möglich. Scratch ist eine Programmierumgebung, die am MIT in Boston speziell für Schüler/innen bzw. Kinder entwickelt wurde, um in die Programmierung einzuführen. Sie ist im Internet frei verfügbar und sehr leicht und intuitiv bedienbar. Innerhalb von einer Stunde haben selbst Programmiererunerfahrene erste kleine Spiele erstellt. Scratch ist darauf ausgelegt, möglichst schnell erste Erfolgserlebnisse zu haben. Das motiviert selbst Schüler/innen, die zunächst negativ der Programmierung und dem Computer allgemein gegenüber eingestellt sind.

Im Projekt wurden Tutorials speziell für den Anlass entwickelt, Schüler/inne/n im Rahmen eines Workshops eine Einleitung zur Benutzung von Scratch zu geben. Eine erste Erprobungsphase zeigte, dass sich Scratch hervorragend für diesen Zweck eignet, selbst Schüler/innen einer siebten Klasse haben innerhalb einer Stunde erste Spiele generieren können.

Um das Thema Moleküle an die Schulen mittels Computerspieleentwicklung zu tragen, wurde ein dreistufiges Verfahren verwendet:

1. Das ausgearbeitete Lehrkonzept wird anhand von Schülerworkshops an der Universität getestet und durch Evaluationen und Interviews mit Lehrer/innen und Schüler/innen verbessert.
2. Das Konzept wird an Schulen getestet, um eine Tauglichkeit in der Praxis nachzuweisen.
3. Entwicklung eines Onlineportals, um das Workshopkonzept für die breite Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen. Das Web 2.0 Ansatz soll dabei helfen, eine direkte Brücke zwischen Schule und Forschungseinrichtung zu bilden, zukünftig auch ohne die Hilfe der bisherigen Projektteilnehmer.

Das Projekt wurde in allen Punkten erfolgreich umgesetzt.

Für Phase 1 wurden insgesamt drei Klassen von Berliner Gymnasien an die Universität eingeladen, um einen zwei Tage langen Workshop durchzuführen.

Für Phase 2 fanden für zwei Klassen Workshops in Berliner Schulen direkt vor Ort statt, zwei weitere sind derzeit (Stand Juni 2010) noch in Planung und werden noch vor dem Beginn der Sommerferien 2010 durchgeführt.

Das Onlineportal wurde parallel zu Phase 2 in Zusammenarbeit mit der Softwarefirma Creos in Bielefeld erstellt und ist online unter www.playmolecule.de zu erreichen.

Das Portal und das Konzept wurden im März 2010 auf der zentralen Tagung der MNU (Mathematisch Naturwissenschaftlicher Unterricht) in Bielefeld präsentiert. Auf der Konferenz waren viele Lehrer/innen anwesend und das Projekt hat ein positives Feedback seitens der Lehrkräfte erhalten. (Wir erhielten 23 neue Registrierungen für das Portal allein an einem Kongresstag, was bedeutet, dass 23 Lehrer/innen gerne das Portal benutzen wollen, um einen Workshop zum Thema Moleküle mittels Computerspieleentwicklung durchzuführen.)

Kurzbeschreibung des Portals PlayMolecule

Aus einem von den Nutzern des Portals selbst generierten Pool an Lehrmaterialien zum Thema Moleküldynamik können Lehrer/innen geeignetes Material für ihre Klasse heraussuchen. Dabei handelt es sich sowohl um Powerpoint-Präsentationen, Videos oder Arbeitsblätter, die das Thema zielgruppengerecht vermitteln. Ein automatisch generierter individueller Zeitplan, weitere Hilfen zur Organisation des Workshops sowie Videotutorials zur Spielentwicklung stehen der/dem Lehrer/in ebenfalls zum Download zur Verfügung.

Ein oder zwei Tage vor dem Workshop sollen sich die Schüler/innen mit „Scratch“ vertraut machen, indem sie Videotutorials bearbeiten. Die Tutorials sind in der Regel so angelegt, dass

sie innerhalb einer Schulstunde von 45 Minuten zu bearbeiten sind. Die/der Lehrer/in selbst muss lediglich dafür sorgen, dass PCs mit Kopfhörern zur Verfügung stehen und gegebenenfalls Scratch vorinstallieren. Auch hierzu gibt es im Onlineportal ausführliche Schritte-für-Schritt Anweisungen für die/den Lehrer/in.

The screenshot shows the Play Molecule website interface. At the top, there is a navigation bar with the Play Molecule logo and a login/register section. The main content area is divided into two columns. The left column features a large heading 'Play Molecule' and a list of bullet points: 'Selber Computer Lernspiele erstellen!', 'Spielend etwas über die Welt der Moleküle lernen!', and 'Workshops für Schüler – ganz einfach per Klick zusammenstellen'. Below these are two links with circular icons: 'Klicken sie hier für mehr Projektinfos' and 'Oder schauen sie sich hier ein Einführungsvideo an'. At the bottom of the main content area, there are four small thumbnail images showing different game or workshop screens. The right sidebar contains a section titled 'Mein Workshopplan' with a text box explaining that registered users can create a workshop plan, and a section titled 'Mein Merkzettel' with a text box explaining that the bookmarklet supports registered users in selecting learning materials and games for a workshop. The footer includes the 'biocomputing bc' logo and the text 'Ein Projekt der Biocomputing Group und der Physik Didaktik FU-Berlin'.

Abb. 8: Das Portal PlayMolecule: www.playmolecule.de

Ablauf eines Workshops

Anhand eines zuvor online individuell erstellten Zeitplans kann die/der Lehrer/in nun den Projekttag mit den Schüler/innen durchführen: Die/der Lehrer/in präsentiert zunächst das zuvor ausgewählte Lernmaterial zum Thema Moleküldynamik. Die Schüler/innen können anschließend Lernspiele auf dem Onlineportal spielen. Um selbst Lernspiele entwickeln zu können, erhalten die Schüler/innen eine Einführung in die Spielentwicklung, speziell die Entwicklung von Lernspielen. Dies geschieht entweder von der/dem Lehrer/in selbst, oder aber durch Videotutorials und Arbeitsblätter aus dem Onlineportal. Die Schüler/innen entwerfen anschließend in Gruppenarbeit selbst Spiele, die den zuvor vermittelten Lerninhalt über Mo-

leküldynamik beinhalten. Dabei sollen sogenannte Casual Games als Basis dienen und zu Casual Learning Games umgewandelt werden. Die Schüler/innen suchen sich dazu ein Casual Game ihrer Wahl aus und analysieren dessen Gameplay. Anschließend wird der gewünschte Lerninhalt in das Spiel einbezogen und ein eigenes Casual Learning Game entwickelt. Entsprechende Hilfen und Anleitungen befinden sich auf den Arbeitsblättern, die die/der Lehrer/in zuvor aus dem Onlineportal herunterladen konnte. Ebenso werden in diesem Portal Beispiele von Casual Learning Games zu Verfügung stehen – teils vorgefertigte, teils von Schüler/inne/n aus anderen Workshops programmierte Spiele.

Nachbereitung

In Form einer Hausaufgabe arbeiten die Schüler/innen ein Konzept eines Lernspiels aus und begründen anhand eines Fragenkatalogs, warum dieses Spiel den Lerninhalt vermittelt. Die Konzepte und erste mit „Scratch“ erstellte Lernspiele werden anschließend auf dem Onlineportal präsentiert und stehen anderen Schüler/innen und Lehrer/innen zur Weiterentwicklung zur Verfügung.

Ergebnisse

Im Zuge der Testworkshops entstanden 42 Spielkonzepte von Schüler/innen, die Computerspiele beschreiben, die Themen der Moleküldynamik behandeln. Zehn konkrete Computerspiele wurden bereits entwickelt und sind ebenso wie die Spielekonzepte online für jeden einsehbar.

Die im Projekt vorgefertigten Lehrmaterialien (Powerpoint-Präsentationen, Flash-Animationen, Videofilme, etc.) sollen eine Basis bilden, und weitere Lehrmaterialien zu diesem Thema werden zukünftig nun auch von Lehrer/innen auf das Portal hochgeladen und allen anderen zur Verfügung gestellt.

Das Portal PlayMolecule bietet damit eine Brücke zwischen Schule und Universitäten und kann beliebig ausgeweitet werden. Es bildet ein Werkzeug, mit dem Inhalte von Forschungseinrichtungen auf leichte Art an die Schulen getragen werden können, ohne dass die Mitglieder der Forschungseinrichtung selbst aktiv Vorträge halten oder Workshops organisieren müssen.

Den Lehrer/innen selbst wird eine gute Organisationshilfe geboten, mit der sie die Workshops an ihren Schulen durchführen können, ohne selbst Erfahrungen im Thema Computerspiele oder Programmierung zu haben.

Bezüge zu und Kooperationen mit anderen Arbeiten im Sonderforschungsbereich

Wie bereits beschrieben, versteht sich dieses Teilprojekt als interdisziplinäres Kooperationsprojekt im SFB 450, an dem Wissenschaftler/innen aus verschiedenen Teilprojekten beteiligt waren. Eine besonders enge Zusammenarbeit bestand mit den Teilprojekten TP A1 (Wöste/Lindinger/Siebert) und TP C5 (Schütte/Schmidt/Lasser).

Vergleiche mit Forschungen außerhalb des Sonderforschungsbereichs und Reaktionen der wissenschaftlichen Öffentlichkeit auf die eigenen Arbeiten

Die in diesem Teilprojekt durchgeführten Arbeiten haben unseres Wissens ein gewisses Alleinstellungsmerkmal, denn in dieser Form hat es u.W. bislang kein ähnlich angelegtes FuE-Projekt in einem SFB gegeben. Ähnliche Vorhaben im Kontext von Öffentlichkeitsarbeit sowie fachdidaktischer Forschung und Entwicklung werden aber auch außerhalb von SFBs durchgeführt.

So ist beispielsweise die Entwicklung eines innovativen, entwicklungsfähigen technischen sowie organisatorischen Rahmens zum Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse vom Forschungslabor in die allgemeine Öffentlichkeit auch das Ziel des durch den Europäischen Kommission in Rahmen des „Lifelong Learning Programme“s geförderten e-KNOWNET gewesen. Die wissenschaftlichen Inhalte, die durch das Einsetzen von Werkzeugen und Methoden der Informations- und Kommunikationstechnologie (IuK) vermittelt werden sollten, sind ebenfalls aus dem Bereich der Photochemie. In Rahmen dieses Projektes wurde ein Internetportal erstellt, auf dem verschiedene digitale Ausstellungen und digitale Web-Sammlungen zum Thema Photochemie zu finden sind³. Diese Seite bietet im Vergleich zum virtuellen Forschungslabor allerdings keinen authentischen Einblick in das reale Forschungslabor und noch weniger die Möglichkeit aktiver Handlungen.

Eine andere Realisation eines virtuellen naturwissenschaftliches Labor ist das sogenannte ‚remote_lab‘, ein ferngesteuertes Labor im Internet. Es bietet die Möglichkeit, zu jeder Zeit an jedem Ort in einem Labor an der TU Kaiserslautern „Naturwissenschaft live zu erleben“. Dem Benutzer stehen zur Zeit etwa 18 Versuche mit unterschiedlichen physikalischen Inhalten (u.a. Fotoeffekt, Millikan-Versuch, Messung der Lichtgeschwindigkeit) zur Verfügung, die sie/er per Fernsteuerung durchführen kann. Ein wesentlicher Nachteil gegenüber dem virtuellen Forschungslabor besteht insbesondere in der technischen Realisierung. Die Experi-

³ Homepage des Science Tweets on Photochemistry: <http://www.scientweets.eu/photochemistry/intro>

mente in unserem virtuellen Labor können durch viele Nutzer gleichzeitig bedient werden, die Fernsteuerung in RCL ist auf einen einzigen Nutzer eingeschränkt.⁴

Wie bereits in den Beschreibungen der im Rahmen dieses Teilprojektes durchgeführten Arbeiten skizziert, wurden die Ergebnisse von den Adressaten sehr positiv aufgenommen. Das Projekt wurde zudem auch auf fachdidaktischen Tagungen, auf Kongressen für Lehrer/innen und auf Lehrerfortbildungen vorgestellt und diskutiert und die jeweiligen (Teil-) Ergebnisse publiziert.

5.2.2.1.1 Liste der aus dem Teilprojekt seit der letzten Antragstellung entstandenen Publikationen

2010

[GSN10] Gräfe, Ch.; Schütte, Ch.; Nordmeier, V. (2010) „*Edutainment2.0*“: *PlayMolecule.de - eine spielerische Brücke zwischen Universitäten und Schulen*. In: *Grundfragen Multimedialen Lehrens und Lernens - Tagungsband GML² 2010*, Apostolopoulos, Mußmann, Rebensburg, Schwill, Wulschke (Hrsg.) 2010. Waxmann Verlag ISBN 978-3-8309-2326-8

2009

[MKN09] Merli, A.; Kirstein, J.; Nordmeier, V. (2009): *Inhalte moderner Forschung für den naturwissenschaftlichen Schulunterricht*. In: Nordmeier, V.; Grötzebauch, H. (Hrsg.): *Didaktik der Physik - Bochum 2009*. Berlin: Lehmanns Media

[KMN09] Kirstein, J.; Merli, A.; Nordmeier, V. (2009): *Virtuelles Forschungslabor zum Thema Laserphysik und Moleküldynamik*. In: Nordmeier, V.; Grötzebauch, H. (Hrsg.): *Didaktik der Physik - Bochum 2009*. Berlin: Lehmanns Media

[GNS09] Gräfe, C.; Nordmeier, V. & Schütte, C. (2009): *„Learner as creator“ - Schüler/innen generieren eigene Lernspiele*. In: Nordmeier, V. & Grötzebauch, H. (Hrsg.): *Didaktik der Physik – Bochum 2009*. Berlin: Lehmanns Media

[KN09] Kirstein, J. & Nordmeier, V. (2009): *Ein E-Learning-Szenario zur Einbeziehung außerschulischer Lernorte in den Physikunterricht*. In: *Praxis der Naturwissenschaften – Physik*, 7/58

[SWK09] Schulz, S. A.; Wöstenfeld, R.; Kastl, R.; Schmidt-Kaler, F. & Nordmeier, V. (2009): *Demonstrationsexperimente mit linearen Paulfallen*. In: *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule (PhyDid)*, 1/8, S. 15-22

[MKW09] Merli, A.; Kirstein, J.; Wöste, L.; Nordmeier, V. (2009): *Laserphysik und Moleküldynamik hinter den Forschungskulissen*. In: Höttecke, D.(Hrsg.): *Chemie und Physikdidaktik für die Lehramtsausbildung*. Berlin: LIT-Verlag, S. 80-82

⁴ Homepage RLC: <http://rcl.physik.uni-kl.de/>

- [GNS09] Gräfe, C.; Nordmeier, V. & Schütte, C. (2009): *Computerspiel zum Thema Moleküldynamik für Schüler der 7.-10. Klasse. Experimentelles Prototyping zur Entwicklung eines Lernspiels*. In: Höttecke, D. (Hrsg.): *Chemie- und Physikdidaktik für die Lehramtsausbildung*. Berlin: LIT-Verlag, S. 77-79

2008

- [GSN08] Gräfe, Ch.; Schütte, Ch.; Nordmeier, V. (2008) *Spielend lernen - ein Online-Computerspiel zur Moleküldynamik*. In: *Didaktik der Physik – Berlin 2008*. Berlin: Lehmanns Media
- [KMN08] Kirstein, J.; Merli, A.; Nordmeier, V.; Wöste, L. (2008): *Neue Konzepte zur Öffentlichkeitsarbeit im Kontext moderner Molekularforschung und Laserphysik*. In: Nordmeier, V.; Grötzebauch, H. (Hrsg.): *Didaktik der Physik – Berlin 2008*. Berlin: Lehmanns Media
- [SWK08] Schulz, S.A.; Wöstenfeld, R.; Kastl, R.; Schmidt-Kaler, F.; Nordmeier, V. (2008): *Demonstrationsexperimente mit linearen Paulfallen*. In: Nordmeier, V. & Grötzebauch, H. (Hrsg.): *Didaktik der Physik – Berlin 2008*. Berlin: Lehmanns Media

5.3 Bewilligte Mittel für die laufende Förderperiode

Das Teilprojekt wurde im Sonderforschungsbereich von 07/2007 bis 06/ 2010 gefördert.

Haushalts-jahr	Personalmittel	Sachmittel	Investitionsmittel	Gesamt
2007/2	47.5	5.0	49.5	102.0
2008	95.0	30.0	0	125.0
2009	95.0	6.0	0	101.0
2010/1	47.5	6.0	0	53.5
Summe	285.0	47.0	49.5	381.5

(Alle Angaben in Tausend EUR)

5.3.1 Personal im Teilprojekt

	Name, akad. Grad, Dienststellung	engeres Fach des Mit- arbeiters	Institut der Hochschule oder der außeruniv. Einrichtung	im SFB tätig von (Monat / Jahr) bis (Monat / Jahr)	Entgelt- gruppe
Grundaussstattung					
wissenschaftl. Personal (einschl. Hilfs- kräfte)	1. Nordmeier, Volkhard, Prof. Dr.	Didaktik der Physik	Inst. f. Exp.-Physik, FUB	07/2007 – 06/2010	/
	2. Schütte, Christof, Prof. Dr.	Numerische Mathematik	Inst. f. Mathematik II, FUB	07/2007 – 06/2010	
	3. Wöste, Ludger, Prof. Dr.	Experimentalphysik	Inst. f. Exp.-Physik, FUB	07/2007 – 06/2010	
	4. Kirstein, Jürgen, Dr.	Didaktik der Physik	Inst. f. Exp.-Physik, FUB	07/2007 – 06/2010	
	5. Siebert, Torsten, Dr.	Experimentalphysik	Inst. f. Exp.-Physik, FUB	07/2007 – 06/2010	
	6. Schmidt, Burkhard, PD Dr.	Numerische Mathematik	Inst. f. Mathematik II, FUB	07/2007 – 06/2010	
nichtwissen- schaftl. Personal	7. Grötzebauch, Helmut, Dipl. Ing.		Inst. f. Exp.-Physik, FUB	07/2007 – 06/2010	
Ergänzungsaussstattung					
wissenschaftl. Personal	8. Graefe, Christine, Doktorandin	Numerische Mathematik	Inst. f. Mathematik II, FUB	07/2007 – 06/2010	BAT IIa2/3
(einschl. Hilfs- kräfte)	9. Merli, Andrea, Dr.	Experimentalphysik und Didaktik der Physik	Inst. f. Exp.-Physik, FUB	07/2007 – 06/2010	BAT IIa1/1