

991002-Nano-World

Nano-World - The Virtual Nanoscience Laboratory

<http://www.nano-world.org>

Unter: <http://labor.nano-world.org> finden Interessierte ein Online-Antragsformular für ein Benutzerkonto.

- **Projektleitung: Prof. Dr. Hans-Joachim Güntherodt, Prof. Dr. Helmar Burkhart**
- **Projektkoordination: Dr. Tibor Gyalog & Dr. Martin Guggisberg**

Kontakt Informatik:

Prof. Dr. Helmar Burkhart,
Departement Informatik
Klingelbergstr. 50,
4056 Basel
Tel. 061 267 14 60
Fax 061 267 14 61
E-Mail
Helmar.Burkhart@unibas.ch



Kontakt Physik:

Prof. Dr. Hans-Joachim Güntherodt
Institut für Physik der Universität Basel
Klingelbergstrasse 82
4056 Basel
Fax 061 267 37 84
E-Mail
Hans-Joachim.Guntherodt@unibas.ch

Partner

- Prof. Dr. Louis Schlapbach, Direktor der EMPA Dübendorf (vormals Universität Fribourg)
- Dr. Pierangelo Gröning, Universität Fribourg
- Prof. Dr. Hans Siegenthaler, Universität Bern
- Prof. Mischa Schaub, Fachhochschule Beider Basel Nordwestschweiz
- Dr. Peter Walter, HTA Biel, Berner Fachhochschule

Projektbeschreibung

Zusammenfassung

Auf der Längenskala des Nanometers, der Grössenordnung der Atome und Moleküle, vereinigen sich Chemie, Physik und Biologie zum fächerübergreifenden Gebiet der Nanowissenschaften. Im e-Kurs "Nano-World" können Studierende vier Experimente aus der aktuellen Forschung virtuell durchführen. Ähnlich wie in einem Flugsimulator erlernen sie den Umgang mit neuen Methoden und Instrumenten. Sie lernen, wie Atome sichtbar gemacht werden können, leiten von den Versuchen physikalische Eigenschaften ab und machen sich mit den Messverfahren vertraut.

Der e-Kurs richtet sich an Studierende der Pharmazie, Biologie, Chemie und Physik im ersten Studienjahr, die ein einführendes Physik-Praktikum absolvieren. Das Projekt Virtual Nanoscience Laboratory realisiert ein virtuelles Labor aus dem Forschungsbereich der Nanowissenschaften. Die sechs Experimente geben Studierenden in der Schweiz und im Ausland einen Einblick in aktuelle Bereiche der Nanowissenschaften. Die virtuellen Experimente werden den Studierenden in einer kooperativen Lernumgebung angeboten.

Erläuterungen

Generelle Beschreibung	<p>Die Nanowissenschaften haben in den letzten Jahren das Interesse von zahlreichen Forscherinnen und Forschern wie auch der Öffentlichkeit auf sich gezogen. Mit der Erfindung des Rastertunnelmikroskops schufen H. Rohrer und G. Binnig vom Forschungslabor der IBM in Rüslikon ein universelles Werkzeug für den neuen Forschungszweig Nanowissenschaften und wurden dafür 1986 mit dem Nobelpreis in Physik geehrt. Als Folge verlagerten sich wichtige Forschungssegmente der Industrie vom Mikro-Bereich in den Nano-Bereich. Die Perspektiven der Nanotechnologie sind ausgesprochen vielversprechend, denn sie ermöglicht höhere Integration, bessere Funktionalität bei geringeren Kosten und eine verbesserte Anpassung von zukünftigen Prozessen. Die verschiedenen Disziplinen der Naturwissenschaften wie Chemie, Physik und Biologie verschmelzen auf der Skala der Atome und Moleküle. Damit entsteht das Bedürfnis nach höherer fächerübergreifender Lehre auf diesem interdisziplinären Wissenschaftszweig.</p>	Rastertunnelmikroskop
Zielerreichung, ungeplante Ergebnisse	<p>Im Proposal wurden drei Simulationen von nanowissenschaftlichen Experimenten in einem didaktischen Umfeld umschrieben. Bis heute wurden bereits 5 Simulationen (Imaging, STM; Electrochemistry, Friction, Confocal Microscopy) sowie ein reales fernsteuerbares Rasterkraftmikroskop realisiert. Dazu kommt noch eine Daten-Auswertungs-Toolbox, welche durch die HTA Biel (Berner Fachhochschule) realisiert wurde. Das anvisierte Angebot wurde damit übertroffen.</p> <p>Die Bearbeitung eines der vier anspruchsvollen Themen (Friction, Electrochemistry, Confocal Microscopy, Remote AFM) benötigt für Studierende mit Hauptfach Physik je nach Aufgabenstellung zwischen einem halben Tag und einer ganzen Woche. Die kooperative Lernumgebung sowie das problembasierte Lern-Umfeld tragen zu einer ausserordentlich hohen Lernmotivation und einem guten Lernerfolg bei.</p>	Simulationen von Experimenten
Stärken und Schwächen, Schwierigkeiten	<p>Stärken: Interdisziplinarität:</p> <ul style="list-style-type: none"> Nano-World zeigt die Vorteile und Stolpersteine interdisziplinärer Forschung auf. Die verschiedenen Aufgaben befassen sich mit 	interdisziplinär
		interdisziplinärer Ausbildungsbedarf
		fernsteuerbares Rasterkraftmikroskop
		guter Lernerfolg

verschiedenen Disziplinen der Nanowissenschaften. Je nach fachlicher Herkunft haben die Studierenden mehr oder weniger Schwierigkeiten, die Aufgaben zu lösen.

interaktiv

Interaktiver Zugang zu einer komplexen Materie:

- Das Virtuelle Labor ermöglicht Lehreinheiten in einem neuen, anspruchsvollen Gebiet. Die Studierenden können nicht einfach Animationen konsumieren, sondern müssen pro-aktiv und konstruktivistisch in einem problembasierten Umfeld Lösungen erarbeiten.
- Dank des Open-Source-Programmiers-Frameworks ist das Labor beliebig erweiterbar. Im Rahmen von Diplom- oder Semesterarbeiten können neue Versuche entwickelt werden.

erweiterbar

Einzigkeit und Aktualität:

- Nano-World sei das erste Undergraduate-Praktikum in Nanowissenschaften auf diesem Niveau weltweit. Angebote anderer Universitäten, mehrheitlich in den USA, bewegten sich laut Projektteam im Rahmen von oberflächlichem Edutainment.
- Zusätzlich zum Zielpublikum an Universitäten wurden viele Schülerinnen und Schüler im Rahmen von Kurswochen der Stiftung Schweizer Jugend forscht oder den deutschen Science Days angesprochen und für die Welt der Atome und Moleküle begeistert.
- Im Rahmen der Nano-World Aktivitäten konnte der Industriepartner NanoSurf AG gewonnen werden und Mitte 2004 das KTI-Folgeprojekt PASS-AFM gestartet werden.

anspruchsvoll,
weltweit
einzigartigSchulen
Schweizer
Jugend forschtKTI-Folge-
projekt

Schwächen: Unsanfter Einstieg:

- Die Studierenden werden oftmals ungenügend auf die komplexen Aufgaben vorbereitet. In der Erwartung, ein einfaches Edutainment-Modul anzutreffen, sind sie etwas überrumpelt von der Komplexität und den schwierigen Aufgaben. Eine sanftere Einführung und ein einfacher Zugang wird im Rahmen des Konsolidierungsprogramms implementiert.

unsanfter
Einstieg

Look & Feel:

- Das hohe Niveau an Funktionalität und die Einheitlichkeit einer komplett generischen Lösung gehen auf Kosten von individueller graphischer Ausgestaltung. Im Rahmen des Konsolidierungsprogramms wird an verschiedenen Stellen auf individuelle graphische Lösungen gesetzt.

bessere
Gestaltung
wünschens-
wert

Bewertung des Trotz der technisch aufwändigen Lösung (Kooperative Simulationen via

Zeitplan

Verlaufs	Internet) und diverser zusätzlicher Hürden, die durch verschiedene Änderungen der Sicherheitsdirektiven im Internet (spez. Firewall und Virtual Private Network) bedingt waren, konnte der Zeitplan eingehalten werden.	eingehalten
----------	---	-------------

Würdigung der Leistungen

Nutzen:	<i>Nutzen für die Studierenden</i>	
Studierende	<ul style="list-style-type: none"> • Nano-World ermöglicht Studierenden in den unteren Semestern das Arbeiten an einer zeitgemässen wissenschaftlichen Forschungsanlage. Dabei sollen sie neben den naturwissenschaftlichen Übungsaufgaben auch das selbständige Bearbeiten von wissenschaftlichen Fragestellungen im Team erlernen. • Die Aufgaben sind soweit als möglich offen formuliert, die Experimente sind realen Experimenten aus der aktuellen Forschung in den Nanowissenschaften nachempfunden. Dies impliziert auch Fehlfunktionen der Instrumente. Der Experiment-Ablauf ist damit in keiner Weise vorgegeben. • Die Studierenden können eigene Lösungskonzepte entwerfen und durchaus auch Fehler machen. Sie haben die Möglichkeit, in die Rolle einer Wissenschaftlerin oder eines Wissenschaftlers zu schlüpfen und selbständig zu forschen. 	in Simulation mit virtuellen teuren Geräten zeitgemäss forschen
Lehrende		Ablauf nicht vorgegeben
Institution		Rolle von Wissenschaftlern einnehmen
	<i>Nutzen für die Lehrenden</i>	
	<ul style="list-style-type: none"> • Das Labor kommt in den Hörsaal. Praktikum und Theorievorlesung klaffen gewöhnlich auseinander. Nano-World schlägt eine Brücke zwischen theoretischer und praktischer Arbeit. Während der Frontalvorlesung kann der Professor Studierenden-Experimente präsentieren und daran arbeiten. • Nano-World transferiert aktuelle Forschungsergebnisse in die Hochschullehre. Das Labor bietet eine benutzerfreundliche Umgebung für wissenschaftliche Rechnungen. Damit wird die Methode des Wissenschaftlichen Rechnens Studierenden verschiedener Fachrichtungen zugänglich gemacht. • Der Inhalt der Experimente kann leicht ergänzt, erweitert oder verändert werden. Der bildgebende Algorithmus, welcher das neue Experiment beschreibt, muss selbst implementiert werden. Die Implementierung eigener virtueller Labors bedarf einzig des Fachwissens und einiger grundlegender Programmierkenntnisse. 	Labor im Hörsaal
		wissenschaftliche Rechnungen
		Kreation eigener virtueller Labors möglich

Nutzen für die Institution

- Ein halbes Jahr nach der Zusage zum Nano-World Projekt erhielt die Universität Basel ebenfalls die Zusage für das National Center of Competence in Research NCCR Nanoscale Science. Eine wichtige Teilaufgabe dieses Schwerpunktsprogramms war die Schaffung eines neuen Studiengangs für Nanowissenschaften, wie auch der Einsatz von neuen Technologien für den Unterricht. Es bestand von Anfang an eine enge Zusammenarbeit zwischen NCCR Nanoscale Science und Nano-World, wobei die Synergien optimal genutzt werden konnten.

in National Center of Competence in Research (NCCR) integriert
- Bei verschiedenen öffentlichen Veranstaltungen konnte seit Projektbeginn ein sehr grosses Interesse von Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe II beobachtet werden. Aus diesen positiven Signalen wurde beschlossen, Kontakte zu den Gymnasien der Region zu schliessen und mit den Jungforscherinnen und Jungforschern dieser Schulen Tagesprojekte oder Abschlussarbeiten durchzuführen. Durch den direkten Kontakt mit den jungen Menschen konnte das Lernportal Nano-World getestet und erweitert werden. Diese Schülerinnen oder Schüler entschlossen sich später vermehrt für ein Studium an der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Basel.

Kontakte zu Gymnasien
- Im Umfeld des Projektes Nano-World hat sich auf dem Gebiet Portale, didaktische Aufbereitung von Inhalten für Präsentationen und Webauftritte ein Technologie-Kompetenzteam gebildet. Dank dem Know-How aus dem Nano-World-Projekt konnte das Informationsportal des National Center of Research and Competence (NCCR) Nanoscale Science in kurzer Zeit mit extrem kleinen Zeitressourcen aufgebaut werden: <http://www.nccr-nano.org/nccr>. In Kooperationen mit anderen Forschungsgruppen wurden drei weitere Informationsportale an der Universität Basel realisiert: Das Heliumweb zur Bestellung und Auslieferung von flüssigem Helium am Inst. für Physik, das Nanotribologie Portal <http://www.nanotribo.org> ein Forschungsportal zum Thema Tribologie (Reibung), sowie das Dreiländer Portal für Nanowissenschaften <http://www.eucor-nanoscience.org>.

Technologie-Kompetenzteam für NCCR
- Verschiedene Aktivitäten (z.B. Sciencedays in Deutschland) wie auch Vorlesungen über Gebiete der Nanowissenschaften bedürfen oftmals die Erarbeitung neuer oder verbesserter multimedialer Unterlagen. Diese werden nach Einsatz an den Anlässen im Informationsteil des Nano-World Lernportals integriert oder angepasst.

Erstellung multimedialer Unterlagen

Bologna	<p>Mit der Umstellung der Hochschullehre auf das Bolognamodell stehen neue Gefässe für die Hochschullehre zur Verfügung. Im Zentrum der Ausbildung soll nach Bologna nicht mehr reines Faktenwissen stehen. Der Fokus der Ausbildung liegt bei der Vermittlung von Kompetenzen und Fertigkeiten. In diesem Sinne stellt Nano-World ein neues Gefäss dar, in welchem neben Problemlösungskompetenzen und Methodenwissen aus dem Gebiet der Nanowissenschaften auch Sozialkompetenzen trainiert werden.</p>	Kompetenzen und Fertigkeiten
Projektportal	<p>Im Verlauf der vier Jahre wurde das Lernportal ständig angepasst und erweitert. Momentan besteht es aus drei Hauptteilen:</p> <p>1) http://www.nano-world.org</p> <p>Das Nano-World Lernportal wurde zu Projektbeginn aufgeschaltet. Alle Projektpartner haben Zugang zu den Portal-Ressourcen und können ihre Projektinformationen in einem internen Bereich (Intranet) wie auch im öffentlichen Bereich publizieren. Über vierzig Veranstaltungen unterschiedlicher Partner sind mittlerweile in der Rubrik Ereignisse veröffentlicht. Zahlreiche Medien haben über das Projekt Nano-World berichtet, diese Pressemitteilungen wurden in der Rubrik Artikel seit anfangs 2000 gesammelt.</p> <p>2) http://foyer.nano-world.org</p> <p>Im Foyer finden Dozierende und Studierende Hintergrundinformationen und Online-Materialien zu den verschiedenen Experimenten.</p> <p>3) http://labor.nano-world.org</p> <p>Im Labor befindet sich schliesslich das virtuelle Experiment. Alle virtuellen Experimente lassen sich gemeinsam in kleinen Gruppen durchführen. Die Studierenden müssen sich in dem personifizierten Bereich anmelden.</p>	Lernportal
Fokus auf Pädagogik / Inhalt	<p>Im Rahmen von Nano-World können die Studierenden durch kleine multimediale Elemente sowohl Faktenwissen erwerben, das für die Bearbeitung der Experimente im (virtuellen) Labor benötigt wird, als auch mit Hilfe einfacher Simulationen prozedurales Wissen und gewisse Fertigkeiten erlangen.</p> <p>Im Rahmen des Experiments mit fluoreszierenden Dipolen treffen sie auf genau die Messungen, welche vor wenigen Jahren Anlass zu weiteren theoretischen Berechnungen führten, weil sie nicht intuitiv verständlich waren. Die Studierenden sollen, angeregt durch einen kognitiven Konflikt, mit Hilfe des Tutorials den Hintergründen nachgehen. Sie verfolgen damit in verkürzten Schritten denselben Weg, den die Wissenschaftler wenige Jahre zuvor auch gegangen sind und lernen so die Konzepte</p>	Faktenwissen, prozedurales Wissen, Fertigkeiten den Weg von Wissenschaftlern nachvollziehen

wissenschaftlicher Forschung kennen.

Als oberste Stufe steht - analog einem Full Flight Simulator - das eigentliche virtuelle Labor, welches das reale Experiment mit Fehlfunktionen und grossem Parameterraum realistisch wiedergibt. Die Beispiele zeigen, dass sich die kognitiven Lernzielebenen, die mit Nano-World verfolgt werden, auf höheren Niveaus bewegen (Stufen des Transfers und Problemlösens). Verfolgt werden weiterhin gemässigt konstruktivistische Ansätze:

Das Lernen in einem Nano-World Labor verläuft nach dem Prinzip von „Learning by Doing“ und „Trial and Error“. Die Lernenden dürfen und sollen durchaus Fehler machen können. Durch offene Aufgabenstellungen werden beispielsweise Problemlösefertigkeiten gefördert. Um die individuelle und soziale Wissenskonstruktion zu fördern, verfügt Nano-World durch seine Realisierung als virtueller Raum über die Möglichkeit zu kooperativem Lernen. Eine Überforderung der Studierenden soll durch tutorielle Betreuung und gegebenenfalls Anleitung vermieden werden.

Wichtigstes Lernziel ist die Aneignung von Methodenkompetenzen bei der Arbeit mit Instrumenten aus den Nanowissenschaften sowie ein vertieftes Verständnis der physikalischen Prozesse, die den einzelnen Experimenten zugrunde liegen. Die Studierenden lernen, selbständig eine Gruppe zu organisieren und üben sich in Projektmanagement. Ausserdem erhalten sie einen Einblick in die Arbeitsweise von Wissenschaftlern.

Didaktische Studien zeigen, dass kleine Teams gegenüber grossen Gruppen oder Einzelpersonen die grösste Lerneffizienz in problem-basierten Ansätzen erreichen. Beim Arbeiten im Team entstehen verschiedene individuelle Lösungsansätze. Diese werden gegenseitig in Frage gestellt und dadurch entwickeln sich in der Gruppe neue Lösungsstrategien. Deshalb werden die virtuellen Experimente von einer kooperativen Lernumgebung begleitet, um die Arbeit in Kleingruppen zu unterstützen.

Qualitäts-sicherung

Dank der engen Zusammenarbeit mit den Verantwortlichen für Didaktik des Ressort Lehre der Universität Basel sowie dem eQuality-Team konnten auch die didaktischen Ziele in Bezug auf Lernerfolg eingehalten werden.

Innovation

Nano-World ist laut Projektteam das weltweit erste curricular verankerte Lehrangebot in Nanowissenschaften auf universitärem Niveau.

Fernstudium

Für Fortgeschrittene (z.B. Doktoranden) ist 100% Selbststudium möglich.

Flight Simulator

Problemlösen

Learning by doing, trial and error

kooperatives Lernen mit Betreuung

Methodenkompetenzen
vertieftes Verständnis

Projektmanagement

kleine Teams
grosse Lerneffizienz

Zusammenarbeit mit Didaktik-Spezialisten

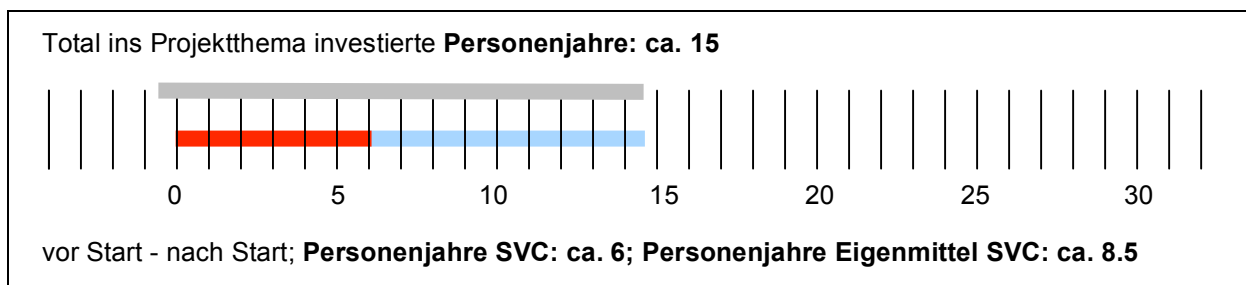
Quantitative Aspekte

Projektdauer und Finanzierung durch den SVC

- Impuls
 - Impulsprogramm SVC: Projektdauer: 38 Monate (3 Jahre und 2 Monate), vom 1. 7. 2000 - 31. 8. 2003. Finanzierung durch SVC, BBW: Fr. 475'000; BBT: Fr. 45'000.

- Konsolidierung
 - Konsolidierungsprogramm SVC, Stand Ende 2004: Maintenance-Projekt, Dauer: 1.4.04–31.3.06; Finanzierung durch SVC: 120'000.

- Personenjahre
 - Insgesamt wurden **ca. 15** Personenjahre in das Thema des Projekts investiert.
 - Vor Beginn des SVC-Projektes wurden **ca 0.5** Personenjahre in das Thema des Projekts investiert (schwer abzugrenzen).
 - Das Programm SVC hat **ca. 6** Personenjahre finanziert.



Vis. 1: 991002-Nano-World, Personenjahre

Nutzung durch Studierende

Beginn Testphase	Beginn der Testphase: Wintersemester 2002 /2003.	2002
erster Kurs	Der erste Kurs in einem regulären Curriculum fand im Wintersemester 2003 / 2004 statt.	2003
Anzahl Studierende	<ul style="list-style-type: none"> • Formative Evaluationen: 50 Studierende. • WS 03 /04: 9 Studierende (erster Einsatz mit ECTS-Vergabe) • Im WS 04 / 05 werden ca. 50 Studierende, im WS 05 / 06 ca. 100 Studierende erwartet. Diese Steigerung ergibt sich aus den steigenden Studierendenzahlen für Nanowissenschaften, Physik und Chemie. 	rund 50 Studierende
Anteil Präsenz	Es bestehen zwei Szenarien: <ul style="list-style-type: none"> • Zum Einen wird Nano-World als ein- oder zweiwöchiger Blockkurs angeboten. Der Blockkurs besteht aus 25% Frontal-Unterricht (Einführung), 50% synchroner Gruppenarbeit im Labor 	Blockkurs

(Selbststudium) und 25% asynchroner Gruppenarbeit bei der Auswertung der Daten (betreutes Selbststudium).

- Zum Zweiten können Doktorierende und Studierende höherer Semester den Kurs rein virtuell besuchen. Sie sind damit an keinen Zeitplan gebunden und bringen gewisse zu untersuchende Fragen aus dem eigenen Umfeld oft mit. Nano-World lässt sich in diesem Zusammenhang zum 100% asynchronem Selbststudium einsetzen.

virtueller
Kursbesuch

Integration in die Curricula, Bologna-Reform

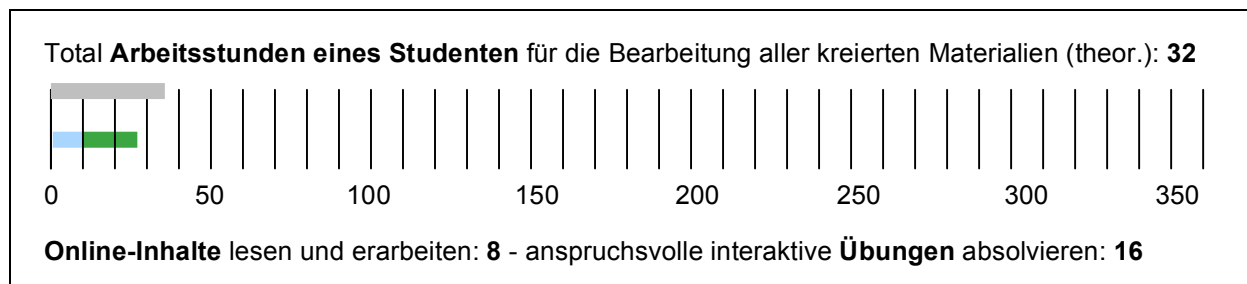
Kurse	<p>Das neue Angebot ist in bestehende Veranstaltungen der Universitäten Bern und Basel sowie in den NDK "Nanotools for Surface Analysis and Modifications" des Verbunds aller Schweizer Fachhochschulen integriert. Ausserdem existiert an der Universität Basel jeweils im Wintersemester eine neue Lehrveranstaltung "Exploring the Nano-World".</p>	NDK in Planung
	<p>Nano-World ist integriert als eines von fünf optionalen Themen im Bachelor of Science (BSc. Physics) der Universität Basel, wobei drei von fünf gewählt werden müssen. Zusätzlich ist Nano-World eines von zwölf optionalen Themen für den BSc. Nanoscience, wo 8 von 12 gewählt werden müssen. Die erfolgreiche Durchführung virtueller Experimente führt zur Vergabe von 3 Kreditpunkten (CP).</p>	integriert in BSc. Universität Basel: Physics, Nanoscience
	<p>Vereinzelte Einsätze an den Partnerschulen Bern und Fribourg, sowie an der Fachhochschule beider Basel Nordwestschweiz deuten auf eine grosse Nachfrage. Die curriculare Integration und insbesondere die ECTS-Vergabe konnte noch nicht einheitlich geregelt werden.</p>	voraussichtlich weitere Einsätze
gemeinsame Nutzung	<p>Obwohl die Inhalte und die Experimentier-Möglichkeiten der einzelnen Experimente weitgehend gleich bleiben, wurden die detaillierten Lernziele bewusst variabel gehalten. Die virtuellen Experimente sollen als Werkzeuge zur Problemlösung verstanden werden. Damit können die beteiligten Hochschulen vorerst die Testat- und Prüfungskriterien selbst bestimmen. In einer späteren Phase wird im Rahmen des Bologna-Prozesses eine Vereinheitlichung der Bewertung angestrebt.</p>	noch keine Vereinheit- lichung
Kreditpunkte	<p>Für den ganzen Kurs, d.h. für die Bearbeitung sämtlicher Online-Materialien, werden 3 ECTS-Punkte vergeben (90 h entsprechen dem Arbeitsaufwand von zwei Wochen).</p>	3 ECTS- Punkte
Prüfungen	<p>Leistungsausweis ist die erfolgreiche Durchführung virtueller Experimente.</p>	

Produkte

Umfang Die Planungsgrösse für die Bearbeitung sämtlicher Module beträgt rund

90 Arbeitsstunden der Studierenden, inkl. eigene Experimente. Insgesamt werden für die Bearbeitung sämtlicher Online-Materialien und den Abschluss von Experimenten 3 ECTS-Punkte vergeben.

Die Bearbeitung der 4 modularen Kurseinheiten beträgt rund 32 Arbeitsstunden der Studierenden. Davon entfallen rund 24 Std. auf die Bearbeitung von Online-Materialien am Bildschirm (Fernstudium). Im Fernstudium können während rund 8 Std. Online-Inhalte gelesen und erarbeitet sowie während rund 16 Std. anspruchsvolle interaktive Übungen absolviert werden.



Vis. 2: 991002-Nano-World, Umfang

Gesamt-
inventar

Gesamtinventar der Leistungen des Projekts

Teil 1: **Konzepte und Kursorganisation**; 4 modulare Kurseinheiten, die Bearbeitung sämtlicher Module beträgt rund 32 Arbeitsstunden der Studierenden. Davon entfallen rund 24 Std. auf die Bearbeitung von Online-Materialien am Bildschirm (Fernstudium). Im Fernstudium können während rund 8 Std. Online-Inhalte gelesen und erarbeitet sowie während rund 16 Std. anspruchsvolle interaktive Übungen absolviert werden.

Teil 2: **didaktisch ausgearbeitete Materialien**; Neben den zentralen Experimenten finden die Studierenden zu jedem Experiment einen Lernpfad.

Teil 3: **Interaktionen mit den Lehrenden**; Die Studierenden erstellen zu jedem Experiment ein elektronisches Protokoll. In dem Protokoll beschreiben sie ihr Vorgehen, wie auch die Lösungen zu den im Experiment gestellten Aufgaben. Nach der Abgabe der drei Protokolle werden diese von den Tutoren bewertet, um max. 3 ECTS-Punkte zu erhalten.

Teil 4: **Interaktionen unter den Studierenden**, mit Teilnahme der Lehrenden:

Beim Fernstudium 1 Forum pro Kurs, sonst Interaktion im Rahmen der Präsenzvorlesung.

Teil 5: **Entwicklung der Materialien und Konzepte in einer Projektorganisation**, anhand der Evaluation eines durchgeführten Kurses mit interessierten Dozierenden und Studierenden.

Teil 6: **Qualitätssicherung**; Evaluationen nach Prototyp (freiwillige Studierende, 2002), erster regulärer Kurs (alle Studierenden, 2003), erste parallele Kurse (an interessierten Universitäten, Ende 2004)

Teil 7: **Ausbildung der Mitarbeitenden**;

1 Mitarbeiter doktorierte über die Evaluation des Projekts,

1 Mitarbeiter erreicht seinen Lehrabschluss in Informatik.

2 Mitarbeiter diplomieren in Physik und Chemie über Simulationen von Experimenten der Nanowissenschaften.

4 Mitarbeiter vertiefen ihre Java Programmierfähigkeiten.

2 Mitarbeiter spezialisierten sich auf *open source* CMS.

Die meisten Mitarbeiter lernten 3D und Flash-Animationen herzustellen.

Sprachen	Die Lernumgebung ist in Deutsch und Englisch gehalten.	D / E
----------	--	-------

Qualitative Aspekte

Didaktische Beratung und Unterstützung der Projektmitarbeitenden

Beratung	Das LearnTechNet der Universität Basel bietet didaktische und strategische Unterstützung. Ausserdem wurde auf die Angebote von eQuality eingegangen.	Universität Basel; eQuality
SVC-Mandate	Dank der engen Zusammenarbeit mit eQuality und der resultierenden konstruktiven Kritik konnte das didaktisch gesetzte Ziel einer problembasierten Lernumgebung realisiert werden. Bis heute konnten jeweils medienkompetente und technophile Tutoren eingesetzt werden. Eine spezielle Schulung war nicht notwendig. Die Studierenden in den Naturwissenschaften sind ohnehin grösstenteils sehr medienkompetent und technophil.	wichtige Zusammenarbeit
Regeln	In den letzten Jahren haben sich halbjährlich neue Trends in Gestaltung und Design durchgesetzt. Aus diesem Grund haben wir uns für ein adaptives Lernportal entschieden. Es wurde eine strikte Trennung von Inhalten und Design eingehalten. Das Design von Nano-World kann jederzeit angepasst oder grundlegend geändert werden.	Design leicht anpassbar
Szenarien	Das virtuelle Labor "Nano-World" stellt laut Projektteam das weltweit erste und bis dato einzige Lehr-Angebot für Nanoscience mit praktischer Arbeit dar. Das Ziel lautet, den Studierenden die Möglichkeit zu geben, sich im	problem-basierte, synchrone kooperative Lern-

	Rahmen zeitgemässer wissenschaftlicher Arbeit in die Nanowissenschaften einzuarbeiten.	umgebung
	Die didaktische Grundkonzeption, die sich im Rahmen der Evaluationsprozesse herauskristallisiert hat, basiert auf den Konzepten des Konstruktivismus, des problembasierten Lernzugangs und auf einer synchronen kooperativen Lernumgebung.	Konstruktivismus
	Der Mehrwert besteht sicher in der Möglichkeit, mit (virtuellen) teuren zeitgemässen Instrumenten arbeiten und die Stolpersteine wissenschaftlicher Arbeit direkt miterleben zu können.	Stolpersteine erleben
Neuerungen: Lernprozessunterstützung Kooperation Lehrende Lehrkultur	Beim selbständigen Experimentieren lernen die Studierenden in der Rolle von Forscherinnen und Forschern Phänomene in der Natur zu erforschen. Sie haben eine erhöhte Eigenverantwortung und können ihre eigenen Thesen formulieren, welche sie dann durch Experimente bestätigen können.	erhöhte Eigenverantwortung
Betreuung der Studierenden, soziale Kontakte		
Art der Betreuung	Der modulare Aufbau des E-Learning-Kurses Nano-World erlaubt verschieden Einsatzszenarien. Je nach Szenario ändert sich die Art der Betreuung. Im Wesentlichen werden die virtuellen Experimente im Rahmen eines betreuten Selbststudiums durchgeführt (kein Fernstudium).	je nach Szenario verschiedene Betreuung
Kooperation Lehrende Lernende	Im Rahmen von Diplom- und Semesterarbeiten wurden neue virtuelle Experimente anhand von Labor-Erfahrungen implementiert, was eine neue Form der Selbstreflexion der eigenen Forschungsarbeit darstellt. Die Studierenden, die bei einem virtuellen Experiment nicht weiter kommen, können den Tutor in den virtuellen Raum einladen. Über die kooperative Lernumgebung kann der Tutor in das laufende Experiment eingreifen und den Studierenden gleichzeitig Tipps und Anregungen mitgeben.	neue virtuelle Experimente im Rahmen von Arbeiten der Studierenden
gemeinsames Erarbeiten	Studierende forschen in kleinen Gruppen anhand von spezifischen Praktikumsanweisungen, dabei dokumentieren sie ihre erarbeiteten Erkenntnisse in einem elektronischen Protokoll.	Praktikum in kleinen Gruppen
Kooperation Lernende	Im herkömmlichen Lehrbetrieb bearbeiten Studierende die Kursunterlagen alleine. Im Nano-World E-Learning-Kurs können Studierende voneinander profitieren, wenn sie gemeinsam in Teams Experimente durchführen, wie häufig in Labors. Damit können sie die Experimente mit hoher Komplexität besser verstehen und einander gegenseitig erklären. Dabei wird die Argumentation im wissenschaftlichen Diskurs geschult.	gemeinsame Experimente
Forum	Einerseits ermöglichen alle gängigen Plattformen Online-Foren, auf der anderen Seite werden diese häufig nur bei der Software Entwicklung stark	Entwicklerforum

frequenziert. Aus diesem Grund stellt das Projektteam nur den interessierten Studierenden, welche sich an der Weiterentwicklung der Simulationen beteiligen, unter vexp-sourceforge.net ein Entwicklerforum zur Verfügung.

Interkulturelles	Zu interkulturellen Zusammenarbeit können derzeit noch keine Aussagen gemacht werden. Das Partnerprojekt mit der Arizona State University ist erst in der Anfangsphase. Obschon andere Universitäten in Europa das Nano-World Labor mit den Studierenden besuchen, hat das Projektteam noch keine Informationen über deren Reaktionen.	Partnerprojekt in Arizona
Lernkultur	<p>Nano-World hilft das passive Lernverhalten der Studierenden in ein aktives Forschen und Experimentieren zu verwandeln.</p> <p>Die Studierenden können ihre passive Rolle verlassen und als Forscherinnen und Forscher bei eigenen Experimenten aktiv werden. Sie bestimmen, welche Untersuchungen durchgeführt werden und wie die erhalten Ergebnisse in ihrem Protokoll publiziert werden.</p> <p>Die Betreuung wird durch Lehrpersonen aus dem Nano-World-Projektteam gewährleistet, in Blockkursen (Laborpraktika im Computerraum).</p>	mehr eigene Aktivitäten

Verhältnis Präsenz- und Fernunterricht

Bewertung Vor- und Nachteile	<p>Auswärtige Studierende nehmen oftmals auf eigene Initiative Kontakt mit den Tutoren auf. Diese kleinen „Studien“ finden meist im 100% Fernstudium statt. In den Blockkursen wird neben der Frontalvorlesung auch ein begleitetes Selbststudium angeboten. Dieses Angebot wurde bis jetzt von allen Teilnehmenden genutzt. Es kommt in diesem Gefäss also zu gar keinem Fernstudiums-Anteil.</p> <p>Bis jetzt existiert kein Praktikum im Bereich der Nanowissenschaften. Der Aufbau und Unterhalt eines realen Labors würde jährlich finanzielle Mittel von ca. 1 Mio Fr. benötigen. Nano-World erweitert die universitäre Lehre in der Schweiz um ein Praktikum von virtuellen Experimenten auf dem Gebiet der Nanowissenschaften.</p> <p>Die Studierenden sind jeweils sehr aktiv bei ihren Versuchen und nehmen sich kaum Zeit für eine Pause. Eine erste Evaluation hat ergeben, dass über 80% der Studierenden nach zwei Stunden Arbeit keinen Verlust am Interesse angeben.</p>	<p>in regulären Kursen kein Fernstudium</p> <p>reales Labor wäre sehr teuer</p> <p>Studierende verlieren nicht so schnell das Interesse</p>
Arbeitsbelastung	Ein direkter Vergleich mit herkömmlichen Lehr- und Lernformen ist nicht möglich. Die Dozierenden können die einzelnen Nano-World Module nach Anmeldung auf dem Lernportal direkt im Unterricht einsetzen. Wer mit den	

virtuellen Experimenten andere Lernziele erreichen will, muss eine eigene Arbeitsanleitung erstellen.

Evaluation und Qualitätssicherung

projektintern	<p>Projektinterne Evaluation:</p> <p><i>Testresultate zum Kurs und Feedback der Studierenden</i></p> <p>Lernerfolg und Lernmotivation wurden subjektiv und objektiv durch das eQuality-Team gemessen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Lernmotivation ist sehr hoch (8.1 von 10 subjektiv, 7 von 10 objektiv). • Der Lernerfolg ist besser als in einer klassischen (Textbuch-)Situation (subjektiv sogar noch mehr als objektiv). • Die Verwendbarkeit (Usability) wurde gemessen: Die Zeit, um sich mit der Situation im virtuellen Labor anzufreunden, wurde als zu lang eingeschätzt. Es braucht einen sanfteren Einstieg, der mit einem deskriptiveren Teil beginnt, bevor der interaktive Teil kommt. • Die Anpassbarkeit (Adaptability) an Studierende verschiedener Disziplinen (Physik, Chemie, Nanoscience) ist gut. 	<p>hohe Lernmotivation</p> <p>besserer Lernerfolg</p> <p>Usability nicht perfekt</p> <p>Adaptability gut</p>
Studierendenbefragungen	<p>Nach jedem Blockkurs wird eine formative Evaluation durchgeführt.</p>	
Bildschirmarbeit: Dauer Vertrautheit	<p>Die in Blockkursen angebotenen betreuten Selbststudiums-Nachmittage dauern 3 Stunden. Die meisten Studierenden arbeiten 90 Minuten sehr konzentriert und machen dann eine Pause. In der zweiten Nachmittagshälfte sind bereits Ermüdungserscheinungen sichtbar. Obwohl die effektive Nutzungsdauer bei Internetanwendungen nie von Serverseite gemessen werden kann, protokolliert das Nano-World Lernportal die einzelnen Aktionen der Nutzer. Zu einem späteren Zeitpunkt besteht die Möglichkeit, die gesammelten Daten auszuwerten.</p>	<p>Selbststudiums-Nachmittage à 3 Stunden</p>
Selbststudium	<p>Das eigene Experimentieren motiviert meistens thematische Diskussionen. Die Studierenden stellen sich die Frage, ob sie die optimalen Einstellungsparameter gewählt haben, ob ihre Beobachtungen Phänomene sind oder nur Artefakte und wie sich die gemessenen Resultate mit der Theorie in Zusammenhang bringen lassen.</p>	<p>Studierende stellen sich Fragen</p>
Projektbeitrag	<p>Die Lernenden haben verschiedene Feedback-Möglichkeiten. Dadurch haben sich in den letzten Jahren unterschiedliche Kontakte ergeben, welche das Nano-World Projekt sowohl bei den Inhalten wie beim Internetauftritt und den angebotenen Experimenten kontinuierlich erneuern und verbessern helfen.</p>	<p>Feedback</p>

Studierende leisten Beiträge in allen Projektbereichen: Lernportal, Virtuelle Experimente, multimediale Inhalte und Beispiele eigener Messungen. Die grössten Beiträge haben bis jetzt folgende Studierende geleistet:

Studierenden-
Beiträge in
allen Projekt-
bereichen

- Confocal Microscopy: L. Zimmerli (Diplomarbeit) betreut durch Prof. B. Hecht
- Elektrochemie: T. Fink (Diplomarbeit Uni Bern) betreut durch Prof. H. Siegenthaler
- Nanotoolbox: Anthony Smith (FH Biel) betreut durch T. Gyalog

Lerneffizienz Das aktive eigene Experimentieren weist eine überdurchschnittliche Lerneffizienz aus. Die Messung des Lernerfolgs ist jedoch aufgrund fehlender Bezugsgrössen nur bedingt möglich.

Messung der
Lerneffizienz
schwierig

Technik

Technische Beratung und Unterstützung

Beratung	Aufgrund des hohen technischen Niveaus war technische Beratung und Unterstützung von aussen kaum zu leisten.	technisch anspruchsvoll
SVC-Mandate	Es war nie technische Hilfe erforderlich. Das Projektteam konnte vom AAI-Mandat profitieren, in welches es direkt eingebunden war. Sie durften die AAI-Konzepte an einem eigenen Prototypen erproben.	AAI-Mandat
Grundlagen	Ein zentraler Teil von Nano-World sind die auf JAVA-Technologie basierenden Virtuellen Experimente. Mit Änderungen in der universitären Sicherheitsstrategie (Firewalls), neuen Browserversionen oder Änderungen der Java Platform, sind regelmässige Anpassungen des Source Code erforderlich. Ausserdem entstehen mit der Zeit Wünsche für neue interaktive Elemente. Aus diesem Grund beschloss das Team am 26.8.2002 die Freigabe des Source Code und registrierte das Virtual Experiment Framework bei der <i>open source</i> Plattform <i>sourceforge.net</i> . Das Open-Source-Programmier-Framework <i>vexp</i> (Virtual Experiment) enthält alle notwendigen Programmbibliotheken zur Implementierung eines weiteren Labors. Eine Programmieranleitung und der Quellcode kann vom SourceForge-Portal bezogen werden (http://vexp.sourceforge.net/).	<i>vexp</i> (Virtual Experiment) unter <i>vexp.sourceforge.net</i> registriert
	Kursplattform: Zope with customizations; ein <i>Open source</i> Content Management System mit sehr hoher Funktionalität.	Open Source
	Technische Konzepte: Java-based remotely controlled microscope. Raytracing generated images.	Kursplattform: Zope

	<p>OLAT: Eine Portierung nach OLAT gemeinsam mit Pharmsquare ist Gegenstand aktueller Abklärungen am Departement Informatik der Universität Basel.</p>	OLAT
	<p>WebCT & Web CT Vista: Funktionalitäten, wie sie in Nano-World realisiert wurden, lassen sich kaum ganz in WebCT oder WebCT Vista implementieren. Die statischen Inhalte, Medien, etc. sowie die Zugangskontrolle könnten ausgelagert werden. Arbeitsaufwand ca. 4 Wochen.</p>	nicht alle Funktionalitäten können ausgelagert werden
Auswahl	<p>Es war von Anfang an das Ziel, kooperative Experimente anzubieten. Damit das technisch realisiert werden kann, müssen Basis-Technologien miteinander verknüpft werden. Die Webapplikation muss mit der Simulation, der Datenbank und dem Java-Applet kommunizieren können. Aus diesem Grund entschied sich das Team für eine <i>open source</i> Lösung. In der ersten Evaluation hat sich Zope als bester Kandidat hervorgetan. Rückblickend läuft die vom Projekt geschaffene Architektur im 24h / 7Tage Modus seit über 500 Tagen extrem stabil. Trotzdem wird in Zukunft aus Portabilitätsgründen eine Migration zur vollständigen Java Technologie mit dem <i>open source</i> Projekt OLAT geplant.</p>	Open Source
Standards	<p>Mit dem Bekenntnis zu <i>open source</i> geht automatisch auch ein Bekenntnis zu Standards wie XML einher. Es werden alle Standards eingehalten.</p>	
<p>Software, die im Rahmen des Projekts entwickelt wurde</p>		
Software	<ul style="list-style-type: none"> • Zur Realisierung der virtuellen Experimente wurde das Framework „vexp“ entwickelt. Es ist als <i>open source</i> Projekt bei sourceforge.net registriert (http://sourceforge.net/projects/vexp). Im Moment arbeiten neun freie Entwickler an vexp. • Mit vexp lassen sich neue virtuelle Experimente erstellen. Dazu genügt es einen Algorithmus zu implementieren und eine Beschreibungsdatei zu erstellen, welche das Look & Feel der fertigen Applikation definiert. Der Aufwand zur Integration in das VEXP-Framework beträgt weniger als zwei Stunden. • Im Rahmen einer Zusammenarbeit wurde „Mobile Nano-World“, eine Schnittstelle zur mobilen Welt, entwickelt. Mit Mobile Nano-World lassen sich die Experimente von einem gewöhnlichen Mobiltelefon aus steuern und überwachen. 	vexp wird weiterentwickelt
Nutzung	<ul style="list-style-type: none"> • In Zusammenarbeit mit der Firma Nanosurf in Liestal werden Komponenten verwendet, um eine neue Generation von besonders 	Zusammenarbeit mit Industrie

anwenderfreundlichen Instrumenten zu entwickeln.

- Ausserdem wurde die Zope Portal Technologie für automatisierte Web-Anmeldungssysteme für verschiedene Konferenzen im Umfeld der Nanowissenschaften verwendet.

Portal für Konferenzen verwendet

Projektmanagement

Projektorganisation

Organisation	<p>Projektorganisation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projektleitung und –Koordination: H.-J. Güntherodt, H. Burkhart, T. Gyalog, M. Guggisberg (alle Universität Basel) • Didaktische Grund-Konzeption: T. Gyalog, Ch. Freiburghaus (Gymnasium Liestal), unterstützt durch D. Miller (eQuality) • Programmierung des VEXP-Framework: M. Guggisberg, T. Gyalog, D. Keller, R. Schneider, S. Kannookadan, A. Smith • User Authentication, Security, Content Management: M. Guggisberg, D. Keller, B. Willi • WEB & Lernportal: M. Guggisberg, S. Mollet, S. Feddern, T. Widmer, L. Mohler 	klare Aufgabenverteilung
Einsatz der Ressourcen	<p>Die Mittel wurden weitgehend gemäss dem ursprünglichen Verteilschlüssel verwendet. Durch die speziellen Umstände an der Universität Fribourg wurde der für die Universität Fribourg vorgesehene Arbeitsteil an der Universität Basel realisiert. (Louis Schlapbach: neu EMPA Dübendorf, vormals Universität Fribourg)</p>	Anteil von Fribourg von Basel realisiert

Kooperationen

Partner	<p>Aufgrund von einigen personellen Veränderungen an der Universität Fribourg war die Zusammenarbeit mit Fribourg erschwert. Dennoch konnten die Studierenden der Universität Fribourg als externe Evaluatoren der einzelnen Module eingesetzt werden.</p>	Problem mit Fribourg
SVC-Projekte	<ul style="list-style-type: none"> • Kooperation mit 991043-Vitels für das AAI-Portal; • 200156-pharmasquare: Kommunikation auf technischer Ebene. 	einzelne Kooperationen mit SVC-Projekten

Zukunftsperspektiven

Pläne für die weitere Nutzung der neuen Lernumgebung

weitere Nutzung	<ul style="list-style-type: none"> • Das Netzwerk hat sich gemäss der unterschiedlichen Schwerpunkt- 	Universitäten verlagern
-----------------	---	-------------------------

	<p>bildung an den einzelnen Universitäten verlagert. Als neue Partner sind die Fachhochschulen in Biel und Le Locle sowie die Arizona State University (USA) hinzugekommen.</p>	Schwerpunkte: neue Partner
	<ul style="list-style-type: none"> • Aus dem E-Learning Projekt haben sich neue Kooperationen im Bereich Hochschullehre ergeben (Didaktik-Vorlesung an der FHBB, VCS-Projekt "Physica pro medicis", Studienwochen mit "Schweizer Jugend forscht"). 	Kooperationen im Bereich Hochschul- lehre
	<ul style="list-style-type: none"> • Mit dem Businesspartner Nanosurf konnte ein KTI-Projekt (PASS-AFM) gestartet werden, welches auf einzelne Resultate von Nano-World zurückgeht. 	KTI-Projekt
	<ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung des Angebots im Rahmen von Diplomarbeiten. • Vermietung der virtuellen Labors an Dritt-Universitäten in Europa und den USA. Eine Kollaboration mit der Arizona State University wurde bereits vertraglich ausgehandelt. 	Vermietung des Labors
neue Nutzer	Nano-World ist in den NCCR Nanoscale Science integriert.	NCCR
Weitere Zukunftsperspektiven		
Übertragung des Materials	<p>Das Prototypen-Entwicklungsmodell hat sich bewährt. Nach der in mehreren Durchgängen erfolgten Entwicklung des Prototyps durch Dr. T. Gyalog, Dr. M. Guggisberg, Dr. Ch. Freiburghaus, R. Schneider und B. Willi konnten die weiteren Virtuellen Labors im Rahmen von vier-monatigen Diplomarbeiten durch Studierende entwickelt werden. Die verschiedenen Experimente werden laufend erweitert und anhand des Feedbacks der Studierenden verbessert. Die formative Evaluation findet damit auch weiterhin statt.</p> <p>Nano-World wird als Appetizer in Nanowissenschaften für Gymnasien, Fachhochschulen und Berufsschulen eingesetzt. Besonders wichtig wird dies im Rahmen der politischen Diskussion über Nanotechnologie.</p>	Experimente laufend erweitert
Zusammen- arbeit	<p>Nano-world steht offen für alle Interessierten. Es besteht einerseits die Möglichkeit, via das Nano-World Lernportal Kooperationen zu realisieren. Andererseits steht das Framework für virtuelle Experimente (vexp) allen als <i>open source</i> Projekt zur Verfügung.</p> <p>Es werden derzeit Nachdiplomkurse (NDK) an den sieben FH der Schweiz aufgebaut, die Nano-World als fest eingebautes Modul beinhalten.</p>	Lernportal vexp NDK

Weitere Daten

Separate Listen:

- Partner und Mitarbeiter der Projekte des Impulsprogramms in den Jahren 2000-2004
- Inhaltsverzeichnisse der Projekte des Impulsprogramms im Jahr 2004
- Publikationen aus Projekten in den Jahren 2000-2004