

Gentechnik per Mausklick

Von Hans-Jürgen Appelrath und Marco Schlattmann

Mit den im OFFIS entwickelten virtuellen Laboren GenLab und ViPGen wird eine multimediale Unterstützung gentechnischer Praktika im Biologie-Studium angeboten und bereits bei mehreren Hochschulen als neue Form des Praktikums eingeführt. Ausgehend von den Erfahrungen bei der Entwicklung von GenLab und ViPGen wurden allgemeine Methoden und Software-Werkzeuge zur effizienteren Implementierung virtueller Labore realisiert.



Cover der GenLab-CD-ROM, das Virtuelle Gentsche Praktikum.

Gentechnische Praktika sind wesentliche Bausteine im Studium der Biologie, Biochemie, Bioinformatik, Chemie und zunehmend auch in der medizinischen Ausbildung. Solche Praktika stellen hohe Ansprüche: Lehrende müssen für große Zahlen von Studierenden akzeptable Arbeitsumgebungen schaffen, Lernende müssen oft über längere, zusammenhängende Zeiträume im Labor präsent sein, beides schafft oft genug Probleme im universitären Alltag.

Im Informatik-Institut OFFIS werden schon seit mehreren Jahren Forschungs- und Entwicklungsstrategien für die verstärkte Nutzung von eLearning-Technologien zur Ausbildung in der Gentechnik entwickelt. Ausgangspunkt war das dreijährige BMBF-Projekt "Multimediales Gentechnisches Praktikum" (GenLab): Zusammen mit Gentechnikern und einem wissenschaftlichen Verlag wurde 1997 bis 2000 ein virtuelles Experimentalpraktikum entwickelt, das die Grundlagen des praktischen Arbeitens in der Gentechnologie vermittelt. Die Projektergebnisse boten zahlreiche Ansatzpunkte für weitere Arbeiten: Die Realisierung eines virtuellen Labors ist ausgesprochen aufwändig und kostspielig. Im von der DFG geförderten Projekt "VirtLab" wurden deshalb seit Ende 2000 softwaretechnische

Methoden und Werkzeuge für eine effizientere Realisierung solcher Labore entwickelt und erprobt. Die Erstellung virtueller Labore sollte standardisiert und stärker automatisiert werden. Im Projekt "Virtuelles Praktikum Gentechnik" (ViPGen) entsteht seit April 2000 (ebenfalls vom BMBF gefördert) eine breiter angelegte multimediale Unterstützung solcher Praktika, die an mehreren Hochschulen dauerhaft eingeführt werden sollen. Das Softwaresystem, das sich noch in der Entwicklung befindet, vermittelt mit seiner interaktiven Benutzungsoberfläche eine Vielzahl gentechnischer Methoden. Es macht zudem den Nutzen eines konsequenten Internet-Einsatzes im Bereich der Molekularbiologie und Genetik deutlich.

GenLab - Das Basissystem für das Grundstudium

Gentechnische Versuche erfordern eine intensive Betreuung und auch erhebliche nicht-personelle Ressourcen wie Reagenzien, Geräte und Laborplätze. Ein Praktikum in einer virtuellen Umgebung dagegen erlaubt es Studierenden, erste Laborerfahrungen im Umgang mit Geräten und Reagenzien zu gewinnen und den Ablauf der Versuche zu erlernen, ohne materielle Ressourcen zu

The virtual laboratories GenLab and ViPGen developed by OFFIS provide multimedia support for genetic engineering practical courses as part of biology degree programmes and are currently introduced by several universities. GenLab and ViPGen have offered a valuable basis upon which further methods and software tools for the efficient development of virtual laboratories have been researched and implemented.



Gentechnisches
Praktikum im realen
und im virtuellen Labor.

verbrauchen und eine Personalbetreuung in Anspruch zu nehmen. Die Durchführung realer Praktika kann damit gezielt vorbereitet und effizienter gestaltet werden, kostspieligen Fehlversuchen kann besser vorgebeugt werden. Ziel des "Multimedialen Gentechnischen Praktikums" (GenLab) ist die weitgehend realitätsnahe Nachbildung der Umgebung und Arbeitsweise in einem Labor. Hier können Studierende den Umgang mit Geräten und Reagenzien einüben und ein Grundverständnis für gentechnische Abläufe entwickeln. Interaktivität und Wahlmöglichkeiten sind wesentliche Charakteristika des virtuellen Gen-Labors. Die Nutzer haben die Möglichkeit, gentechnische Experimente per Mausklick analog zu den Abläufen in einem wirklichen Labor durchzuführen. Sie können sich frei im Labor bewegen, Geräte bedienen und Chemikalien pipettieren. Das theoretische Wissen zur Bio- und Gentechnologie in Form von Texten, Bildern, Animationen und Videos ist dabei stets nur einen Mausklick entfernt: Die Informationen werden in einem „im Rechner begehbaren Seminarraum“ bereit gestellt. Die GenLab-CD-ROM hat das Prototypen-Stadium bereits verlassen, befindet sich im Augenblick in einer ausgedehnten Testphase und wird voraussichtlich im ersten Halbjahr 2003 bei "Spektrum Akademischer Verlag" erscheinen.

VirtLab - Methoden und Werkzeuge für virtuelle Labore

Im Projekt "VirtLab - Methoden und Werkzeuge zur Entwicklung virtueller multimedialer naturwissenschaftlicher Labore und Praktika" entwickelt das Oldenburger Informatik-Institut seit September 2000 Software-Konzepte, die die Produktion und Gestaltung virtueller Laborsysteme verbessern und erleichtern sollen. Denn so faszinierend das Lernen und Arbeiten in den virtuellen Welten auch ist - bis zu einem funktionstüchtigen virtuellen Labor ist es ein langer und kostspieliger Weg. Ein Hauptproblem ist die Heterogenität des Entwicklungsteams: Informatiker sind für den technischen Entwurf und die Implementierung zuständig, Fachexperten (Biologen, Chemiker, Gentechniker etc.) bringen ihr Wissen über die Inhalte, die Laborausstattung und -nutzung sowie die teilweise sehr komplexen Experimentabläufe ein, Didaktiker sind verantwortlich für die Aufbereitung und Nutzung der Inhalte, Medien-Spezialisten sorgen für eine ansprechende Nachbildung der Labore im virtuellen Raum, Animationsspezialisten kommt die Aufgabe zu, naturwissenschaftliche Prinzipien und Vorgänge zu visualisieren und auf eine anschauliche Weise eine Brücke zwischen Theorie und Praxis zu schlagen. Besondere Probleme bringen die Wahlmöglichkeiten

und Entscheidungsspielräume beim virtuellen Experimentieren: Wie soll das System welche Hilfestellung bereitstellen? Sollen die Nutzer Fehler machen dürfen? Wie und wann reagiert das System darauf?

Die Erfahrungen im GenLab-Projekt zeigten, dass Monate vergehen, ehe ein solch interdisziplinäres Team eine einheitliche Vorstellung von Entwicklungsprozess und Produkt hat. Es fehlen abgestimmte Vorgehensweisen, die festlegen, wann welche Personen welche Aufgaben zu erledigen haben, und es fehlen einheitliche Sprachregelungen, die die Ergebnisse der Aktivitäten in einer für alle Beteiligten verständlichen Form festhalten. In der ersten Phase des VirtLab-Projekts wurde deshalb zunächst auf Grundlage des Rational Unified Process (in der Softwareentwicklung auch von "Nicht-Informatikern" inzwischen breit akzeptiert) ein Vorgehensmodell zur Entwicklung virtueller Labore erarbeitet, das den speziellen Anforderungen der Entwicklung solcher Softwaresysteme gerecht wird. Auf diesem Fundament wurden weitere Entwurfs- und Implementierungshilfsmittel - in Form von Spezifikationssprachen und eines objektorientierten "Baukastens" (Framework) - entwickelt, die den Prozess der Softwareentwicklung optimieren und die Komplexität reduzieren. Im letzten Schritt wurde dann ein "Werkzeugkasten" mit graphisch-interaktiven Autorenwerkzeugen



VirtLab-Werkzeug zur Versuchsdefinition.

geschaffen. Damit können Lehrende virtuelle Labore wie das GenLab selbst an ihre individuellen Vorstellungen und die spezifischen Bedürfnisse ihrer "Lern-Zielgruppe" anpassen, also zum Beispiel bestimmte Übungen, Texte und Experimente in das System einfügen.

ViPGen - Experimentelle Strategien für das Hauptstudium

In Zusammenarbeit mit den biologischen Fakultäten der Universitäten Düsseldorf und Tübingen, dem Informatik-Fachbereich der Universität Oldenburg und einem Wissenschaftsverlag soll im Projekt „Virtuelles Praktikum Gentechnik“ (ViPGen) ein multimediales Lehr- und Lernsystem für die experimentelle Arbeit in der Gentechnik entstehen. Das System, das von vier Pilotanwendern evaluiert wird, ist hochschulübergreifend konzipiert und an die individuellen Besonderheiten einzelner Hochschulen anpassbar. Ziel von ViPGen ist es, ein Softwaresystem zu entwickeln und langfristig bei Hochschulen einzuführen, das den Ausbildungsbereich Gentechnik in Grund- und Hauptstudium multimedial unterstützt. Eine wesentliche Aufgabe des Systems bleibt die Vermittlung experimenteller Grundlagen mit Hilfe des virtuellen Labors. Grundlage dafür sind die Ergebnisse aus dem GenLab-Projekt. Nachdem die Inhalte der Fachpraktika an den beteiligten Universitäten ermittelt und inhaltlich-didaktisch abgestimmt waren, konnte die Anzahl der virtuellen Versuchsanordnungen weiter erhöht werden. Zusätzlich sind bei der Versuchsdurchführung nun mehr Variablen zugelassen, um ein breiteres Einsatzspektrum an den beteiligten Fakultäten zu ermöglichen.

Um die Studierenden im Hauptstudium auf ihre berufliche Praxis vorzubereiten, muss außerdem die Fähigkeit zum wissen-

schaftlichen Experimentieren verbessert werden. Sie müssen lernen, Experimente zur Lösung spezifischer Fragestellungen zu entwerfen, die eine logische Interpretation der Ergebnisse zulassen. Die Darstellung am Computer bietet die erforderliche Flexibilität und Vielfalt zur Einarbeitung in neue Themengebiete. So entstehen für das ViPGen-System zahlreiche neue aufeinander abgestimmte Lernprogramme, die vollständig in die virtuelle 3D-Welt integriert sind. Abhängig von lokalen Gegebenheiten und unter Zuhilfenahme des bereits vorgestellten VirtLab-Werkzeugkastens können die Lehrenden auch hier Anpassungen vornehmen, Texte austauschen, Wissensabfragen generieren und Verweise auf Internetadressen oder eigene Animationen einfügen. Durch die Verknüpfung praktischer Laborerfahrungen mit theoretischem Hintergrundwissen erlernen die Studierenden den Entwurf eigener experimenteller Strategien zur Lösung komplexer, aber typischer Fragestellungen aus der Molekularbiologie und Genetik. Damit werden wesentliche Fertigkeiten für die anwendungsorientierte experimentelle Arbeit von Gentechnikern in einem umfassenden Ansatz multimedial-virtuell vermittelt.

Ausblick

Beim Hochschulwettbewerb MEDIDAPRIX 2002 in Basel wurden die hier vorgestellten eLearning-Konzepte für die praktische Ausbildung im Bereich der Gentechnologie mit dem Publikumspreis ausgezeichnet. Motiviert durch diesen Erfolg und zahlreiche Anfragen wird nun die Übertragung der vom OFFIS entwickelten Software auf andere Themengebiete verfolgt. Unter anderem ist bereits für das Jahr 2003 die Erstellung von Prototypen virtueller Labore für die Physik sowie für die Umwelt-

wissenschaften geplant. Die beschriebenen und noch anstehenden Projekte bieten gute Möglichkeiten für Publikationen und die wissenschaftliche Qualifizierung von Studierenden sowie der beteiligten Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bis hin zur Promotion.

① www.virtuelle-labore.de

Die Autoren



Prof. Dr. Hans-Jürgen Appelrath, Informatiker und Vorstandsvorsitzender des An-Instituts OFFIS, studierte in Dortmund Informatik, wo er auch nach einer zweijährigen Tätigkeit als Softwareentwickler auch promovierte und wissenschaftlicher Mitarbeiter war. 1986 wurde er Assistenzprofessor für Informatik an der ETH Zürich und ein Jahr später auf die Professur für Praktische Informatik (Informationssysteme) an der Universität Oldenburg berufen. 1992 übernahm er Vorstandsvorsitz von OFFIS mit über 200 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern. Er bekleidet zahlreiche weitere Funktionen im Wissenschaftsbereich und im wirtschaftlichen Umfeld der IT-Branche.



Marco Schlattmann studierte Informatik in Oldenburg und sammelte bereits im Studium Erfahrung in der Entwicklung multimedialer Anwendungssysteme. Nach dem Diplom 1996 wurde er wissenschaftlicher Mitarbeiter bei OFFIS und Doktorand bei Prof. Dr. H.-J. Appelrath. Forschungsthema: "Werkzeuge und Methoden zur Entwicklung virtueller Labore".