



**Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
(IMST-Fonds)**

S6 „Anwendungsorientierung und Berufsbildung“

**ANGEWANDTE MATHEMATIK
UND FACHTHEORIE
MITHILFE ADAPTIERTER BASIS-SOFTWARE**

Kurzfassung

ID 683

Prof.Dr.techn. Walther Neuper

DI Christian Dürnsteiner

HTL Graz - Ortweinschule

TU Graz, Institut für Softwaretechnologie

Graz, im Juli 2007

Das Projekt 'Angewandte Mathematik und Fachtheorie' verfolgte in Fortsetzung eines gleich betitelten Vorgängerprojektes im Rahmen von IMST Ziele der Anwendungsorientierung und Berufsbildung (Schwerpunkt S6) in der Baustatik, einem der zentralen Fächer in den Bauabteilungen der Höheren Technischen Bundeslehr- und Versuchsanstalt, HTL Graz – Ortweinschule.

Die Ziele wurden mittels neuer Möglichkeiten zum E-Learning verfolgt, die eine an der TU Graz in Entwicklung befindliche Software namens ISAC verspricht. Die Kooperation zwischen Lehrern und Schülern an der HTL einerseits und den Entwicklern an der TU andererseits fand ihren organisatorischen Rahmen in proVision und auch finanzielle Unterstützung von dieser Initiative.

1. Zielsetzung angesichts formel-feindlicher E-Learning Medien

Ingenieurs-Disziplinen setzen zunehmend mächtige Software-Werkzeuge ein, die von Rechenarbeiten und Formel-Manipulationen entlasten. Demgemäß finden solche Software-Werkzeuge in zunehmendem Maße Eingang in moderne Lehrgänge der Technik-Ausbildung, an unserer HTL neben CAD-Systemen das Statikprogramm 'RuckZuck' und die Algebra-Systeme MathCAD und Derive.

In Lernsituationen jedoch können solche Software-Werkzeuge kontraproduktiv werden, wenn aktiv rechnende Auseinandersetzung mit mathematischen Konzepten und schrittweise Rechnen mit Formeln durch 'push-button'-Aktivitäten ersetzt werden. Die Didaktik der Mathematik empfiehlt daher, solche Software vorsichtig und eingeschränkt einzusetzen.

An der TU Graz verfolgt das ISAC-Projekt (www.ist.tugraz.at/projects/isac) eine neue Möglichkeit, nämlich der oder dem Lernenden ein Werkzeug in die Hand zu geben, das sie oder ihn schrittweise durch Aufgaben der angewandten Mathematik führt, und das transparent hinsichtlich des Mathematikwissens ist, das im jeweiligen Schritt verwendet wird.

Die Kooperation zwischen Lehrern der HTL und Entwicklern der TU setzten die Ziele in zwei Richtungen hin um, in Ideen zur Strukturierung von E-Learning Content und in eine Requirementsanalyse zur Weiterentwicklung von ISAC.

2. Neuartige 'Aufgaben-zentrierte' Strukturierung von E-Learning Content

Das Authoring von E-Learning-Content zum Thema Biegelinien führte zu unerwartet grundlegenden Fragen der Strukturierung des Content für ein System wie ISAC. Von Schritten einer Berechnung (z.B. von Biegelinien) kann der Benutzer kontextbezogen auf das in diesem Schritt benötigte formale Mathematikwissen zugreifen.

Zum Beispiel beim Schritt von der Querkraft zur Momentenlinie auf $V(x) = M_b'(x)$. Eine fundierte Erklärung zu diesem Schritt muss mehrere Stufen der Modellbildung umfassen: (a) statisches Gleichgewicht, (b) äußere Kräfte, (c) innere Kräfte und (d) Kräfte an infinitesimalen Elementen.

Diese Erkenntnis wuchs schrittweise während der fachübergreifenden Arbeit am Content zwischen Mathematik und Statik an der HTL; ebenso der Wunsch, die Stufen und Aspekte der Modellbildung nicht nur durch Texte und Bilder zu unterlegen, sondern durch Rechenbeispiele aus der Baustatik – durch die bewährten Beispiele in einem neuen Zugriffsverfahren, sozusagen von der Spitze (Berechnung von Biegelinien) zur Basis (Berechnung von elementaren statischen Gleichgewichten).

Die Erkenntnisse und Wünsche konnten mit den heuer zur Verfügung stehenden Ressourcen nur in Ansätzen realisiert werden. Die Kooperation mit der TU eröffnete jedoch eine motivierende Chance: Der E-Learning-Beauftragte der TU plant, die Software samt Content zu Biegelinien für einschlägige Übungen im Eingangssemester der TU einzusetzen.

Somit hoffen wir, in einem Folgeprojekt zusammen mit Statikern der TU die begonnene Arbeit am Content in die nachhaltige Form eines allgemein zugänglichen E-Learning Contents zu gießen.

3. Neuartiges schrittweises Rechnen mit Computer-Feedback

Das ISAC-System unterstützt schrittweises Rechnen (ähnlich traditioneller Papier- und-Bleistift-Arbeit) mit Computer-Feedback. Die Interaktivität und Benutzerführung des Basis-Systems wurde mit einem einfach zu implementierenden Content zu Ableitungsregeln in Techniker-Notation erprobt mit dem Ziel, eine Requirements-analyse für eine Dialogkomponente zu erstellen.

Die neuartige Möglichkeit schrittweisen Rechnens wurde von den Schülern positiv aufgenommen, in explorativen E-Learning-Einheiten wie beim Üben und Festigen.

Die Auswertung der Fragebögen an die Schüler, die Unterrichtsbeobachtungen durch Entwickler des Institutes für Softwaretechnologie sowie eine erste Auswertung der Aufnahmen mit Usability-Testing-Gerät des Institutes für Computer Medien zeigen deutlich, dass die größte Dringlichkeit in der Weiterentwicklung von ISAC darin besteht, zwei-dimensionale Darstellung und Eingabe von Formeln zu implementieren.

4. IMST als 'Entwicklungsumgebung' für Content und Basis-Software

Da die im Projekt verwendete Software als Basistechnologie für angewandte Mathematik auf österreichischem akademischen Boden entwickelt wird und neuartige (wesentlich über MathCAD oder Derive hinausgehende) Möglichkeiten verspricht, ist es möglich, didaktisch-methodische Möglichkeiten in Feldversuchen zu optimieren, die Software-technischen Möglichkeiten für Unterrichtsforschung (die Dialogkomponente des Tutoringsystems ist parametrisierbar), und die Anwendungsorientierten Möglichkeiten (des Autorensystems für schulspezifische Aufgabensammlungen, Standardbeispiele, Testsuiten) für Schulentwicklung zu nutzen.

IMST hat bereits einen guten Rahmen für erste Schritte zur Entwicklung dieser Möglichkeiten geboten. Die Erfahrungen ermutigen zur gezielten Erweiterung des Mathematikwissens (durch Computermathematiker) parallel zu pädagogischem Design und zur Implementation von zugehörigen Erklärungen (durch Experten der Unterrichtswissenschaften und Lehrer) für breiten Einsatz in Unterricht und Lehre von Haupt- bis zu Fachhoch-Schulen.

Folgeprojekte werden versuchen, die regionalen Netzwerke von IMST in die institutions-übergreifende Zusammenarbeit zwischen Schule und Universitäten einzubinden.