



**MNI-Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung
S6 „Anwendungsorientierung und Berufsbildung“**

ANGEWANDTE MATHEMATIK UND FACHTHEORIE MITHILFE ADAPTIERTER BASIS-SOFTWARE

Kurzfassung

Prof.Dr.techn. Walther Neuper

DI Christian Dürnsteiner

Prof.Mag. Franz Friedl

DI Dr.techn. Manfred Kniepeiss

DI Karl Knobloch

Prof.DI Dr.techn. Peter Leitner

Mag. Hannes Rassi

AV DI Werner Schlager

DI Ernst Tappauf

Prof.DI Hartwig Wallner

HTL Graz, Ortweinschule

TU Graz, Institut für Softwaretechnologie

FH Joanneum

Graz, im Juni 2006

Dass in „ $1 + 2 = \dots$ “ und in „ $1 + \dots = 3$ “ die beiden Gleichheitszeichen eine grundlegend unterschiedliche logische Bedeutung haben (die zweiten „ \dots “ wären mit einer Variablen zu benennen), ist das nicht häufig unklar, wenn Techniker mathematische Methoden anwenden, wenn Eltern ihren Kindern bei Schulaufgaben helfen, gar wenn Experten Mathematiklehrbücher schreiben ? Solch ungeklärte Grundlagen machen jedes weitere Verstehen und Lernen von Mathematik zu einer unsicheren Sache.

Computermathematik kann felsenfest auf geklärte Grundlagen aufbauen. An der TU Graz hat sich ein Forschungs- und Entwicklungsprojekt ‚ISAC‘ zum Ziel gesetzt, angewandte Mathematik so in Software zu mechanisieren, dass jedermann und –frau durch interaktives Rechnen mit dieser Software Mathematik verstehen lernen kann -- und der MNI-Fonds für Didaktik der Mathematik, Naturwissenschaften und Informatik hat im Rahmen eines IMST3-Projektes ermöglicht, den ersten Schritt von ISAC in die schulische Lernpraxis didaktisch-methodisch zu begleiten.

Die HTL Graz – Ortweinschule verband die Einführung der neuen Basissoftware mit der Unterstützung für innovative fachübergreifende Unterrichtsorganisation. Die innovative Unterrichtsorganisation besteht aus einem im Rahmen der Schulautonomie eingeführten Unterrichtsgegenstand ‚Angewandte Mathematik und Fachtheorie (AMFT)‘, der Mathematiklehrern zusammen mit Statiklehrern gemeinsame Unterrichtszeit in den Abschlussklassen zuteilt --- eine Organisationsform, die eine Reihe altbekannter pädagogischer Forderungen (von Abteilungs-spezifischer Lehrstoffverteilung bis Teamteaching) zur aktuellen Herausforderung machte.

Die neue Basissoftware ISAC wurde sowohl in Ihrer Funktion als Tutoringsystem als auch in ihrer Funktion als Autorensystem erstmals einem schulischen Praxistest unterzogen.

Das Tutoringsystem hilft beim exakten Spezifizieren von Aufgabenstellungen und beim korrekten Setzen von Rechenschritten -- mit dem Maschinen eigenen Rigor, wobei der Spielraum für Alternativen in den Rechengängen eine bisher nicht gekannte Weite erhält.

Der Schüler kann aus der übersichtlichen Rechnung bei jedem Schritt das gerade verwendete Wissen einsehen: Wie löse ich das Integral (mathematischer Kernstoff)? Warum ist die Querkraftslinie die Ableitung der Momentenlinie (Theorie aus der Baustatik)? -- das System antwortet geduldig aus einer vollständigen Wissensbasis für den Kontext eines konkreten Rechenschrittes.

Der konkrete Nutzen für den fachübergreifenden Unterricht in Mathematik und Statik an den Bauabteilungen der HTL Graz – Ortweinschule wird künftig darin bestehen, dass ISAC bei den Übungen im Mathematikunterricht dem Schüler nicht nur das zugrunde liegende Mathematikwissen (zum Beispiel Integration) anbietet, sondern auch das Wissen zur Modellbildung in technischen Anwendungen (zum Beispiel Schwerpunkte, Momente, Biegelinien etc).

ISAC ist ein Autorensystem in mehreren Schichten: Das Mathematikwissen ist durch Experten der Computermathematik zu implementieren; dieses ist allgemein gültig (zum Beispiel die Integrationsregeln). Die Elemente dieses Wissen können mit Erklärungen in beliebigem multimedialem Format versehen werden.

Solche Erklärungen bilden den wertvollsten Schatz einer fachorientierten HTL-Abteilung, der die pädagogische Erfahrung seiner Techniklehrer repräsentiert und der durch deren Erfahrungsaustausch über die Jahre optimiert wird. Und einen ers-

ten Teil solcher Erfahrungen zum Thema ‚Biegelinien‘ hat ein Statiklehrer der HTL erfolgreich in ISAC implementiert.

Das ist der herausragende Erkenntnisgewinn aus diesem Projekt: der direkteste Nutzen von ISAC für den fachübergreifenden Unterricht an unserer Schule liegt darin, dass die Software die speziellen Notationsformen (inklusive der an der Abteilung vereinbarten Bezeichnungen, zum Beispiel V für die Querkraft) und die Erklärungen unserer Techniker (als Autoren von ISAC's Wissensbasis) in den Mathematikunterricht hinüberträgt und diesen sehr konsequent an der abteilungsspezifischen Anwendung orientiert.

Die Erfahrungen aus diesem ersten Einsatz von ISAC lassen sich zu folgenden Hoffnungen extrapolieren:

ISAC wird sich als Medium nützlich machen, das den Schüler in seinen mathematischen Tätigkeiten so flexibel unterstützt, dass sich für den Lehrer Freiräume für intuitive, orientierende Beratungsarbeit ergeben müssen.

Der Lehrer wird frei für den Vergleich von Methoden, für Bewertung der Adäquatheit der mathematischen Modelle zu den technischen Aufgabenstellungen, für Reflexionen der Rolle der Mathematik in der Technik an sich.

Diese neuen Freiräume sollten eine Intensivierung von Schüler- und Handlungsorientiertem Unterricht unterstützen -- dies auszuarbeiten und zu verifizieren, wäre die Aufgabe von Folgeprojekten.

Diese Hoffnungen umzusetzen, dazu bedarf es einer in wohlüberlegter Weise parallel geführten Entwicklung in drei Richtungen:

- (1) Die technische Entwicklung des Tutoringsystems, des Autorensystems wie der Wissensbasis von ISAC in akademischen F&E-Projekten (Planungshorizont 20 Mannjahre)
- (2) Die Entwicklung einer Dialogführung in ISAC auf Basis wissenschaftlich fundierter Lerntheorie durch akademische Experten, die in die F&E-Projekte (1) eingebunden sind
- (3) Einführung des Tutoring- wie des Authoringsystems in enger und evaluierter Kooperation mit Lehrern zusammen mit den etablierten Institutionen unterrichtspraktischer Forschung.

Der internationale Vergleich, sowie der Vergleich der österreichischen HTLs mit einschlägigen Fachhochschulen und Technischen Universitäten, macht die hervorragenden Voraussetzungen klar, die HTLs für die Contententwicklung von Software für angewandte Mathematik bieten:

In welcher höheren Schule wird die Expertise der Mathematiklehrer ergänzt durch die Expertise von akademisch gebildeten Technikern in der Anwendung von Mathematik wie an Österreichs HTLs? In welcher FH oder TU wird dem Studenten in der Aufbereitung und Verständlichkeit des vermittelten Stoffes soweit entgegengekommen wie an einer HTL? Zwischen welchen akademischen Instituten hat die fachübergreifende Zusammenarbeit in der Lehre ähnlich gute Voraussetzungen wie die Zusammenarbeit zwischen Lehrern an einer HTL?

Der weiteren Entwicklung von ISAC lässt sich derzeit nichts Besseres wünschen, als in dieser ‚Entwicklungsumgebung‘ fortzufahren.