Schlussbericht des Projektpartners Institut für Maschinenelemente und Konstruktionstechnik der Fakultät für Maschinenbau der TU Ilmenau (IMK1, IMK2) über die Phase der Laufzeitverlängerung des Vorhabens

Netzbasiertes Management von Konstruktionswissen und multimediale Vermittlung innerhalb einer internetgestützten Lernumgebung

(Kurztitel: Pro-Teach-Net)

Autoren: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Günter Höhne,
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Hans-Jürgen Schorcht,
Dipl.-Ing. Veit Henkel,
Dipl.-Betriebswirtin (FH) Brigitte Schenke

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen **01NM305B** gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

1. Aufgabenstellung, Ziele

Kern des Projektes war die Schaffung eines Ausbildungsnetzwerkes für das Fach Produktentwicklung (Konstruktionslehre, Konstruktionsmethodik, Maschinenelemente, Technisches Zeichnen, CAx, virtuelle Produktentwicklung).

Besonderes Anliegen war es dabei, ein multimediales, internetbasiertes Lernsystem aufzubauen, für das die Lehrinhalte nicht starr festgelegt, sondern flexibel dem Bildungsbedarf und Wissensfortschritt anpassbar sind.

Das Konzept sah für die Lehrinhalte eine modulare Struktur vor, die es erlaubt, Inhalte auf eine unkomplizierte Art auszutauschen und auf den neuesten Stand zu bringen. Hierbei war auch das Erfahrungswissen einzelner Personen, welches meist unstrukturiert vorlag und damit nicht direkt verfügbar war, in die Lernumgebung einzubeziehen.

Die Wissensvermittlung sollte durch handlungsorientiertes Lernen unterstützt werden. Sowohl dem einzelnen Studierenden als auch Arbeitsgruppen an unterschiedlichen Orten sollen die Möglichkeiten kooperativen Lernens in Form gemeinsamer, teamorientierter Aufgabenbearbeitung zur Produktentwicklung ermöglicht werden. Die im Internet verfügbaren, computergestützten Lernmodule, nachfolgend als Module bezeichnet, müssen auch die Möglichkeiten des Computer Supported Cooperative Work (CSCW) enthalten.

Das Institut für Maschinenelemente und Konstruktion (Projektpartner *IMK1* und *IMK2*) der TU Ilmenau übernahm im Verbund mit den anderen Projektpartnern die Aufgaben:

- Erarbeiten von Drehbüchern und deren informationstechnische Umsetzung für die im Projektteam abgestimmten Lernmodule mit folgenden Schwerpunkten:
    - Darstellende Geometrie
    - Grundlagen der Gestaltung
    - Federn
    - Kupplungen
    - Bremsen
    - Planen, Konzipieren (im Konstruktionsprozess)
    - Entwerfen und Ausarbeiten (im Konstruktionsprozess)

  und
- Durchführung universitätsübergreifender Projekte zur gemeinsamen Bearbeitung von Konstruktionsaufgaben an verteilten Standorten.

2. Voraussetzungen für das Vorhaben

Das Team des Projektpartners IMK verfügt über langjährige Erfahrungen in der Konstruktionslehre und nutzte Elemente multimedialer Darstellungen in der Ausbildung bereits 10 Jahre vor Projektbeginn zur Veranschaulichung komplexer konstruktiver Zusammenhänge sowie in der CAD-Ausbildung.

Seit 1998 werden im Verbund mit der FSU Jena die Vorlesungen der obligatorischen Lehrveranstaltung „Werkstofforientierte Konstruktion“ im Teleteaching mit einem Umfang von 2 SWS über zwei Semester durchgeführt.

Die rechentechnische Grundausstattung (Hard- und Software) einschließlich der erforderlichen Netzanbindung innerhalb der TU Ilmenau sowie zum Internet stehen zur Verfügung.

Die fachliche Kompetenz für die gesamte Breite der Modul-Inhalte war durch das Konsortium gegeben, das sich zusammensetzt aus dem Bremer Institut für Konstruktionstechnik (BIK) der Universität Bremen, verantwortlich für die Projektleitung; dem Institut für Konstruktionstechnik (IFK) der Universität Rostock, dem Lehrstuhl für Maschinenbauinformatik (LMI) der Universität Magdeburg, dem Institut für Rechneranwendungen in Planung und Konstruktion (RPK) der Universität Karlsruhe, dem Institut für Maschinenelemente und Konstruktion (IMK) der TU Ilmenau und dem Fachbereich Maschinenbau der FH Gelsenkirchen.

3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Vom 1. März 2001 bis zum 31. Dezember 2003 wurde das gleichnamige Projekt Pro-Teach-Net mit dem FKZ 01NM114B bearbeitet. Das Projektende wurde auf Antrag kostenneutral um 6 Monate verschoben. Die inhaltlichen Ziele haben sich gegenüber dem vorherigen Projekt nicht verändert.

Nachfolgend wird aus Gründen der Unterscheidbarkeit der Projektzeitraum 1. März 2001 bis zum 31. Dezember 2003 als Projekt *Pro-Teach-Net-1* und der Projektzeitraum vom 1. Januar 2004 bis 30. Juni 2004 als Projekt *Pro-Teach-Net-2* bezeichnet.

Zum Konsortium gehörten im Projekt Pro-Teach-Net-2 wie auch schon im Projekt Pro-Teach-Net-1 die sechs im Kapitel 2 genannten Institute. Die zwischen den Projektpartnern entsprechend den vorgegebenen Richtlinien des BMBF im Projekt Pro-Teach-Net-1 geschlossene Kooperationsvereinbarung über die Zusammenarbeit und die gegenseitigen Rechte und Pflichten hat über die Projektlaufzeit hinaus und somit auch für das Projekt Pro-Teach-Net-2 Gültigkeit.

Hauptergebnisse beider Projekte wurden erfolgreich am 18. Juni 2004 in Bremen zum Abschlussworkshop „Multimedia in der Ingenieurausbildung“ vorgestellt. Der Workshop diente außerdem zur Abstimmung abschließender Arbeiten.

Innerhalb des Projektteams IMK fanden regelmäßige Beratungen statt. Der Schwerpunkt der Arbeiten des Projektpartners IMK1/IMK2 lag im Projekt Pro-Teach-Net-2 auf der Vervollständigung, Evaluierung, Verbesserung und Fehlerkorrektur der im Projekt Pro-Teach-Net-1 konzipierten, produzierten und bereitgestellten internetfähigen Lernmodule. Die inhaltlichen Schwerpunkte wurden in Kapitel 1 aufgeführt.

Bereits im Projekt Pro-Teach-Net-1 wurde unter Berücksichtigung der Curricula und entsprechend dem jeweiligen Wissenschaftsprofil der beteiligten Institute der Umfang der Lehrinhalte abgeschätzt und eine Aufteilung auf die in Tabelle 1 aufgeführten Module vorgenommen.

Die Projektpartner IMK1 und IMK2 übernahmen die Verantwortung für die Module B *Gestaltungslehre* und F *Konstruktionsmethodik*. Darüber hinaus waren IMK1 und IMK2 an weiteren in Tabelle1 durch ‚X’ gekennzeichneten Modulen beteiligt.

Tabelle 1: Zuständigkeiten der Projektpartner für die Module

Federführer		LMI	IMK-1	IFK-2	IFK-2	BIK	IMK-1	LMI	RPK	BIK
		A	B	C	D	E	F	H	J	G
Module		CAD und technische Darstellungslehre	Grundlagen der Gestaltung	Bauteilfestigkeit	Maschinenelemente	Gestaltungsübungen, Aufgabensammlung	Konstruktionsmethodik	Projekte zur virtuellen Produktentwicklung	Industrielle Produktentwicklungsprozesse	Vertiefende C-Techniken
Beteiligte Institute	**BIK** Bremer Institut für Konstruktionstechnik, Universität Bremen	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	RPK Institut für Rechneranwendung in Planung und Konstruktion, Universität Karlsruhe	X				X	X	X	X	X
	IMK-1 Institut für Maschinenelemente u. Konstruktion, FG Konstruktionstechnik, TU Ilmenau		X			X	X	X	X	
	IMK-2 Institut für Maschinenelemente u. Konstruktion, FG Maschinenelemente, TU Ilmenau	X		X	X	X			X	
	IFK-1 Institut für Konstruktionstechnik, Universität Rostock					X	X	X	X	X
	IFK-2 Institut für Konstruktionstechnik, Universität Rostock			X	X	X				
	LMI Lehrstuhl für Maschinenbauinformatik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	X					X	X	X	X

Die festgelegten Inhalte wurden detailliert in Form von Drehbüchern fixiert.
Auf deren Basis erfolgte die informationstechnische Umsetzung in internetkonforme Lernmodule, die in die Lernumgebung *WebCT* integriert wurden.

Für die Darstellung der Inhalte wurden folgende Dateiformate verwendet:

- *HTML* für Texte
- *GIF* und *JPEG* für Bilder, Grafiken und Zeichnungen
- *MPEG* und *SWF* (Macromedia-Flash) für Video- bzw. Animationen
- *MP3* für Audiodateien

Die Module wurden im Projektzeitraum zum Selbststudium im regulären Lehrbetrieb angeboten und evaluiert.

Aus der Befragung von Studierenden und Lehrkräften wurden Erkenntnisse gewonnen, die unmittelbar in die Überarbeitung und Korrektur der Lernmodule einflossen.

4. Wissenschaftlich-technischer Stand

In den letzten Jahren haben in den industriellen Produktentwicklungsprozessen starke Veränderungen stattgefunden. Diese sind begründet

- durch eine rasante Entwicklung in der Informationstechnik, die neue Fertigkeiten und den Umgang mit neuen Systemen und Arbeitsformen erfordern;
- durch die verstärkte Notwendigkeit der Berücksichtigung von Umweltaspekten, gesetzlichen Rahmenbedingungen und Kundenwünschen sowie
- durch den erhöhten Kosten- und Termindruck infolge zunehmender Globalisierung.

Produktentwicklung oder Konstruktion ist mehr und mehr als interdisziplinäre Tätigkeit zwischen unterschiedlichen Fachgebieten oder Abteilungen zu verstehen („concurrent engineering“).

Die Nutzung der neuen Medien wie Internet oder CSCW (Computer Supported Cooperative Work) bringt wesentliche Veränderungen mit sich, die neue Formen der Zusammenarbeit im Team ermöglichen, die von zukünftigen Produktentwicklern beherrscht werden müssen. Damit verbunden sind starke Auswirkungen auf die universitäre Lehre, von der nicht nur veränderte Lehrinhalte, sondern auch neue, wesentlich flexiblere Formen der Wissensvermittlung unter Nutzung des Internets und verwandter Applikationen erwartet werden.

Zu Beginn des Projektes stand der Einsatz neuer Medien in der universitären Lehre in diesem Bereich noch am Anfang seiner Entwicklung, obwohl gerade in der Produktentwicklung vielfältige informationstechnische Werkzeuge und Hilfsmittel eingesetzt werden. Abgesehen vom Einsatz von Software-Systemen wie CAD, FEM, EDM/PDM etc. lagen nur wenige multimediale Bausteine für die Konstruktionslehre vor.

So gab es beispielsweise an der TU Dresden, Institut für Maschinenelemente und Maschinenkonstruktion eine Lernumgebung CAD/CAM mit dem Ziel, den prinzipiellen Ablauf einer Produktentwicklung von der Aufgabenstellung bis zur Fertigung anhand eines einfachen Beispiels zu beschreiben. Im Bremer Institut für Konstruktionstechnik wurden Systeme zum Lernen von bzw. Arbeiten mit Methoden des Qualitätsmanagement (QFD, FMEA, FTA) für die Produktentwicklung entwickelt. An der TU Ilmenau, Fakultät für Maschinenbau, Fachgebiet Konstruktionstechnik wurde an einer Lernumgebung gearbeitet, die die unterschiedlichen Möglichkeiten der Präsentation und Kommunikation multimedialer Systeme zu nutzen versucht. Auf dem Markt existierten darüber hinaus einige CBT-Programme zu Einzelthemen aus dem Bereich „Produktentwicklung/Konstruktion“. Diese waren jedoch aufgrund der Heterogenität in ihrer Gestaltung für eine Einbindung in die Lehre oftmals ungeeignet.

Als Grundlage bei der Gestaltung der Module dienten einschlägige Fachliteratur [1] – [4], die Erfahrungen der Projektpartner aus vorangegangenen Projekten und die Kooperation mit ähnlichen Projekten (siehe Abschnitt 5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen).

[1] Schulmeister, R.: „Virtuelle Universität - Virtuelles Lernen“, Oldenbourg, 2001, ISBN: 3486257420
[2] Niegemann, H. M.: „Neue Lernmedien - Konzipieren, entwickeln, einsetzen“, Hans Huber Verlag, Bern, Göttingen, 2001, ISBN 3-456-83448-9
[3] Schulmeister, R.: „Lernplattformen für das virtuelle Lernen“, Oldenbourg, 2003, ISBN: 3486272500
[4] Baumgartner, P., Häfele, H., Maier-Häfele, K: „Auswahl von Lernplattformen“, Studienverlag, 2002, ISBN: 370651771X

5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Zwischen dem IMK und den Bearbeitern ähnlich ausgerichteter Projekte, wie z. B. dem Projekt mile (Multimedia Learning Environments – gefördert vom BMBF), bestehen enge Kontakte, die in ständiger Kommunikation, regelmäßigen Treffen und Workshops zum Erfahrungsaustausch und zur Weiterbildung ihren Niederschlag finden. Unterstützt wurde das Projekt auch von Mitarbeitern des in Gründung befindlichen E-Learning-Kompetenzzentrums der TU Ilmenau sowie dem Fachgebiet

Medienproduktion, das bei der Evaluation der Lernmodule beratend mitwirkte.

Gemeinsam mit Mitarbeitern des an der TU Ilmenau und der FSU Jena stattfindenden berufsbegleitenden Weiterbildungsstudiums *Innovative Produktentwicklung im Maschinen- und Gerätebau* werden geeignete Lernmodule aus Pro-Teach-Net zusammengestellt und den Teilnehmern des Weiterbildungsstudiums zum Selbststudium angeboten.

Dem *Bildungsportal Thüringen*, das vom Thüringer Kultusministerium gefördert wird und dessen Ziel es ist, Bildungsinhalte Thüringer Bildungseinrichtungen (Universitäten, Hoch- und Fachschulen sowie privater Bildungsanbieter und Schulungsunternehmen) zu bündeln und von einer zentralen Stelle aus zu vermitteln, wurden ausgewählte Lernmodule aus Pro-Teach-Net zur Verfügung gestellt.

Der Projektpartner IMK1 unterhält internationale Kooperationsbeziehungen mit der HUT (Helsinki University of Technologie) in Finnland und der ETH-Zürich in der Schweiz. Darüber hinaus bestehen Kontakte zur UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina) in Florianópolis - Brasilien, dem IST Lissabon Portugal, der KUT (Kaunas University of Technology) in Litauen und der Universität Niš in Serbien, die ebenfalls an der Entwicklung multimedial unterstützter Lehrmaterialien arbeiten.

Durch die Zusammenarbeit mit den oben genannten Partnern konnten wertvolle Erfahrungen und Erkenntnisse in das Projekt einfließen. Die Kooperationen werden auch über das Projektende hinaus fortgesetzt und vertieft.

6. Ergebnisse

Mit Abschluss des Projektes liegen als Ergebnisse die erarbeiteten Lernmodule zum Einsatz in der Aus- und Weiterbildung und umfangreiche Erfahrungen und Erkenntnisse bei der Aufbereitung des Stoffes und seiner Umsetzung in multimediale Präsentationsformen sowie in der Durchführung gemeinsamer Konstruktionsprojekte an verteilten Standorten via Internet vor.

6.1 Module des Projektpartners IMK1/IMK2

Im Projekt Pro-Teach-Net-2 wurden die vom Projektpartner IMK1/IMK2 im Projekt Pro-Teach-Net-1 entwickelten in Tabelle 2 aufgeführten Lernmodule evaluiert und überarbeitet.

Tabelle 2: Beteiligung des Projektpartners IMK1/IMK2 an der Erstellung der Lernmodule

Modul	**Titel**
A	Darstellende Geometrie (Teilmodul)
B	Grundlagen Gestaltung
D2	Maschinenelemente - Federn
D9	Maschinenelemente - Kupplungen
D10	Maschinenelemente - Bremsen
E	Übungsmodul
F1	Planen, Konzipieren
F2	Entwerfen, Ausarbeiten
H	Projekte zur virtuellen Produktentwicklung

Der Grad der Vollständigkeit und die Formen der Stoffdarbietung sind in Abhängigkeit von Inhalt, Komplexität und Ausbildungsbedarf unterschiedlich.

Die verwendeten Formen der Stoffdarbietung sind:

- statische Textseiten;
- Seiten mit eingebundenen Bildern, Grafiken, Videos oder Animationen;
- interaktive Seiten und
- Seiten, deren Inhalt sich schrittweise zu einer gesprochenen Erläuterung aufbaut, in Anlehnung an reale Präsenz-Vorlesungen.

Komplettierung und Erweiterung interaktiver und medialer Anteile erfolgen kontinuierlich im Zusammenhang mit der Nutzung der Lernmodule.

6.2 Erkenntnisse aus dem Einsatz der Lernmodule

Die technische Ausstattung von Konstrukteur-Arbeitsplätzen bietet heutzutage leistungsfähige Rechentechnik, Internetzugang und Verfügbarkeit von Ingenieurwerkzeugen wie CAD-Systeme, Simulations- und Berechnungstools. Sie eignet sich damit hervorragend als Grundlage für die Weiterbildung am Arbeitsplatz (Bild 1). Ein Bildungsanbieter kann dann die erforderlichen Erweiterungen zu einer Lernumgebung, wie Lehrserver mit Online-Plattform, Kommunikations- und Collaboration-Tools sowie die aufbereiteten Bildungsangebote, z. B. auf Grundlage der Pro-Teach-Net-Module, bereitstellen.

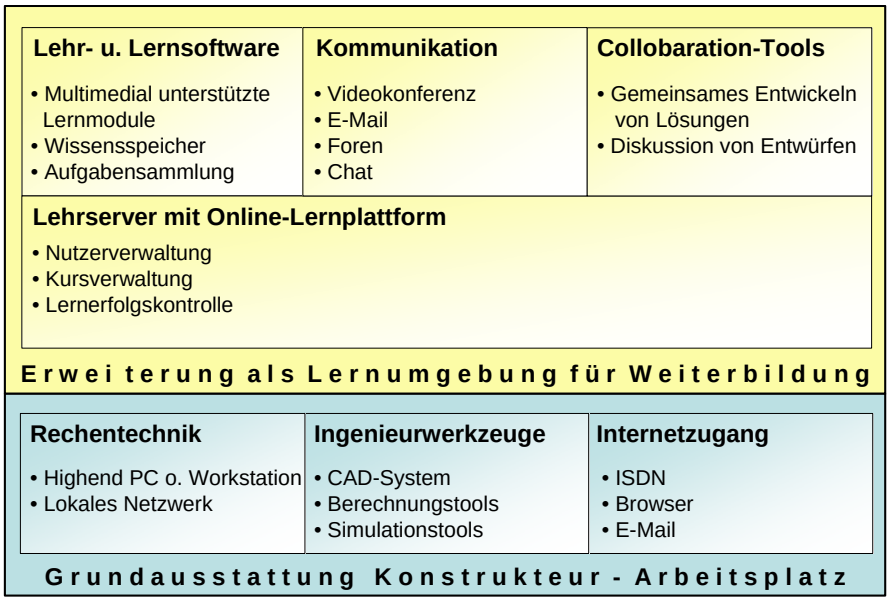

Bild 1: Erweiterung eines Konstrukteur-Arbeitsplatzes zu einer Online-Lernumgebung

6.3 Gemeinsame Konstruktionsprojekte via Internet

Als Modul H „Projekte zur Virtuellen Produktentwicklung“ wurde mit der Lernumgebung *WebCT*, dem Videokonferenztool *Marratech* und dem Collaboration-Tool *CoCreate-OneSpace* eine Arbeitsumgebung bereitgestellt (Bild 2), die eine gemeinsame Bearbeitung einer Konstruktionsaufgabe an verteilten Standorten via Internet erlaubt.

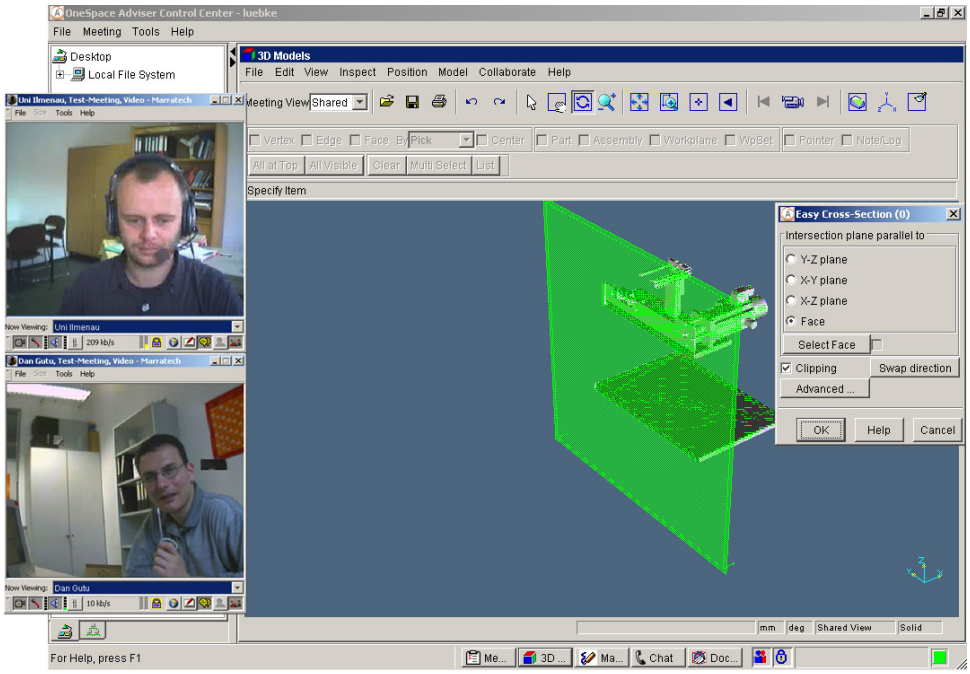

Bild 2: Arbeitsumgebung für gemeinsames Konstruktionsprojekt

Bereits im Projekt Pro-Teach-Net-1 wurden zwei Konstruktionsprojekte durchgeführt, in denen Studierende der am Vorhaben beteiligten Universitäten gemeinsam Konstruktionsaufgaben bearbeiteten.

Die Ziele dieser Konstruktionsprojekte bestanden in:

- der Anwendung von 3D-CAD-Systemen
- dem Sammeln praktischer Erfahrungen mit dem notwendigen Datenaustausch
- der methodischen Lösung von Entwicklungsaufgaben in verteilter Umgebung
- der Kommunikation zwischen den Entwicklungsteams
- dem Sammeln von Erfahrungen bei der Betreuung derartiger Projekte
- der Ermittlung des Betreuungsaufwandes

Während des Abschlussworkshops „Multimedia in der Ingenieurausbildung“ am 18. Juni 2004 in Bremen wurde eine weitere Konstruktionsaufgabe bearbeitet und präsentiert.

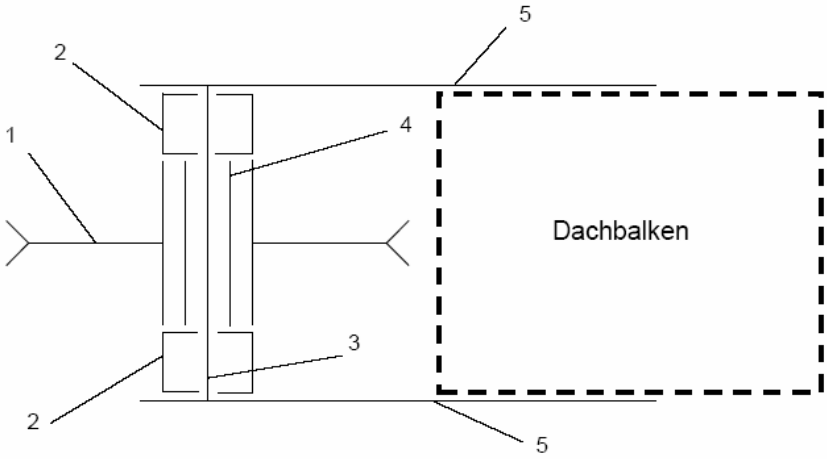

Bild 3: In der Aufgabenstellung gegebene Prinzipskizze der Seilrolle

Die Aufgabe wurde vom Projektpartner Bremen (BIK) gestellt. Als Aufgabe stand die Entwicklung und Dimensionierung einer Umlenkrolle (Bild 3) eines Lastenaufzugs, wie er noch heute in der alten Speicherstadt im Hamburger Hafen Verwendung findet. Dabei waren die gegebenen Rahmenbedingungen zu berücksichtigen.

Die Teams an jedem Standort bestanden jeweils aus mehreren Studierenden. Aus jedem Team wurde ein Teamleiter bestimmt, der für die Arbeiten des jeweiligen Teams verantwortlich und gleichzeitig Ansprechpartner für den in Bremen beim Abschlussworkshop befindlichen Projektleiter war.

Zur Lösung der Aufgabe wurden zunächst gemeinsam die Anforderungen an die zu konstruierende Baugruppe herausgearbeitet. Auf deren Basis wurden mehrere technische Prinzipe entwickelt, die dann zur Lösungsfindung per Videokonferenz, Internet-Chat und Collaboration-Tool gemeinsam diskutiert und bewertet wurden.

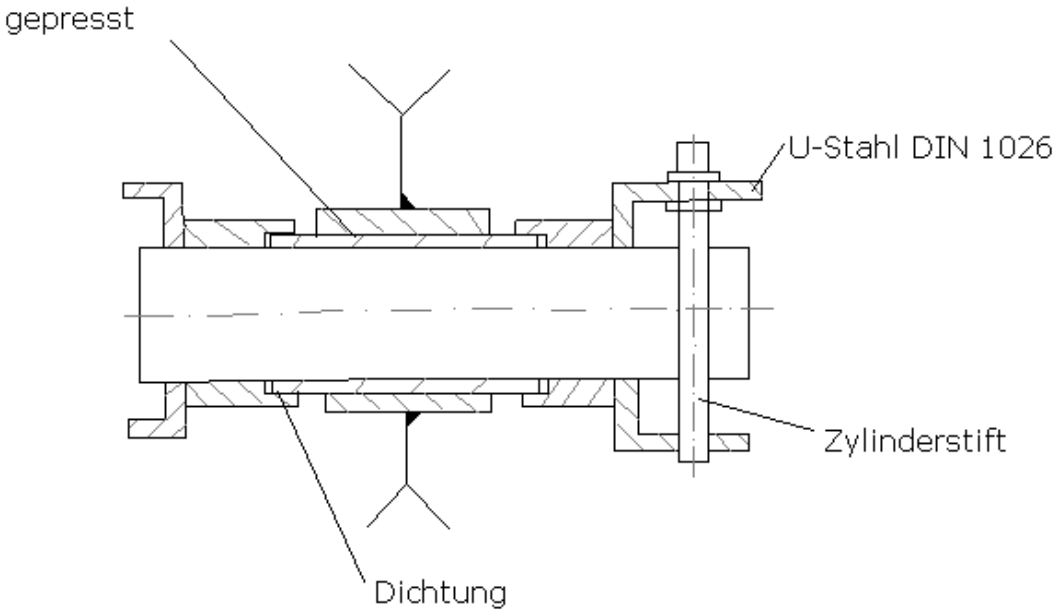

Bild 4: Vom Projektpartner IMK1 entwickeltes technisches Prinzip

Gemeinsam wurde ein technisches Prinzip ausgewählt, dass in einzelne Bauteile bzw. Baugruppen zerlegt auf die einzelnen Teams aufgeteilt und im weiteren Verlauf gemeinsam konstruiert wurde.

Die gestellte Konstruktionsaufgabe wurde innerhalb der durch die Dauer des Workshops vorgegebenen Zeit erfolgreich bearbeitet und gelöst.

Die Teilnehmer des Abschlussworkshops in Bremen konnten parallel zu den Vorträgen die Fortschritte des Konstruktionsprojektes auf einer Leinwand verfolgen.

Als Ergebnis wurden wichtige Erfahrungen für die Durchführung universitätsübergreifender Projekte bezüglich Aufgabenumfang, Terminplan und Betreuungsaufwand gesammelt. Die verwendete Arbeitsumgebung hat sich im Grundsatz bewährt und wurde von den Studierenden akzeptiert. Verbesserungswürdig ist die Vorbereitung in Bezug auf die Terminabsprache und die detaillierte Ausarbeitung von Zielvorgaben für Zwischenergebnisse. Die Anzahl der Teilnehmer sollte überschaubar bleiben.

Aus den durchgeführten Konstruktionsprojekten kann geschlussfolgert werden, dass:

- mit der bereitgestellten Arbeitsumgebung (WebCT, CoCreate, Marratech) komplexe Entwicklungsaufgaben in verteilter Umgebung erfolgreich gelöst werden können,
- ein persönliches Treffen der Beteiligten zu Projektbeginn ein wichtiger Motivationsfaktor ist,
- der Erfolg solcher Projekte stark von einer detaillierten Vorbereitung abhängig ist und
- die Betreuung flexibler und effizienter gestaltet werden kann als bei herkömmlichen, ausschließlich an einem Ort stattfindenden Konstruktionsprojekten.

7. Nutzen, Verwertbarkeit des Ergebnisses

Die im Projekt erstellten Module wurden bereits während der Projektlaufzeit in Teilen genutzt. Sie werden auch zukünftig zum Selbststudium und in modifizierter Form in Vorlesungen eingesetzt. Im Direktstudium kommen insbesondere die Module zu Maschinenelementen und zur Gestaltungslehre zum Einsatz in den Studiengängen:

- Maschinenbau
- Werkstoffwissenschaften
- Mechatronik
- Wirtschaftsingenieurwesen
- Informatik
- Lehramtsanwärter
- Medientechnologie

Von besonderer Bedeutung sind die Module für die Teleteaching-Lehrveranstaltung im Studiengang *Werkstoffwissenschaften*, die im Verbund mit der Friedrich-Schiller-Universität Jena durchgeführt wird. Aufgrund der Gegebenheiten des Teleteachings müssen alle Lehrmaterialien in elektronischer Form vorliegen.

Inhaltlich geeignete Module werden darüber hinaus im berufsbegleitenden Weiterbildungsstudium *Innovative Produktentwicklung im Maschinen- und Gerätebau* eingesetzt. Dieses Weiterbildungsstudium wird gemeinsam mit der Friedrich-Schiller-Universität Jena durchgeführt.

Ausgewählte Teilmodule kommen in modifizierter Form (u. a. in englischer oder portugiesischer Version) in SOKRATES/Erasmus-Projekten bei folgenden Partnern zum Einsatz:

- HUT Helsinki / Finnland
- NUT Trondheim / Finnland
- IST Lissabon / Portugal
- UFSC Florianópolis / UFMG Belo Horizonte, UFBA Salvador / Brasilien
- KTU Kaunas / Litauen

Weiterhin wurden die Module dem vom Thüringer Kultusministerium geförderten Projekt *Bildungsportal Thüringen* zur Verfügung gestellt, wodurch sie zusammen mit den Angeboten anderer Thüringer Bildungsanbieter für potenzielle Studierende recherchierbar und zugänglich gemacht wurden.

Ausgewählte Inhalte dienen als Grundlage für einen geplanten Brückenkurs, mit dem Ziel, Bildungsdefizite der Studienanfänger im Maschinenbaustudium auszugleichen.

Langfristig wurde gemeinsam mit den anderen Projektpartnern eine Vereinbarung zur weiteren gemeinsamen Nutzung und Pflege der erstellten Lehrinhalte getroffen. Dies wird unter anderem im Rahmen der *Wissenschaftlichen Gesellschaft für Maschinenelemente, Konstruktionstechnik und Produktentwicklung e.V. (WGMK)* sowie des *Arbeitskreises Lehre Maschinenelemente (akme)* erfolgen.

Eine kommerzielle Nutzung gemeinsam mit der Firma *TEDATA* wird angestrebt. Entsprechende Verhandlungen haben stattgefunden und werden im Zusammenhang mit dem Projektabschluss weitergeführt. In diesem Zusammenhang wurde ein Projektantrag *Q-4-Teach-Ing, Bildungsnetzwerk für integrierte Produktentwicklung* beim BMBF eingereicht.

8. Fortschritt bei anderen Stellen während des Projektes

Bereits während der Projektlaufzeit von Pro-Teach-Net-1 konnte eine explosionsartige Zunahme von Entwicklungen im Bereich des multimedialen Lernens unter Einbeziehung moderner Informations- und Kommunikationstechnologien verzeichnet werden.

Im Bereich Produktentwicklung gab es einige kleinere Projekte, die Pro-Teach-Net inhaltlich berühren. Dazu gehören das Projekt *Multimediale Lehr- und Lernumgebung Maschinenwesen* der Fakultät für Maschinenwesen der TU Dresden, das Lernprogramm zu Form- und Lagetoleranzen der Fakultät Maschinenbau der TU Chemnitz, die Lernprogramme zur Konstruktionslehre des Instituts für Maschinenelemente und Maschinenkonstruktion der TU Dresden, das Projekt *pro-norm.de* der Professur für Normenwesen und Maschinenzeichnen der Universität der Bundeswehr Hamburg und das Projekt *Product Innov@tion* der ETH Zürich in der Schweiz.

Es gab jedoch kein in Umfang und Zielsetzung zu Pro-Teach-Net vergleichbares Projekt.

Darüber hinaus gab es weitere Projekte aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften, die besonders im Grundstudium als Ergänzung zu Pro-Teach-Net zu sehen sind. Dazu gehören beispielsweise Teilprojekte zu den Grundlagen der Elektrotechnik und zur technischen Mechanik des Verbundprojektes *mile*, das vom FG Grundlagen der Elektrotechnik der TU Ilmenau geleitet wurde sowie das Projekt *SANE* des Instituts für Theoretische und Technische Informatik der TU Ilmenau, das sich mit Grundlagen digitaler Schaltungen beschäftigt.

9. Veröffentlichungen

Die Ergebnisse des Projektes konnten zum Abschlussworkshop *Multimedia in der Ingenieurausbildung* in Bremen, auf dem jährlich in Ilmenau stattfindenden Workshop *Multimedia für Bildung und Wirtschaft*, auf dem akme-Workshop in Lichtental, zum HWP-Workshop in Weimar, zur InetBib-Tagung in Bonn sowie zur NordDesign2004 in Finnland präsentiert werden. Die gezeigten Ergebnisse wurden mit großem Interesse aufgenommen.

Darüber hinaus wurden Ergebnisse des Projektes im *European Journal of Engineering Education* veröffentlicht.

<u>Liste der Veröffentlichungen im Rahmen des Projektes Pro-Teach-Net-2:</u>

Höhne, G.; Henkel, V.: Application of multimedia in engineering design education, European Journal of Engineering Education (EJEE), Vol. 29, No. 1, 2004, pp 87-96, Verlag Taylor & Francis, Oxon (UK), ISSN 0304-3797.

Schorcht, H.-J.; Höhne, G.; Henkel, V.: Multimedia-Einsatz in der Konstruktionsausbildung an der TU Ilmenau - Arbeiten, Ergebnisse und Erfahrungen, AKME-Workshop, Lichtental, 2004

Höhne, G.; Müller, H. D.; Klöcker, S.; Henkel, V.; Decker, A.: Computer-supported Design Education for Lifelong Learning for Innovative Product Development, NordDesign 2004, Tampere, Finnland, 2004

Schorcht, H.-J.; Höhne, G.; Henkel, V.; Schenke, B.; Tolkemit, B.: Multimedia – Einsatz am Institut für Maschinenelemente und Konstruktion der Fakultät für Maschinenbau Projekte, Ergebnisse und Erfahrungen, Universitätsinterner Workshop der TU Ilmenau, Ilmenau, 2004

Höhne, G.; Schorcht, H.-J.; Henkel, V.; Lübeck, T.; Schenke, B.: Schlussbericht des Projektpartners Institut für Maschinenelemente und Konstruktionstechnik der Fakultät für Maschinenbau der TU Ilmenau (IMK1, IMK2) zum Vorhaben Netzbasiertes Management von Konstruktionswissen und multimediale Vermittlung innerhalb einer internetgestützten Lernumgebung (Kurztitel: Pro-Teach-Net), FKZ: 01NM114B, Ilmenau, 2004

Höhne, G.; Henkel, V.: Audiovisuelle Online Lehrmaterialien für Pro-Teach-Net, Pro-Teach-Net-Abschlussworkshop „Multimedia in der Ingenieurausbildung“, Bremen, 2004

Höhne, G.; Schenke, B.: Optimieren des Teleteaching im Studiengang Werkstoffwissenschaften, HWP-Workshop, Weimar, 2004

Hennecke, P.; Höhne, G.; Schenke, B.: Am Anfang stand die Televorlesung - Erfahrungen beim Einsatz Neuer Medien im Thüringer Verbundstudiengang Werkstoffwissenschaft, 8. InetBib-Tagung, Bonn, 2004