

Universität Siegen  
Fachbereich Elektrotechnik und Informatik

Dissertation

# **Innovative Softwareunterstützung für die Wissensvermittlung in Ingenieurwissenschaften**

Dipl.-Inform. Andreas Priebe

04. März 2004

1. Gutachter: Prof. Dr. Rainer Brück
2. Gutachter: Prof. Dr. Wolfgang Merzenich

urn:nbn:de:hbz:467-555



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Überblick</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Problematik</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Lösungskonzept</b>	<b>9</b>
3.1	Angepasste Medienauswahl / Präsentation . . . . .	9
3.2	Benutzermodell . . . . .	10
3.3	Benutzerfreundlichkeit / Zeitaufwand . . . . .	12
3.4	Low-Cost-System . . . . .	14
3.5	Niedrige Eingangsvoraussetzungen . . . . .	15
3.6	Eckpunkte . . . . .	17
<b>4</b>	<b>Tools und Formate</b>	<b>19</b>
4.1	Autorensoftware . . . . .	20
4.1.1	Macromedia Director . . . . .	20
4.1.2	Macromedia Authorware . . . . .	23
4.2	„Internet-Formate“ . . . . .	25
4.2.1	HTML . . . . .	25
4.2.2	XML . . . . .	26
4.2.3	MPEG . . . . .	26
4.2.4	PDF . . . . .	27
4.2.5	Macromedia Flash . . . . .	28
4.3	Serversoftware . . . . .	30
4.3.1	Lotus Domino / Learningspace . . . . .	30
4.3.2	Hyperwave Information Server . . . . .	31
4.3.3	Apache . . . . .	33
4.4	Ergebnis . . . . .	33
<b>5</b>	<b>Implementierung</b>	<b>35</b>
5.1	Systemaufbau . . . . .	35
5.1.1	Hyperwave Information Server . . . . .	35

5.1.2	CoBrow	37
5.1.3	Mail-Server	37
5.1.4	Hyperwave-Tools	38
5.2	Funktionen / Oberflächen	40
5.2.1	Allgemeine Funktionen	40
5.2.2	Funktionen für Benutzer	44
5.2.3	Unterstützung für Autoren	54
5.2.4	Unterstützung für Tutoren	66
5.2.5	Unterstützung für Administratoren	68
<b>6</b>	<b>Evaluierungen</b>	<b>73</b>
6.1	Untersuchung der Benutzer-Oberfläche durch Studenten	73
6.2	Evaluierung im Rahmen des TRANSTEC-Projektes	75
6.3	Untersuchung der neu entwickelten Autoren-Oberfläche	76
6.4	Vergleich mit anderen Tools	77
6.4.1	Kriterienkatalog	78
6.4.2	Untersuchte Produkte	79
6.4.3	Tabellarische Übersicht	84
6.4.4	Bewertung	87
6.5	Peer Review	88
6.6	EuroTraining Quality Label	89
<b>7</b>	<b>Fazit</b>	<b>91</b>
7.1	Rückblick	91
7.2	Ausblick	92
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>93</b>

# 1 Überblick

Die Vermittlung von Wissen in Ingenieurwissenschaften birgt verschiedene Schwierigkeiten in sich. Speziell innovative Forschungs- und Arbeitsgebiete wie die Mikrotechnik haben z. B. Probleme damit, aktuelle Forschungsergebnisse zeitnah verfügbar zu machen. Bis (Lehr-)Bücher solche Inhalte aufgenommen haben, können sie teilweise schon veraltet sein. CBT-Tools herkömmlicher Art, die u. U. deutlich aktueller am Markt verfügbar sein könnten, haben trotzdem nur wenig Verbreitung gefunden. Ihre Verwendung ist in vielen Fällen zu komplex, unflexibel oder zu teuer, ihre Art der Präsentation für Ingenieure oft wenig ansprechend. Es muss daher innovativen Forschungsgebieten auch ein innovatives Konzept zur Verfügung gestellt werden, das den besonderen Anforderungen etwa an Geschwindigkeit, Zeit- oder Ortsunabhängigkeit gerecht wird.

Mit dieser Arbeit wird ein solches innovatives Konzept vorgestellt. Basis ist die Nutzung verschiedener Medien, je nach Zielsetzung. Verwendet werden klassische Druckmedien wie das Buch [BRS01] oder explizit zum Ausdruck vorgesehene Dokumente, die CD-ROM (in [BRS01] enthalten) für statische große Mediendateien wie z. B. Filme und Animationen und ein Web-basiertes Softwaresystem, das Benutzern in ihrem Browser Informationen anbietet. Alle Medien sind eng miteinander verzahnt und referenzieren sich gegenseitig. Das im Rahmen dieser Arbeit implementierte softwaretechnische System ist daher keine Wissensdatenbank im klassischen Sinne und auch kein reines eLearning-Tool. Es repräsentiert vielmehr einen neuen Typ von Arbeitsumgebung, die den speziellen Anforderungen der Ingenieur-Wissenschaften angepasst ist und mit Standard-Tools so nicht realisierbar wäre.

Zunächst wird untersucht, welche Arten von Inhalten und Benutzern unter den genannten Bedingungen zu berücksichtigen sind, welche spezifischen Erfordernisse sich ergeben und wie man diese abdecken kann.

Besonderes Augenmerk wurde bei der Entwicklung des Konzepts darauf gelegt, dass Benutzer mit allen Systemteilen arbeiten können, ohne vorher umfangreiche IT-Kenntnisse erwerben zu müssen. Die Bedienung der ermittelten notwendigen Funktionen muss ohne langwieriges Studium von Handbüchern möglich sein.

Eine weitere wichtige Rahmenbedingung bei der Konzeption war die Ver-

fügbare der verwendeten Tools. Da das System auch an Lehrstühlen von Universitäten verwendbar sein soll, muss auf Anschaffungs- und Supportkosten geachtet werden. Kostenlos verfügbare Software bzw. Open-Source-Tools für alle rechnergestützten Aufgaben wurden, wann immer möglich, bevorzugt. Ein vor allem im universitären Bereich wichtiger Aspekt ist, dass nicht nur der Betrieb eines Systems ohne großen Aufwand möglich sein soll, sondern auch die Erstellung von zu vermittelnden Inhalten. Dazu wurden speziell unter diesem Gesichtspunkt verschiedene Werkzeuge untersucht und dann eine Auswahl getroffen.

Bei der Implementierung des Web-basierten Teils des Systems wurde Wert darauf gelegt, die „Neuerfindung des Rades“ zu vermeiden. Die Integration vorhandener, getesteter und allgemein verfügbarer Software wurde im allgemeinen der Eigenerstellung vorgezogen.

Die Realisierung wurde zunächst im Rahmen des von der EU geförderten Projektes „TRANSTEC, Internet-based Multimedia Knowledge Transfer for Innovative Engineering Technologies“ durchgeführt [TRA]. Hier handelte es sich hauptsächlich um den Einsatz im kommerziellen Umfeld, d. h., es arbeiteten im Wesentlichen Ingenieure im Berufsfeld längerfristig mit dem System. Es gab teilweise IT-Abteilungen, die Unterstützung gewähren konnten. Erstellung und Betrieb der Infrastruktur oblag den am Projekt beteiligten Informatik-Lehrstühlen.

Grundlegende Merkmale bezüglich des Einsatzes im universitären Bereich auch außerhalb der Informatik-Fachbereiche wurden hier bereits berücksichtigt, spezielle Eigenschaften wie einfache Systemverwaltung ohne expliziten Systemadministrator und Unterstützung von Autoren, die nur kurzfristig am System arbeiten, wurden im Wesentlichen anschließend eingearbeitet.

Die nachfolgenden Kapitel dokumentieren detailliert die Vorgehensweise. Die Konzeption und Implementierung unter den o.g. Rahmenbedingungen wird beschrieben, ebenso der Einfluss von Evaluierungen und Erfahrungswerten. Schließlich wird dargelegt, warum das System eine Lücke schließt, die von anderen auf dem Markt befindlichen Tools unter den genannten Bedingungen nicht gefüllt werden kann.

## 2 Problematik

In innovativen Technologiebereichen ist es erforderlich, dass sich alle beteiligten Personen ständig weiterbilden, im Beruf und auch in der Hochschulbildung. Ingenieure müssen sich auf dem Laufenden halten, welche aktuellen Forschungsergebnisse vorliegen, Hochschullehrende ihren Stoff anpassen bzw. parallele Entwicklungen beobachten können usw. Bücher eignen sich daher nur bedingt für den Wissenstransfer in diesem Bereich. Präsenzveranstaltungen zum Transfer von Wissen bringen andere Nachteile mit sich, sie sind weder zeit- noch ortsunabhängig, bedingen eine Unterbrechung des Arbeitsablaufes und verursachen nicht selten hohe Kosten. Es bietet sich daher an, auf elektronische Medien umzusteigen.

In der Vergangenheit wurden große Hoffnungen in das sogenannte Computer Based Training (CBT) gesetzt. Diese Hoffnungen wurden mehr oder minder enttäuscht. Speziell in hochtechnisierten Gebieten ist CBT kaum bis gar nicht vertreten. Das kann mehrere Ursachen haben:

- Die Erstellung von CBT-Material scheitert daran, dass Experten ihr Wissen nicht in elektronische Form bringen können. Es werden zusätzliche „Multimedia“-Experten benötigt, die vermitteln müssen.
- Die Erstellung von CBT-Material ist im Verhältnis zum zu erwartenden Absatz viel zu teuer. Eine CD für fünfstelligen Beträge, die nach kurzer Zeit veraltet ist, ist unverkäuflich.
- Viele „Multimedia-CDs“ sind Spiele-basiert. Ingenieure am Arbeitsplatz haben aber keine Zeit, sich mit der Bedienung zu befassen oder wollen ausdrücklich nicht spielen.
- Ingenieure bevorzugen kurze, aber präzise Informationen. Zu viel „Multimedia“ wird oft als störend empfunden.
- CBT ist stellenweise sehr unflexibel. Exploratives Arbeiten ist weniger gut möglich, oft können nur vorgefertigte Pfade durch die gebotenen Informationen beschritten werden. Springen innerhalb des Materials wird nicht oder nur schlecht unterstützt.

- Die Funktionen zur Orientierung sind meist nur sehr rudimentär. In den allermeisten Fällen kann der Benutzer nicht erkennen, welche Inhalte er in früheren Sitzungen bereits gesehen hat. Bei Web-basierten Angeboten kommt hinzu, dass oft nicht erkennbar ist, ob Inhalte seit dem letzten Besuch verändert wurden (bzw. nur ein pauschaler Hinweis „updated“ angebracht wurde, der nach Gutdünken des Autors gesetzt und wieder gelöscht wird).
- Das Ersetzen veralteter Informationen ist bei CD-basierter Distribution gar nicht möglich und bei Web-basierten Tools teilweise mit sehr hohem Aufwand durch notwendige Nachbearbeitungsschritte verbunden.

Man könnte nun argumentieren, dass es prinzipiell keinen oder nur sehr wenig Sinn hat, Rechner-basierte Systeme in der Aus- und Weiterbildung einzusetzen [Cub01]. Dem gegenüber steht eine Vielzahl an Publikationen, die den Einsatz von Computern in der Wissensvermittlung befürworten, etwa [Eul92, RW95, RS96a, RS96b, Sch97a, Sch97b, RZ98, Ker98, FLM00, ES01, Ker01, ACP02, BGHH02].

Auch die Nutzung von Computern und des Internet für *kooperatives* Arbeiten und Lernen wird vielfach als vorteilhaft angesehen [BBB<sup>+</sup>98, HW98, KP98, BBK<sup>+</sup>99, Mau99, BG02, JS02, Lan02].

Es gibt Vorschläge, wie man einige der genannten Nachteile für klassisches CBT durch andere Ansätze umgehen kann, etwa [CR96, Sch98, FHKR02, CK02, Wen03]. Manche Probleme lassen sich auch durch die Verwendung von (modifizierten) Web-Servern, eLearning-Tools, Wissens- oder Content-Management-Systemen [Ort00a, Ort00b, LT02, JM02, BBG<sup>+</sup>03, Mau03, GT03] vermeiden; veraltete Information zu ersetzen etwa ist dann prinzipiell problemlos möglich. Exploratives Arbeiten wird ausdrücklich unterstützt.

Andere Nachteile bestehen aber weiterhin und verhindern, dass sich solche Systeme flächendeckend durchsetzen können [Bor02]. Dies sind z. B. der Aufwand für Anschaffung und Betrieb oder die Notwendigkeit, einen Vermittler zwischen Experten und Medium zu Rate ziehen zu müssen. Knapp die Hälfte der in [BS99] vorgestellten Angebote existiert nicht mehr. Es bedarf also neuer, innovativer Wege, das Problem der Wissensvermittlung im High-Tech-Bereich anzugehen [BPS99, BOP<sup>+</sup>00, BHPP00, BHP01, BHP02]. Die Anforderungen an ein neuartiges Konzept ergeben sich teilweise aus den bereits genannten Nachteilen, teilweise aus inhaltlichen Gesichtspunkten und auch aus speziellen Vorlieben oder Vorgehensweisen der damit arbeitenden Personen.



---

Im Einzelnen sind dies:

**Angepasste Medienauswahl / Präsentation** Für die Vermittlung von Wissen in technischen Bereichen bieten sich verschiedene Medien an. Bücher oder Printmedien allgemein sind bei Ingenieuren nach wie vor als Informationsquelle sehr beliebt, Spiele-basierte CBT-Anwendungen, wie bereits erwähnt, eher nicht. Für die Verdeutlichung von Funktionsweisen technischer Vorgänge bieten sich Animationen an. Zur Einübung neu erworbener Kenntnisse können Simulationen nützlich sein.

Es muss ein Konzept gefunden werden, das — den Vorlieben entsprechend — der am geeignetsten erscheinenden Darbietungsform entgegen kommt [SS02]. Je nach Aktualität einer Information muss diese zeitnah angeboten werden können, dazu bieten sich die elektronischen Medien an. Es muss aber untersucht werden, ob das elektronische Medium auch zur Anzeige einer Information genutzt werden soll oder ob es nicht vielleicht günstiger ist, es nur zur Distribution zu nutzen und dann z. B. auf das Medium Papier zu wechseln.

**Spezielle Benutzerschnittstellen** Wenn Benutzer Informationen suchen oder zur Verfügung stellen wollen, ergeben sich Schnittstellen zum jeweils gewählten Medium. Im Falle des Buches und der CD-ROM werden sie vom herausgebenden Verlag spezifiziert und sind im allgemeinen nicht zu beeinflussen. Der Begriff Benutzerschnittstellen bezieht sich daher im Folgenden immer auf die Schnittstellen zwischen Personen und elektronischen Medien.

Es lassen sich verschiedene Rollen identifizieren, die sich anhand der durchzuführenden Aktivitäten einteilen lassen. Unterschieden werden soll zwischen Personen, die Informationen zur Verfügung stellen, Personen, die Informationen abrufen möchten, Personen, die als Ansprechpartner zur Verfügung stehen und den Personen, die für die technischen Belange des Systems zuständig sind. Für jede Rolle müssen die Aufgaben erfasst und dahingehend untersucht werden, wie sie unterstützt werden können.

**Benutzerfreundlichkeit / Zeitaufwand** Alle Aktivitäten, gleich, ob mit elektronischen oder klassischen Medien, müssen so gestaltet sein, dass sie für alle Benutzer ihren eigenen Kriterien entsprechend optimal durchführbar sind. Das bedingt gelegentlich, dass man verschiedene Lösungen für die gleiche Aufgabe anbietet. Im industriellen Umfeld darf die Bearbeitung einer Aufgabe mit einem neuen Medium oder System nicht länger

dauern als mit einem bestehenden, sonst wird das neue nicht genutzt. Dies erfordert eine intuitive Gestaltung, die eine Benutzung ohne Einarbeitung möglich macht. Allenfalls bei sehr speziellen Funktionen darf es nötig sein, Erläuterungen lesen zu müssen. Vor diesem Hintergrund erscheint es z. B. auch nicht sinnvoll, für Ingenieure am Arbeitsplatz ausgefeilte synchrone elektronische Kommunikationsformen anzubieten. Telefonate sind in jedem Fall schneller als etwa Chatforen, die Kosten spielen eine eher untergeordnete Rolle. An Universitäten hingegen spielen solche Kosten die Hauptrolle. Studenten sind eher bereit, Zeit zu investieren, um ein Medium oder System kennen zu lernen, um z. B. hohe Telefonkosten zu vermeiden. Ein anderes Problem stellt sich dahingehend, dass im Normalfall keine Vollzeitkraft für die Systembetreuung oder das Erstellen von Inhalten zur Verfügung steht. Anstehende Arbeiten müssen von Studenten im Rahmen von Studien- oder Diplomarbeiten bzw. Hilfskrafttätigkeiten oder den Dozenten selbst bewältigt werden.

**Low-Cost-System** Ein für den Einsatz im universitären Bereich außerordentlich wichtiger Punkt sind die Kosten für Anschaffung und Betrieb eines softwaretechnischen Systems. In diesem Zusammenhang muss bereits beim Aufstellen des Konzepts entschieden werden, ob benötigte Systemkomponenten selbst entwickelt werden sollen oder ob man sie sich ggf. kostenpflichtig aus externen Quellen beschafft und integriert. Dem Vorteil, einzelne Module nicht entwickeln und testen zu müssen, kann der Nachteil entgegen stehen, sie nicht vollständig den eigenen Bedürfnissen anpassen zu können. Hier müssen unter Umständen Kompromisse geschlossen werden. Ebenfalls schon beim Systemkonzept zu beeinflussen und daher zwingend zu berücksichtigen sind die Kosten für den Betrieb. Zugrunde liegende Systemkomponenten müssen so robust sein, dass ein sicherer Betrieb auf Dauer möglich ist. Die wichtigsten anfallenden Aufgaben im technischen Bereich müssen mit einer Benutzeroberfläche versehen werden, die auch von IT-Laien bedient werden kann. Ausgefallene Aufgaben oder Funktionen für Notfälle müssen ebenfalls unterstützt werden, hier darf aber von weiter gehender IT-Kenntnis der benutzenden Personen ausgegangen werden.

**Niedrige technische Eingangsvoraussetzungen** Neben den bereits erwähnten Kenntnissen im Umgang mit eventuell eingesetzten neuen Medien müssen auch technische Gegebenheiten berücksichtigt werden. Bei einfachen technischen Medien wie Videokassetten darf davon ausgegangen werden, dass diese überall nutzbar sind.

---

Bei neuen Medien hingegen sind verschiedene Aspekte zu bedenken. Zum einen dürfen die Ansprüche an die Ausstattung mit Geräten bzw. deren Leistungsfähigkeit nicht zu hoch sein. In Universitäten werden Rechnersysteme oft bis weit nach der eigentlichen Abschreibungszeit genutzt. Zum anderen kann es Probleme mit der benötigten Software auf den Geräten geben. Während es in Universitäten hier deutlich einfacher sein dürfte, benötigte Software oder Komponenten ggf. selbst zu installieren, kann dies im industriellen Umfeld sehr problematisch sein. Benutzer dürfen meist nicht selbst Software installieren, so dass Kapazitätsprobleme seitens der Systemadministration auftreten können, oder aber es ist vollständig untersagt, Veränderungen vorzunehmen. Aus Sicherheitsgründen kann hinzukommen, dass nicht alle Formen elektronischer Kommunikation zugelassen sind. Im technischen Bereich ist es sehr wahrscheinlich, dass die verwendeten Plattformen eine sehr inhomogene Menge bilden. Hier dürfte in vielen Fällen der Verwendungszweck die Auswahl bestimmt haben und nicht die Einhaltung von Standards.



## 3 Lösungskonzept

Basierend auf den im vorigen Kapitel gestellten Anforderungen wird an dieser Stelle ein generisches Konzept entwickelt, ohne auf technische Einzelheiten oder mögliche Tools einzugehen. Diese Methode aus der Softwaretechnik, erst ein Konzept ohne Berücksichtigung von Eigenheiten spezieller Programmiersprachen zu erstellen, wird hier weiter gefasst und auf alle Medien bzw. Systemkomponenten angewendet. Feinplanung und Auswahl geeigneter Komponenten folgen im Anschluss, um zu vermeiden, dass bestimmte Funktionalitäten im Vorhinein ausgeschlossen werden, weil man sie für nicht umsetzbar hält.

### 3.1 Angepasste Medienauswahl / Präsentation

Bei der Betrachtung der zu vermittelnden Inhalte ergeben sich zwei Hauptkriterien: einerseits, ob das vorliegende Material statisch oder dynamisch ist und andererseits, wie lange seine Aktualität anhalten wird. Für statische Inhalte, die längere Zeit Gültigkeit haben (z. B. Texte, Grafiken), erscheint das klassische Druckmedium Buch in diesem Kontext weiterhin ideal. Da Ingenieure Sachverhalte gerne durch Lesen aufnehmen, sollten hier die Nachteile elektronischer Medien vermieden werden. Bücher sind deutlich einfacher handhabbar; Notizen, Lesezeichen oder Springen anhand verschiedener Indexe sind wesentlich schneller zu realisieren [Pri99]. Technische Gründe für Bücher sind z. B. ermüdungsfreieres Lesen durch erheblich höheren Kontrast, wesentlich höhere Auflösung und Wegfall jeglicher Strahlung [Has95]. Auch neuere Entwicklungen wie das elektronische Papier [Sch02, Kar03] werden, wenn überhaupt, nur langfristig zu Veränderungen im Leseverhalten führen.

Aktuelle statische Inhalte wie etwa Forschungsergebnisse können, wie bereits angeführt, nicht auf diesem Wege angeboten werden. Hier muss zwangsläufig auf ein schnelles Medium wie das Internet zurückgegriffen werden. Allerdings sollte unterschieden werden, wofür die elektronischen Medien in diesem Zusammenhang genutzt werden. Aktuelle Inhalte geringen Umfangs können durchaus elektronisch verteilt und auch elektronisch angezeigt werden. Sie müssen dann allerdings in einer dem Medium angepassten Form vor-

liegen. Hauptsächlich bedeutet dies, kurze Sätze mit nur jeweils einer Information darin zu schreiben. Prinzipiell gelten für Web-Texte eher die Kriterien für Radio-Texte als die für Artikel oder Bücher, siehe hierzu auch [Web02]. Wegen der oben bereits genannten Vorteile von Papier und da das Lesen am Bildschirm in vielen Fällen bereits nach 15 Minuten zur Ermüdung der Augen führt, sollten längere Texte z. B. nicht elektronisch angezeigt werden [GH01]. Das elektronische Medium sollte hier nur der Verteilung dienen, der Inhalt speziell zum Ausdrucken aufbereitet sein.

Dynamische Inhalte wie Animationen oder Filme, die in technischen Bereichen oft viel besser zur Verdeutlichung von Sachverhalten dienen können als Texte, könnten natürlich auch auf klassischem Wege z. B. über Videokassetten verteilt werden. An dieser Stelle ergeben sich keine zwingenden Vorteile gegenüber neuen Medien wie bei einem Buch. Es gibt hingegen erhebliche Nachteile wie z. B. die fehlende Referenzierbarkeit in anderen Medien oder unkomfortables Handling. Zusätzlich zur Langlebigkeit oder Aktualität des Inhalts muss hier noch die Größe in elektronischer Form betrachtet werden. Langlebige große Filme oder Animationen sollten auf jeden Fall auch auf einer CD-ROM oder DVD angeboten werden, um zu vermeiden, dass Informationssuchende teure oder zeitaufwendige Downloads durchführen müssen. Für alle anderen Fälle erscheint die Verbreitung über Web-Server optimal. Allerdings muss den Fällen Rechnung getragen werden, in denen keine CD vorhanden ist oder Inhalte darauf veraltet sind.

## 3.2 Benutzermodell

In vielen Fällen werden die Nutzer eines elektronischen Systems in die drei Klassen der „Informationsanbieter“, „Informationssuchenden“ und der „Systemverwalter“ eingeteilt. Diese Einteilung ist bei näherer Betrachtung nicht ausreichend. Zwischen Informationsanbietern und -konsumenten kann es notwendig sein, einen Vermittler oder Ansprechpartner einzusetzen, der verschiedene Funktionen übernimmt. In diesem Konzept soll daher von vier verschiedene Typen von Nutzern ausgegangen werden. *Autoren* stellen Informationen zur Verfügung. Sie sind ausschließlich für die inhaltliche Gestaltung der Dokumente zuständig. Sie müssen dahingehend unterstützt werden, dass die formale Gestaltung weitgehend automatisch abläuft oder durch vorgefertigte Muster nur minimalen Aufwand erfordert. Autoren sollten selbsttätig in der Lage sein, Informationen auf einem Web-Server zur Verfügung stellen zu können, ohne die Hilfe einer IT-Fachkraft in Anspruch nehmen zu müssen. Die Erstellung von Indexen, Referenzierung von Dokumenten untereinander,

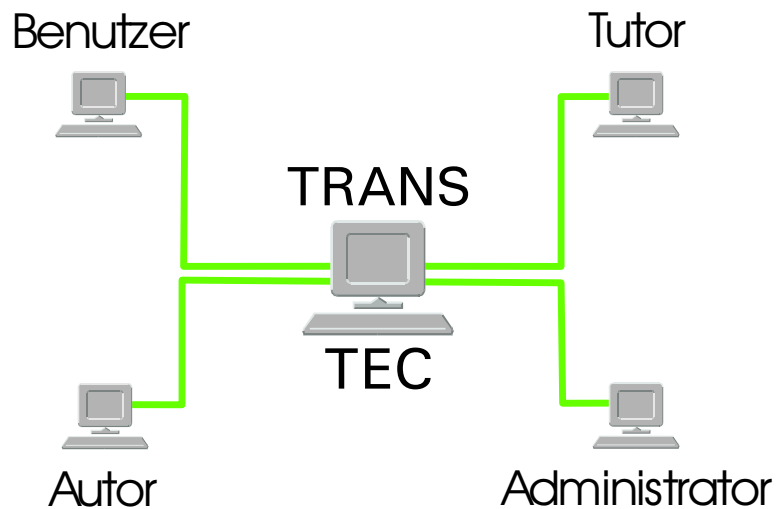


Abbildung 3.1: Benutzergruppen

Bereitstellung von Suchfunktionen über die Inhalte usw. muss weitestgehend automatisch ablaufen. Die (Um-)Strukturierung des Materials muss einfach möglich sein. Auf der anderen Seite sollte aber auch Unterstützung für Autoren vorhanden sein, die fortgeschrittene Arbeitsweisen wie z. B. eine Versionskontrolle oder Release-Flows nutzen möchten.

Eine weitere Rolle kommt den *Benutzern* eines Informationsangebotes zu. Der Begriff „Benutzer“ wurde gewählt, obwohl er nicht eindeutig ist. Da er sich aber weitgehend für die „Konsumenten“ von Informationen in elektronischen Medien durchgesetzt hat, soll hier nicht davon abgewichen werden. Benutzer möchten Informationen erhalten oder Vorgehensweisen kennen lernen und einüben. Ihnen sollte völlig unabhängig davon, wer die Informationen bereitgestellt hat, immer die gleiche Schnittstelle präsentiert werden, um Effizienzverluste durch ständiges Umgewöhnen oder sogar Einarbeiten in neue Funktionalitäten zu vermeiden. Benutzer sollen ein ihnen neues Gebiet erarbeiten oder gezielt Informationen zu einem für sie interessanten Thema suchen können. Dies bedingt unterschiedliche Zugänge zu unter Umständen identischen Inhalten. Das Einarbeiten in ein aktuelles Thema sollte durch eine vorgegebene Abfolge von Inhalten analog zu einem Buch ermöglicht werden. Ebenfalls analoge Funktionen wie Inhaltsverzeichnis, Lesezeichen oder „Post-It“ werden als selbstverständlich angesehen, auch wenn ihre Nutzung teilweise deutlich mehr Zeit erfordert als in einem realen Buch. Zum gezielten Auffinden von Informationen muss eine ausreichend mächtige Suchfunktion zur Verfügung stehen, die auch z. B. Animationen oder Videos zu einem

Thema finden kann. Reichen die dargebotenen Informationen nicht aus, sollte es den Benutzern möglich sein, Kontakt entweder zu anderen Benutzern im gleichen Themengebiet aufzunehmen oder sich mit einem Experten in Verbindung setzen zu können. Unter Umständen müssen hier verschiedene Arten der Unterstützung angeboten werden, je nachdem, ob eine kosten- oder eine zeitoptimale Lösung gesucht ist.

Wenn ein Autor einer Information nicht für ständigen Support bzw. Fragen zur Verfügung steht, muss diese Aufgabe von einem *Tutor* übernommen werden. Tutoren muss es möglich sein, auf die Inhalte verschiedener Autoren zugreifen zu können. Es muss im Gegenzug für Autoren leicht möglich sein, sie als Ansprechpartner zu vermerken. Tutoren sollten in der Lage sein, verschiedenartige Kommunikationsarten nutzen zu können. Im universitären Umfeld kann es z. B. sinnvoll sein, synchrone Online-Sitzungen zu bestimmten Themen anzuberaumen, im industriellen Bereich werden eher asynchrone Formen des Kontakts genutzt werden. Eine sehr ausführliche Beschreibung der Aufgaben eines Tutors im Zusammenhang mit softwaretechnischen Systemen findet sich in [Die02].

Die letzte Rolle fällt den *Administratoren* eines elektronischen Mediums zu. Sie müssen die täglichen Aufgaben technischer Natur schnell durchführen können. Anlegen und Austragen von Benutzern muss ohne großen Aufwand möglich sein, es sollte zumindest auf niedrigem Niveau eine Kontrolle der Benutzeraktivitäten machbar sein. Die Datensicherung muss weitgehend selbsttätig ablaufen, auch komplexe Aufgaben wie das Anlegen von Release Flows o.ä. müssen unterstützt werden.

### 3.3 Benutzerfreundlichkeit / Zeitaufwand

Die geforderte Benutzerfreundlichkeit ist eng mit dem Design eines elektronischen Mediums verknüpft, es gilt, verschiedene Aspekte zu berücksichtigen. Ein grundsätzliches Problem elektronischer Medien ist es, dem Benutzer einen Überblick über die zur Verfügung stehenden Informationen und/oder Funktionen zu geben. Beliebte sind z. B. auf Web-Servern hierarchische Menüs oder Links am linken und oberen Bildschirmrand. Diese Menüs sind üblicherweise mit Frames realisiert und fester Bestandteil des Bildschirmaufbaus. Daraus resultieren gravierende Nachteile. Einerseits belegen sie wertvolle Bildschirmfläche, die für die Darstellung der eigentlichen Inhalte verloren geht, andererseits zeigen sie Informationen an, die unter Umständen im gegenwärtigen Kontext völlig nutzlos sind und den Benutzer ablenken oder verwirren. Daher muss hier ein anderer Ansatz verfolgt werden. Benutzer sollten nur un-



mittelbar sinnvoll erscheinende und direkt zugreifbare Punkte präsentiert bekommen, unabhängig davon, ob sie bestimmte Inhalte oder bestimmte Funktionalitäten erreichen möchten. Eine Möglichkeit besteht darin, hierarchisch gegliederte Übersichtsseiten zu verwenden. Da sich im Rahmen der Wissensvermittlung in vielen Fällen sowieso keine klare semantische Trennung zwischen Funktionalität und Inhalt ausmachen lässt (z. B. beim Aufruf eingebetteter Simulationsprogramme), sollte hier auch keine formale Trennung vorgenommen werden. Bis zu einer gewissen Hierarchie-Tiefe sollten auch Bereiche eher klassisch präsentierter Text-basierter Inhalte über Übersichtsseiten aufrufbar sein. Da diese klassische Text-basierte Präsentation von Ingenieuren vielfach bevorzugt wird, soll sie als Hauptquelle für Informationen, die im wesentlichen konsumiert werden, unterstützt werden. Der Einsatz von bunt gestalteten Metaphern oder durch Inhalte geleiteten Figuren ist eher unerwünscht, daher werden keine speziellen Funktionen hierfür vorgesehen, ihre Verwendung aber auch nicht ausgeschlossen.

Ist eine gewisse Tiefe bei Text-basierten Informationen erreicht, müssen Hilfen ähnlich den Gegebenheiten eines Buches vorhanden sein. Es muss einerseits möglich sein, auf seriellen Pfaden durch den Inhalt zu blättern. Andererseits muss ein Inhaltsverzeichnis zur Verfügung stehen, das Springen im Inhalt ermöglicht, Übersichtsseiten sind hier nicht mehr sinnvoll einsetzbar. Die üblichen Verzeichnisse in der an Windows-Oberflächen angelehnten Form mit ausklappbaren Teilbäumen erscheinen aber auch nicht hilfreich, da sie sehr schnell unübersichtlich werden. Ein Inhaltsverzeichnis sollte sich automatisch dem aktuellen Kontext anpassen und sich auf die Anzeige thematisch nahe liegender Bereiche beschränken, ohne die Möglichkeit des schnellen Navigierens zu verlieren. Das Inhaltsverzeichnis muss außerdem Hinweise geben, ob Inhalte schon angezeigt wurden bzw. ob sie seit dem letzten Aufruf durch den Benutzer verändert wurden. Diese Hinweise müssen persistent sein und sollten nicht lokal beim Benutzer gespeichert werden, um unabhängig vom jeweiligen Arbeitsplatz genutzt werden zu können.

Noch schneller als mit einem Inhaltsverzeichnis lassen sich Informationen mit einer Suchfunktion auffinden. Diese Suchfunktion muss aber alle Arten von elektronischen Dokumenten erfassen, nicht nur Texte. So müssen z. B. zu Animationen Meta-Informationen abgelegt werden können. Die Möglichkeit, nicht nur nach Stichworten sondern z. B. auch nach Eigenschaften von Dokumenten suchen zu können, erscheint sinnvoll. Wünschenswert ist auch nicht nur die Anzeige des Dokumentes, dass einer Suchanfrage entsprochen hat, sondern das Markieren der spezifischen Fundstelle(n) darin.

Neben dem Auffinden spezifischer Informationen muss es dem Benutzer aber auch jederzeit möglich sein, zu Ausgangspunkten zurückzufinden. Die

Hauptübersichtsseite muss immer direkt anwählbar sein. Wenn ein Benutzer über Links in Themenbereiche geraten ist, die für ihn nicht relevant sind, sollte er diesen Bereich direkt verlassen können um zum ursprünglichen Thema zurückzukehren.

Alle genannten Funktionen müssen in akzeptabler Zeit ablaufen. Das Warten auf eine Reaktion des Systems darf nur zwei bis drei Sekunden dauern. Längere Zeiten werden von den wenigsten Benutzern hingenommen, selbst drei Sekunden können für die Akzeptanz bereits zu viel sein.

Da an einem System zur Wissensvermittlung meist verschiedene Autoren zusammen arbeiten, die jeweils ihren eigenen Stil haben, muss das System ein einheitliches Layout aller Seiten inklusive der genannten Funktionen sicherstellen. Die Möglichkeiten der Gestaltung, die originäres HTML bietet, sind vielfältig. So können zum Beispiel Farben und Hintergrundbilder nach Belieben gewählt werden. Wenn jeder Autor seine „Lieblingsfarben“ verwendet, kann das gesamte Erscheinungsbild sehr „bunt“ werden. Dies ist nicht im Interesse der Nutzer, ein zumindest in den Grundzügen einheitliches Layout ist hier notwendig [BHNZ99, Him00, Sta01].

Bei allen verwendeten Werkzeugen – insbesondere den Autorenwerkzeugen – ist eine realistisch zu bewältigende Einarbeitungszeit zu beachten.

## 3.4 Low-Cost-System

Die Anschaffungskosten eines Systems sind im universitären Umfeld deutlich wichtiger als im industriellen Bereich, solange ein gewähltes Produkt nicht sehr preiswert ist. Kleine und mittlere Lehrstühle, die zum Adressatenkreis gehören sollen, sind meist nicht in der Lage, z. B. Lizenzgebühren in Höhe von mehr als einigen hundert Euro über längere Zeit zu finanzieren. Daher sollte, wenn externe Komponenten zum Einsatz kommen, Open-Source-Software oder aber Software, die für Forschung & Lehre kostenlos bzw. sehr günstig ist, bevorzugt werden, falls technisch möglich. Bei der eventuellen Auswahl externer Komponenten ist weiterhin darauf zu achten, dass ein Produkt auch noch längere Zeit von den Entwicklern unterstützt wird. Vor diesem Hintergrund erscheint es auch sehr sinnvoll, möglichst viel der Grundfunktionalität durch bereits verfügbare Produkte abzudecken. Eine komplette Eigenentwicklung zieht beim Auftreten von Fehlern unweigerlich hohe Kosten für die Beseitigung nach sich. Bei kommerziellen Fremdentwicklungen kann man im Allgemeinen darauf bauen, dass der Fehler kostenlos oder im Rahmen eines Supportvertrages behoben wird. Bei Open-Source-Software hat man ebenfalls sehr gute Chancen, dass Fehler beseitigt werden, meistens wird dies als Eh-

rensache betrachtet.

In vielen Fällen noch wichtiger als die Anschaffungs- oder Lizenzkosten sind die Kosten für den Betrieb eines Systems. Im universitären Umfeld kann nicht davon ausgegangen werden, dass ein Systemadministrator zur Verfügung steht, dessen Aufgaben müssen in der Regel von Mitarbeitern des Lehrstuhls übernommen werden, ebenso die Erstellung und Bereitstellung von Inhalten.

Im industriellen Bereich gibt es wahrscheinlich eine IT-Abteilung, die die Systemadministration übernehmen kann, aber auch hier müssen die Inhalte von Mitarbeitern der entsprechenden Fachabteilungen entwickelt und verfügbar gemacht werden. Es muss darauf geachtet werden, die Bedienung des Systems so einfach zu halten, dass Benutzer ohne vorherige aufwändige Schulung damit arbeiten können. Die oben genannten Forderungen zur Benutzerfreundlichkeit müssen also zwingend für alle Benutzergruppen gelten, auch für eher technisch orientierte Vorgänge.

Möglichst viele dieser technischen Vorgänge sollten automatisch ablaufen, damit überhaupt kein Benutzereingriff notwendig wird. Bei einer Internet-basierten Lösung sollte z. B. eine automatische Verwaltung von Links erfolgen, so dass etwa Autoren ihre Inhalte beliebig umstrukturieren können, ohne sich um solche Dinge kümmern zu müssen. Die Verwaltung der Zugriffsrechte auf Dokumente muss leicht möglich sein, das Editieren von ASCII-Dateien für jeden neuen Benutzer ist unzulänglich. Eine auf Vererbung basierende automatische Rechtevergabe erscheint sinnvoll.

Alle Funktionen des Systems sollten erreichbar sein, ohne vor Ort arbeiten zu müssen, z. B. das Einstellen oder Bearbeiten von Inhalten ebenso wie die Benutzerverwaltung.

## 3.5 Niedrige Eingangsvoraussetzungen

Für den größten Teil der Nutzer sollte es möglich sein, mit ihren Standard-Arbeitsplatzrechnern und den üblichen Kommunikationskanälen arbeiten zu können. Es muss daher untersucht werden, welche Systeme verwendet werden und ob für diese im technischen Bereich wahrscheinlich sehr inhomogene Menge ein kleinster gemeinsamer Nenner gefunden werden kann.

Ein auf fast jedem Rechnersystem vorzufindendes Programm ist ein Web-Browser. Meistens sind auch Plug-Ins für die wichtigsten im Netz verwendeten Formate installiert. Das Problem, evtl. keine neue Software installieren zu können, zwingt an dieser Stelle zur Verwendung dieses Browsers. Dies bedingt auf der Gegenseite einen Web-Server, der zumindest für die Distributi-

on von Inhalten genutzt wird. Bei der Bereitstellung von Inhalten muss darauf geachtet werden, nur Formate zu verwenden, die auch auf Workstations, die unter Unix laufen, im Browser anzeigbar sind. Proprietäre Formate wie etwa Windows Media oder die Macromedia-Shock-Files verbieten sich daher von selbst.

Bezüglich der Anforderungen an die Rechenleistung müssen die jeweils langsamsten Systeme als Maßstab genommen werden. Möglicherweise können Multimedia-Dateien in verschiedenen Qualitätsstufen vorliegen, die zugunsten der besseren Darstellung auch höhere Anforderungen stellen können. Ein weiteres Problem, das Sicherheitsaspekten entspringt, ist die unter Umständen eingeschränkte Auswahl an Kommunikationsarten. In Industriebetrieben kann es z. B. möglich sein, dass nur bestimmte Ports für Internet-Verbindungen genutzt werden können. Es ist daher darauf zu achten, möglichst keine oder nur sehr wenige Tools zu verwenden, die zusätzlichen Aufwand benötigen.

Die Verwendung Browser-basierter Systeme bringt den Vorteil mit sich, die Hemmschwelle gegenüber einem neuen Angebot niedrig halten zu können. Die wichtigsten Arbeitstechniken wie die Nutzung des Internets als Informationsquelle und die Benutzung von Mail-Programmen dürfen als allgemein bekannt vorausgesetzt werden. Die Grundfunktionen eines Browsers wie z. B. seitenweises Zurückspringen oder das Anlegen von Bookmarks sollten nicht selbst neu implementiert werden, auch die Mailfunktionen sollten übernommen werden. Wenn Benutzer sich an die evtl. von ihnen selbst ausgewählte Software gewöhnt haben, besteht keine Notwendigkeit, sie zu nötigen, ein vermeintlich besseres anderes System zu verwenden. Die wesentlichen Vorgänge lassen sich mit allen Programmen durchführen. Man muss auf jeden Fall den Eindruck vermeiden, Benutzer bevormunden zu wollen, da dies unweigerlich zu einer ablehnenden Haltung führen dürfte.

Es erscheint weiterhin nicht sinnvoll, innerhalb eines Informationsangebotes einen neuen Desktop anzulegen, da so gut wie alle Betriebssysteme diese Funktionalität beinhalten. Die Verwendung des Betriebssystem-eigenen Desktops hat auch hier den Vorteil, dass die Benutzer mit der Verwendung vertraut sind, zumindest soweit sie bisher Funktionalitäten benötigt haben.

## 3.6 Eckpunkte der Softwareunterstützung

Zusammenfassend lässt sich ein System umreißen, das folgende Kriterien berücksichtigt:

- Es werden Standard-Web-Server bzw. Browser verwendet
- Inhalte werden hierüber verteilt, ggf. auch angezeigt
- Das Anzeigen der Informationen darf keine zusätzliche Software erfordern
- Alle angezeigten Informationen müssen dem Kontext entsprechen, sonst ggf. ausgeblendet werden
- Die Bedienung muss für alle Benutzergruppen sehr einfach gehalten sein
- Bereits im Betriebssystem/Browser/Mailprogramm vorhandene Funktionalitäten sollen nicht neu implementiert werden
- Alle Benutzergruppen müssen ihre wichtigsten Aufgaben ohne Zeitverlust über das System abwickeln können



## 4 Tools und Formate

Dieses Kapitel dokumentiert die Ergebnisse der Software-Evaluierungen, die durchgeführt wurden, um herauszufinden, wie sich die softwaretechnischen Aspekte des beschriebenen Lösungskonzepts am besten umsetzen lassen. Bei der Untersuchung standen neben technischen vor allem die kostenrelevanten Eigenschaften einer Software im Vordergrund. Die geforderte realistisch zu bewältigende Einarbeitung und der Aufwand für die Pflege von Inhalten sind hier die wichtigsten Argumente.

Einige Evaluierungen wurden wiederholt durchgeführt, um den Entwicklungen am Markt folgen zu können. Interessante neue Produkte wurden zusätzlich berücksichtigt. Hierbei stellte sich z. B. heraus, dass Animationen viel schneller und in einigen Fällen auch besser mit *Macromedia Flash* zu erstellen sind als sie in *Java* zu programmieren.

Es gilt, zwei verschiedene Klassen von Tools zu untersuchen. Einerseits muss eine Basis gefunden werden, die der Verteilung der Inhalte über das Internet dient. Wie beschrieben, soll dabei auf fertige Software zurückgegriffen werden, die aber über das Verteilen hinaus noch weitere Aufgaben wie die Link- und Rechteverwaltung abdecken kann. Andererseits muss entschieden werden, welche (Datei-)Formate zum Einsatz kommen und mit welchen Tools diese erstellt werden können [Pri00].

Es wurde in jedem Fall eine Vorauswahl anhand der im Lösungskonzept genannten Kriterien getroffen. Wenn Tools etwa wegen hoher Lizenzgebühren für einen Lehrstuhl einer Universität nicht finanzierbar sind (z. B. *WebCT*), wurden sie an dieser Stelle nicht weiter untersucht, aber später bei Evaluierungen zum Vergleich herangezogen. Die erwähnten proprietären Formate wie z. B. *Windows Media* fielen ebenfalls heraus. Vor der Festlegung auf ein Serversystem sollen im Folgenden zunächst Werkzeuge zur Erstellung bzw. Formate zur Speicherung von Inhalten untersucht werden.

Noch bis vor Kurzem wurden Tools in zwei Klassen eingeteilt, Autorensoftware für die Erstellung von Multimedia-/ Lern-/ Nachschlage-CDs und HTML-Editoren für Web-basierte Systeme. Inzwischen gilt diese Einteilung in den meisten Fällen nicht mehr. Moderne Autorensoftware exportiert die Ergebnisse auch in HTML oder Java, der Output eines HTML-Editors lässt sich auch lokal von einer CD laden. Der Übersichtlichkeit halber wird diese Ein-

teilung hier aber beibehalten, zunächst sollen Autorensysteme betrachtet werden, es folgen die wichtigsten Tools bzw. Formate, die in der Inter-/Intranet-Welt benutzt werden.

### 4.1 Autorensoftware

Sollen größere Mengen verschiedener Medien in einer einheitlichen Anwendung zusammengefasst werden, kommen meist klassische Autorensysteme zum Zuge. Der Multimedia-Autor definiert ein einheitliches Layout, legt die Navigationsmöglichkeiten bzw. den Ablauf fest und erzeugt ggf. Lernkontrollen. Die klassische Art der Verteilung solcher Anwendungen ist, sie als Programm auf eine CD zu pressen. Im Folgenden sollen zwei Autorensysteme vorgestellt werden, die mit Hilfe von Metaphern arbeiten. Beim *Macromedia Director* wird die zu entwickelnde Anwendung als Film angesehen, der mittels Drehbuch und Darstellerliste spezifiziert wird.

*Macromedia Authorware* arbeitet mit Hilfe von Flussdiagrammen. Hier steht eindeutig der Ablauf der Anwendung im Vordergrund, der Autor hat jederzeit im Blick, wie der Anwender innerhalb des Materials agieren kann.

#### 4.1.1 Macromedia Director

##### Kurzbeschreibung

Dieses Programm ist *das* Standard-Tool unter den Autorensystemen, die weit aus meisten Multimedia-CDs werden hiermit produziert. *Director* ist ein universelles Tool, das nicht speziell auf CBT oder Präsentationen zugeschnitten ist. Will man allerdings Aktionen oder Abläufe umsetzen, die nicht zum Standard-Repertoire gehören, muss man auf die integrierte Programmiersprache *Lingo* zurückgreifen.

Der Autor übernimmt beim Director die Rolle des Regisseurs und bittet seine Darsteller (= Texte, Grafiken, Videos usw.) anhand einer Zeitleiste auf die Bühne. Ein *Director*-„Drehbuch“ ist eine Matrix aus Zeilen, die mit Darstellern belegt sind und Spalten, die für einzelne Frames (=Einzelbilder) stehen. So lässt sich genau festlegen, zu welchem Zeitpunkt welche „Darsteller“ sichtbar sind. Entsprechend der Aufteilung in Frames lässt sich der Ablauf des „Films“ dann wie bei einem Videorecorder mit „Play“, „FF“, „Rew“ abspielen.



### Arbeitsweise

Der Arbeitsablauf beim *Director* sieht meist so aus, dass zuerst die Darsteller besetzt werden (=Darsteller aus der Besetzungsliste in Zeilen des Drehbuchs ziehen). Aussehen und Verhalten kann man mit Inspektoren beeinflussen, die man per Kontextmenü erreicht. Vorgefertigte Verhaltensweisen erleichtern die Arbeit.

Will man mehr als einfache Kurzfilme erstellen, muss man zur integrierten Programmiersprache *Lingo* greifen. *Lingo* ist objektorientiert und benutzt Event-Handling. Übliche Konstrukte wie *onMouseDown* o.ä. sind im 800 Befehle umfassenden Sprachschatz vorhanden. Will oder kann man nicht selbst programmieren, sind auch fertige Skripte erhältlich, die in Form von *Xtras* gehandelt werden. Soll die fertige Produktion nicht auf eine CD gebrannt sondern ins Web gestellt werden, gibt es zwei Möglichkeiten: Für populäre Plattformen wie *Windows* oder *Macintosh* gibt es PlugIns für die üblichen Browser, mit denen die Filme uneingeschränkt darstellbar sind. Gibt es kein PlugIn oder soll das Herunterladen mehrerer Megabytes vermieden werden, lassen sich auch *Java*-Applets erzeugen. Hierbei ist allerdings mit einer nicht hundertprozentigen Umsetzung zu rechnen, da nicht alle Konstrukte aus *Lingo* in *Java* übertragbar sind.

### Bewertung

Wenn 2D-Animationen geeignet sind, die zu vermittelnden Inhalte zu visualisieren, dann lassen sich diese Animationen mit dem *Director* erzeugen. Besonders attraktiv erscheinen die Möglichkeiten, die sich durch den Einsatz von gesteuerten Animationen ergeben. Es können grafisch anspruchsvolle, die Problemstellung visualisierende, interaktive Applikationen erzeugt werden, die evtl. sogar Spielcharakter haben. Bild 4.1 zeigt eine Applikation, die im Rahmen dieser Evaluierung entstanden ist. Die Erstellung solcher Lernsoftware erfordert allerdings einen großen Arbeitsaufwand. Der *Director* ist ein Werkzeug zum Erzeugen von festen und gesteuerten Animationen. Während erstere leicht über die graphische Oberfläche umgesetzt werden können, ist für hochgradig interaktive Animationen mit Applikations- oder Spielecharakter der Einsatz von *Lingo* erforderlich. *Lingo* ist theoretisch umfangreich genug, um beliebige Problemstellungen zu bewältigen, in der Praxis ergeben sich aber Einschränkungen bezüglich der Komplexität der zu realisierenden Aufgaben. Der Prozess der Skripterstellung wird nicht optimal durch eine Entwicklungsumgebung unterstützt und die Verwaltung der Skripte als zusätzliche Darsteller vermindert die Übersichtlichkeit. Für einen detaillierten Über-

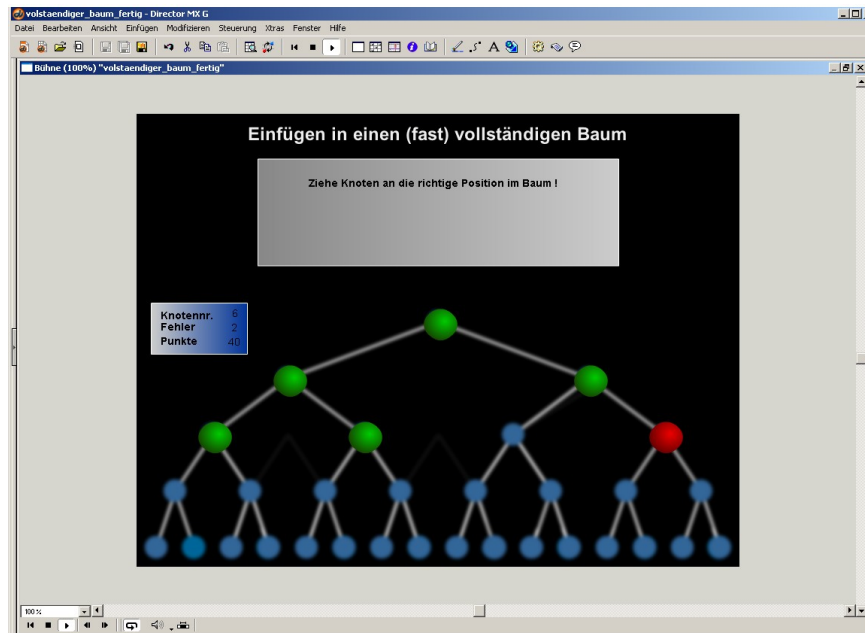


Abbildung 4.1: Macromedia Director Animation

blick siehe [Pal01].

*Macromedia Director* ist zweifelsfrei ein Tool, das sich gut für die Herstellung interaktiver oder animierter Module eignet. Unter den genannten Voraussetzungen erscheint ein Einsatz aber nicht günstig:

- Die Einarbeitungszeit ist relativ hoch, wenn komplexere Vorgänge dargestellt werden sollen. Das setzt voraus, dass die Personen, die damit arbeiten, längerfristig zur Verfügung stehen.
- Veränderungen der Inhalte ziehen erhöhten Aufwand nach sich, da immer Nacharbeit für den Export notwendig ist.
- *Macromedia Director* wurde primär auf die Erstellung von CD-basierten Produkten ausgerichtet, die Unterstützung von Web-basierten Systemen ist zwar vorhanden, aber nicht optimal gelöst.

Daher wurde von einer Verwendung dieses Tools abgesehen.

## 4.1.2 Macromedia Authorware

### Kurzbeschreibung

Auf die Gruppe der CBT- / WBT-Entwickler zielt auch das Programm *Authorware* (-*Attain*) von Macromedia. *Authorware* ist für die Erstellung interaktiver Lehr- und Trainingsanwendungen entwickelt worden. Inhalte werden durch Zeichnen von Programmablaufplänen (Flussdiagrammen) entworfen. Knoten innerhalb dieser Flussdiagramme sind Aktionen, die im Präsentationsfenster (=Endanwender-Sicht) ausgeführt werden. „Aktionen“ sind die üblichen Ereignisse wie Texteinblendung, Benutzereingabe usw. Fertige Anwendungen können als selbst ablaufende Programme auf CD gepresst oder als Shockwave-Dateien in einem Browser ausgeführt werden.

### Arbeitsweise

*Authorware* bietet verschiedene Hilfsmittel, mit denen eine Anwendung erzeugt werden kann. Die Palette beinhaltet „icons“ zur Konstruktion von Programmablaufplänen. Die „Flowline“ ist das Konstruktionsfenster, die Bibliothek verwaltet Objekte, die in verschiedenen Projekten verwendet werden können. Die Toolbox ermöglicht es, Vektor-basierte Texte und Grafiken zu erstellen, komplexere Anwendungen lassen sich mit der integrierten Script-Sprache realisieren.

Bei der Entwicklung einer Anwendung zieht der Autor aus der Palette verfügbarer Knoten z. B. ein Interaktionssymbol in die Flowline. Anschließend wird festgelegt, welche Aktionen ablaufen sollen. Wurde z. B. durch einen Knoten ein Element aus der Bibliothek auf dem Bildschirm eingeblendet, kann es durch eine Aktion an einem anderen Knoten wieder ausgeblendet werden. Bild 4.2 zeigt die Arbeitsoberfläche während der Entwicklung einer interaktiven Hashfunktions-Darstellung.

Die Arbeit mit *Authorware* gestaltet sich komfortabel, kleinere Teile eines Diagramms können markiert werden und einzeln ablaufen. Änderungen lassen sich sofort betrachten, ohne dass das ganze Produkt durchlaufen werden muss. Eine Besonderheit ist weiterhin, dass *Authorware* an nicht vollständig spezifizierten Knoten nicht mit einem Runtime-Fehler abbricht, sondern den Entwickler zur Eingabe der fehlenden Daten auffordert. Sehr praktisch ist die Möglichkeit, verschiedene Medien zu kombinieren: Große Dateien wie Filme o.ä. werden auf einer CD untergebracht, andere Elemente werden über das Web geladen, wodurch sie immer aktuell gehalten werden können.

Eine Teilnehmer-Verwaltung ist mit *Authorware* nicht direkt möglich, kann aber per Pathware nachgerüstet werden. Dieses Produkt ist allerdings sehr

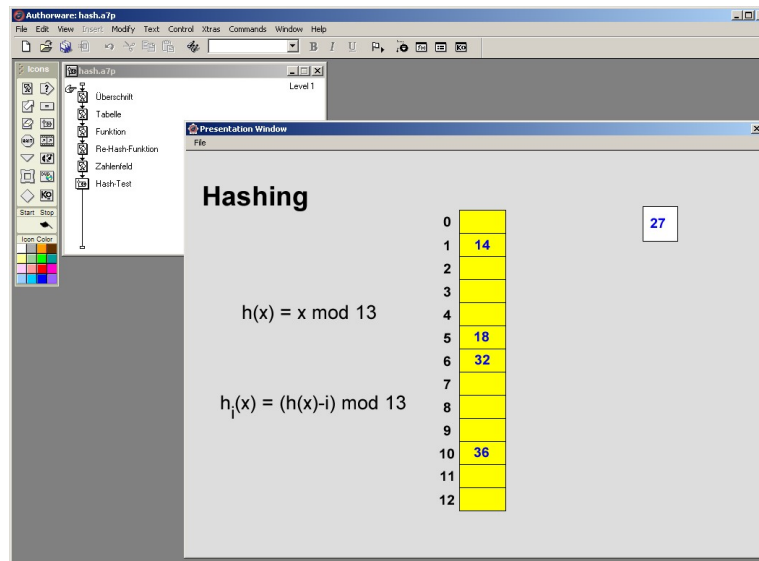
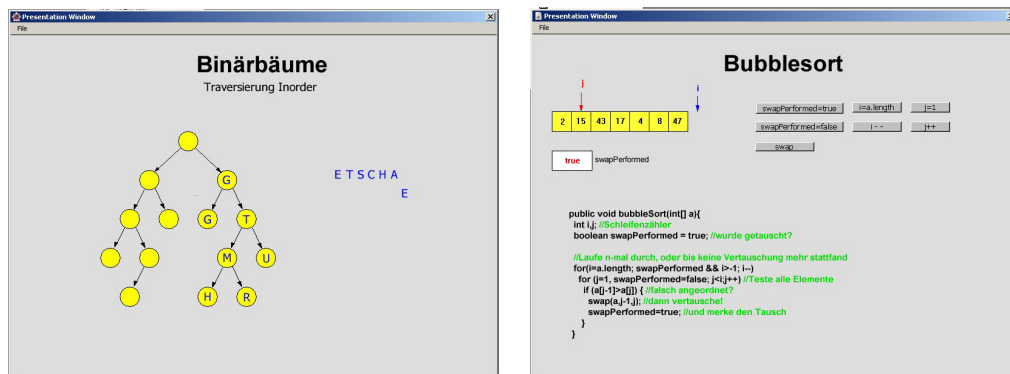


Abbildung 4.2: Authorware Arbeitsplatz

teuer, eine Hochschullizenz kostete zum Zeitpunkt der Anfrage DM 30.000,-.

### Bewertung

Im Rahmen der Evaluierung entstanden die Animationen, Hashing, Bubble-Sort und Durchläufe durch Binärbäume, siehe Abbildungen 4.3 [Paw01].



(a) Baumdurchlauf

(b) Bubblesort

Abbildung 4.3: Mit Authorware erstellte Animationen

Die Benutzeroberfläche ist bis auf einige unlogische Ausnahmen sehr intuitiv gehalten, trotzdem war die Einarbeitung in das Werkzeug sehr aufwändig.

Es gab zur Zeit der Evaluierung wenig Sekundärliteratur, auch im Web waren nur wenige Quellen zu finden. Das Durcharbeiten der verfügbaren Tutorials führte zwar zum Erfolg, wirklich komplexe Vorgänge ließen sich aber noch nicht erstellen. Allein 250 Systemvariablen und 350 Systemfunktionen gilt es kennen zu lernen, einen Überblick über die verwendbaren so genannten Wissensobjekte muss man sich zusätzlich verschaffen. Die Scriptsprache wurde überhaupt nicht verwendet.

Für die Verteilung der Ergebnisse im Web gilt das gleiche wie beim *Macromedia Director*. Die Unterstützung für andere Systeme als *Windows* oder *Macintosh* in Form von HTML/Java-Output ist eher behelfsmäßig implementiert.

Dies und die auch hier aufwändige Änderung von Inhalten und die sehr hohe Einarbeitungszeit schlossen das Tool von der Verwendung für das angestrebte System aus.

## 4.2 „Internet-Formate“

Als Alternative zu den oben untersuchten Autorensystemen bietet sich die Verwendung von „Internet-Formaten“, also speziell für die Verbreitung über u. U. langsame Netzwerke gedachten Formate, an. Es fallen direkt einige Vorteile ins Auge: Die Formate sind größtenteils offen gelegt und teilweise auch standardisiert. Viele Tools zur Erstellung und die weitaus meisten PlugIns zum Abspielen sind kostenlos erhältlich. Dem gegenüber können einige Nachteile stehen: Manche Tools erlauben einige Funktionen nur über „Hacks“, fortgeschrittene Funktionen sind möglicherweise fehlerhaft implementiert oder die Software zur Erstellung (neuerer) Formate ist noch in der Entwicklungsphase. Auch die Rechtslage ist nicht unkritisch, Apples Quicktime z. B. ist zwar ein offen gelegtes Format, aber die Algorithmen zur Erstellung sind teilweise nicht frei.

Im Folgenden soll auf die Formate HTML, XML, MPEG, PDF und Flash eingegangen werden, da sie die verbreitetsten sind bzw. durch die Unterstützung renommierter Softwarehersteller noch werden könnten.

### 4.2.1 HTML

HTML als Grundlage eines jeden Browser-basierten Dokumentes ist inzwischen als allgemein bekannt und akzeptiert anzusehen, es soll daher nur sehr knapp darauf eingegangen werden. HTML ohne Zusätze ist nicht in der Lage, für WBT herangezogen zu werden, da es zu wenig Funktionalität bietet. Besser geeignet könnte DHTML sein, das z. B. auch bereits angezeigte Elemente

nachträglich verändern kann. Leider sind die Implementierungen innerhalb der diversen Browser so verschieden, dass von einem Standard-Format nicht gesprochen werden kann. Mit JavaScript oder Java-Applets lassen sich beliebige Funktionalitäten erzeugen, der dazu notwendige Programmier-Aufwand kann aber beträchtlich sein. Es gibt sehr gute und ausgereifte Werkzeuge, mit denen HTML-Dokumente erstellt werden können. Allgemeine Verfügbarkeit darf vorausgesetzt werden. HTML-Dokumente können sehr leicht (notfalls auch ohne spezielle Werkzeuge) erzeugt werden, wegen der o.g. eingeschränkten Funktionalität ist die Einarbeitungszeit relativ kurz.

### 4.2.2 XML

XML ist eine Metasprache zur Definition von Markup-Sprachen. Mit XML kann man eigene Datei-Strukturen für beliebige Zwecke definieren und normieren, so dass die Dokumente mit verschiedenen Programmen auf unterschiedlichen Rechnersystemen genutzt werden können. Mit Hilfe von Style-Sheets können XML-Dokumente auch von Browsern dargestellt werden. Eine praktische Umsetzung eines Informations-Systems auf XML-Basis findet sich z. B. in einem Erfahrungsbericht der D.A.S.-Versicherung in [Thi03]. Der Einsatz von XML empfiehlt sich in diesem Kontext aber nicht. Die Version 1.0 wurde bereits 1998 definiert. Tools zur Erzeugung von XML-Dokumenten sind trotzdem noch nicht sehr lange am Markt erhältlich und auch nicht sehr verbreitet. Der Umgang mit XML dürfte, wenn man von IT-Fachkräften absieht, weitgehend unbekannt sein. Erst die bevorstehende Einführung von XML in Office-Anwendungen wird dazu führen, dass das allgemeine Know-How ausreichend ist, Dokumente zu erstellen. Daher wird von der Verwendung in diesem Projekt abgesehen.

### 4.2.3 MPEG

Die ursprünglichen Formate MPEG-1 und MPEG-2 dienen nur zur Übertragung von Audio- bzw. Video-Daten. Das zum Zeitpunkt der Evaluierung in der Standardisierung befindliche MPEG-4 sollte für Multimedia optimal geeignet sein. Es sollte Audio und Video umfassen, 3D-Darstellungen beherrschen und ein Java-Derivat als Script-Sprache anbieten. 3D-Körper, die durch virtuelle Welten wandern, sollten damit leicht realisierbar sein. Inzwischen ist MPEG-7 standardisiert [HK03]. Es bietet zusätzliche Features wie die Einbettung von Meta-Daten und eine auf XML-Schema basierende Script-Sprache. Es existierten allerdings noch keine allgemein verfügbaren Encoder für MPEG-

4-Daten. Real existent waren nur Erweiterungen der Kompressionsalgorithmen für Audio- und Video-Daten und Maßnahmen zur Verbesserung der Robustheit bei fehlerhaften Übertragungen. Eine Verwendung von MPEG-Formaten erschien daher nur für die Einbettung von Audio- oder Video-Daten sinnvoll.

#### 4.2.4 PDF

Adobe PDF war ursprünglich dazu gedacht, Dokumente so zu verbreiten, wie sie beim Autor gedruckt aussehen würden. Die Problematik des fehlerhaften Druckbildes beim Austausch von Word-Dokumenten z. B. wird hiermit umgangen. PDF-Dokumente können im einfachsten Fall dadurch erstellt werden, dass sie auf einem Pseudo-Drucker „gedruckt“ werden. Die entstandene PDF-Datei kann ggf. nachbearbeitet werden. Möglich sind hier z. B. Links oder das Erzeugen von Formularen, auch die Einbindung von JavaScript-Programmen ist machbar. Der zum Anzeigen der Dokumente nötige Acrobat Reader verarbeitet diese JavaScript-Programme selbst, er greift nicht auf die Implementation des Betriebssystems zurück. Daher ist die Sicherheit, also z. B. das Unterbinden der Manipulation der Festplatte, in PDF-Dokumenten relativ hoch.

Die Multimedia-Fähigkeiten von Acrobat sind eher beschränkt. Animationen lassen sich nur mit Tricks durch JavaScript erzeugen, Filme o.ä. werden extern eingebunden. Die Methode, PDF-Dokumente durch Drucken zu erzeugen, birgt einige Nachteile. Für jede Änderung muss neu „gedruckt“ werden. Einige Programme bieten direkt die PDF-Ausgabe mit dem Vorteil an, dass etwa Links, wenn sie das Quellprogramm selber verarbeiten kann, nicht jedes Mal neu eingefügt werden müssen. Professionelle Systeme wie  $\text{\LaTeX}$  unterstützen auch die direkte Manipulation von PDF-Dokumenten, bedürfen aber einer längeren Einarbeitungszeit. Als Besonderheit bietet PDF Features, um z. B. das Drucken oder Speichern von Dokumenten zu unterbinden oder erst nach Eingabe eines Kennwortes möglich zu machen.

Die Einarbeitung in das Tool ist relativ einfach, Dokumente aus anderen Anwendungen können leicht integriert werden und das notwendige Browser-PlugIn existiert für so gut wie alle Rechnerplattformen. Eine multimediale Anwendung auf Basis des Adobe PDF Formates zu erstellen ist zwar prinzipiell möglich, aber wegen des umständlichen Vorgangs außerordentlich aufwändig. Aus diesem Grund schied PDF als Basis-Format aus, kann aber sehr gut für die Verbreitung der zum Druck vorgesehenen Dokumente verwendet werden.

### 4.2.5 Macromedia Flash

*Flash* war ursprünglich ein Format für Vektorgrafik mit Zusatzeffekten wie Kantenglättung (Anti-Aliasing) oder Bildmanipulation. Es bietet inzwischen die Einbettung vielfältiger Medien-Dateien wie Ton, Quicktime-Videos oder auch einfacher Bitmap-Grafiken. Es kann verwendete Fonts integrieren und bietet die Skript-Sprache *ActionScript*, die sich zukünftig von ihrer Syntax her in Richtung *JavaScript* entwickeln soll. Eingesetzte Objekte lassen sich hiermit entlang einer Zeitachse z. B. verformen, verschieben, ein- oder ausblenden.

Interaktion wird durch *ActionScript* ebenfalls unterstützt, einfachere Aktionen lassen sich sogar ohne Texteditor mit der Maus zusammenstellen. Speziell für das Web sind einige Spezialitäten vorhanden, wie etwa die Möglichkeit, bestimmte Aktionen genau dann zu starten, wenn alle dazu benötigten Daten komplett übertragen wurden.

Die ersten Eindrücke des Flash-Tools verwirren den Benutzer, ohne zusätzliche Hilfen kann man das Programm nur relativ schwer erkunden. Mit einführenden Unterlagen, die zum Glück sehr leicht im Web zu finden sind, lässt sich dieses Problem aber lösen. Die angebotenen Tutorials sind meist sehr leicht nachvollziehbar und nach einiger Zeit wird dem User die Mächtigkeit dieser Arbeitsumgebung klar. Um jedoch die komplette Vielfalt der angebotenen Aktionen ausnutzen zu können, bedarf es einer sehr intensiven Einarbeitung in die integrierte Programmiersprache *ActionScript*. *ActionScript* ist vollständig Objekt-orientiert, bei einem professionellen Einsatz kann man auf die Verwendung nicht verzichten. Erleichternd ist dabei, dass man sich bei der Gestaltung dieser Sprache an *JavaScript* orientiert hat. Alle Projekte/Präsentationen müssen sehr gut durchdacht werden. Ohne detaillierte Planung verliert der Designer relativ schnell die Übersicht. Als Resultat ergibt sich dann eine Präsentation, die vielleicht die volle Funktionalität aufweist, aber anschließend nicht mehr gepflegt werden kann.

Im Rahmen der Evaluierung wurden mehrere Animationen mit *Flash* erstellt, Hashing, LZW En-/Decode und Tiefen- bzw. Breitensuche auf Graphen, siehe Bild 4.4.

Die Anzahl der fertig gestellten Animationen zeigt, dass es sich bei *Flash* um ein Tool handelt, mit dem man recht schnell zu Ergebnissen kommen kann. Nach kurzer aber intensiver Einarbeitung können z. B. wissenschaftliche Hilfskräfte sehr gute Animationen oder interaktive Module erstellen [Kar01].

Ähnlich wie bei MPEG und PDF zeigt sich hier, dass *Flash* spezifische Vorteile hat, sich aber als alleiniges Format nicht eignet.



**Dictionary-basierte Kompression LZW**

Eingabe: 65 66 256 257 67 256

V: 256  
 I: B  
 J: B  
 X: B  
 IX: AB nicht im Dictionary

Ausgabe: A B

Index	Eintrag
65	A
66	B
67	C
...	...
255	<EOF>
256	AB

1. Füge alle 256 Bytewerte in das Dictionary an Position 0,...,255 ein
2. Setze die Eingabe v an das erste Eingabezeichen
3. Setze l auf den Dictionaryeintrag an Position v
4. Gib l aus
5. Lies ein Eingabezeichen v
6. Gib den Eintrag j an der Position v des Dictionaries aus
7. Isoliere das erste Zeichen x von j
8. Falls j nicht im Dictionary ist, speichere es an der nächsten freien Position
9. Setze l=j und fahre fort beim Schritt 5, bis die Eingabe abgearbeitet ist

(a) LZW-Kompression

**Graphen** 'Tiefensuche'

Graphdurchlauf: Abbruch des Preorder-Durchlaufs an Knoten 3! Weiter bei Knoten 3.

gerichteter Graph G1

Baumdarstellung von G im Knoten 1

(b) Graphen

**Verifikation** Regeln für Blöcke

Problemstellung:  
 Gegeben sind  
 1. ein Block (=Folge von Befehlen)  
 2. eine Nachbedingung des Blocks  
 Was muss vor dem Block gelten, damit danach die Nachbedingung gilt?  
**Berechne die Vorbedingung schrittweise!**

$\{ (y+3) * 5 > 16 \}$  Ersetze x durch  $y + 3$   
 $\{ x = y + 3; \}$   
 $\{ x * 5 > 16 \}$  Ersetze x durch  $x * 5$   
 $\{ x = x * 5; \}$  ohne Effekt auf Nachbedingung  
 $\{ x > 16 \}$   
 $\{ y = y + 1; \}$  muss schon hier gelten - ' ohne Effekt  
 $\{ x > 16 \}$  Nachbedingung des Blocks

(c) Verifikation

**Hashing** Sondierungsverfahren 'Lineares Sondieren mit Vorzeichenwechsel'

alpha() : 1 19 5 1 18 3 8 5 24 1 13 16 12 5  
 Eingabe : A S E A R C H E X A M P L E  
 alpha() % 17 : 1 2 5 1 1 3 8 5 7 1 13 16 12 5

0	A	2
1	A	1
2	S	1
3	C	1
4	E	2
5	E	1
6		
7	X	1
8	H	1
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16	R	4

Zugriffe

Grundidee:  
 1. Setze i = 0  
 2. Berechne  $h(i,k) = (hk) + (-1)^i * (i/2) \% m$   
 3. Falls Position (i,k) frei ist, trage das Element dort ein. Andernfalls setze  $i = i+1$  und fahre fort mit Schritt 2.

(d) Hashing

Abbildung 4.4: Mit Macromedia Flash erstellte Animationen

## 4.3 Serversoftware

Für die Verwendung als Basissystem kamen wegen der oben genannten Einschränkungen die Systeme Lotus Learningspace, Hyperwave Information Server und der Apache-Web-Server in die engere Auswahl. Lotus Learningspace ist für Universitäten zum Zeitpunkt der Untersuchung für den symbolischen Betrag von DM 9,- erhältlich gewesen. Der Hyperwave Information Server ist zwar ebenfalls ein kommerzielles Produkt, aber für Forschung und Lehre kostenfrei. Die Lizenz ist weder in Anzahl der gleichzeitigen Benutzer, Höchstzahl der Dokumente noch der Laufzeit begrenzt. Der Apache-Web-Server ist als Open-Source-Produkt grundsätzlich kostenfrei zu beziehen.

Alle drei Systeme wurden installiert und untersucht. Das überraschend klare Ergebnis dieser Evaluierung wird im folgenden dokumentiert.

### 4.3.1 Lotus Domino / Learningspace

Lotus Learningspace setzt auf dem Basissystem Lotus Domino auf [Mer01]. Domino wurde entwickelt, um große Netzwerke in übersichtlicher und strukturierter Form aufbauen und verwalten zu können. Grundlegend für die Übersichtlichkeit und Verwaltungsfähigkeit ist die konsequente Verwendung eines Namenssystems, das an die jeweilige Organisationsstruktur angepasst werden kann und eine eindeutige Zuweisung von Benutzern und Servern gestattet. Es handelt sich bei Domino nicht um ein einziges Programm, sondern um eine Ansammlung von Servern und Dienstprogrammen, die gemeinsam auf ein Datenbanksystem zugreifen. So werden alle Daten, also auch Zugriffs- und Konfigurationsinformationen von Benutzern, Servern und Gruppen in Datenbanken gespeichert und bei Bedarf zur Verfügung gestellt. Von allen Datenbanken, die sich im Domino-System befinden, lassen sich Kopien, sog. Repliken, auf verschiedenen Servern anlegen. Somit kann auf eine Datenbank an verschiedenen Orten zugegriffen werden, ohne ständig in Kontakt mit einem speziellen Server sein zu müssen, der sich ggf. in einem anderem Netzwerk befindet. Die Funktionalität von Domino lässt sich mit verschiedenen Mitteln den eigenen Bedürfnissen anpassen.

Eine fertige Erweiterung stellt Lotus Learningspace dar [IBM,Sch01a]. Fünf kooperative Lernmodule liefern eine integrierte Umgebung, die von einem Kursleiter betreutes Lernen im Team ermöglichen soll: Terminplan, MediaCenter, CourseRoom, Profile und Prüfungsmanager. Für Entwickler und Verwalter gibt es das „Lotus LearningSpace Forum Central“ zur Verwaltung und Pflege der Kurse, eine Medienbibliothek und Anpassungsbibliotheken zur Veränderung der Ansichten von Kursen. Im Rahmen der Evaluierung wurde ver-

sucht, ein kleines Modul für einen C++-Kurs zu erstellen. Das folgende Bild zeigt zwei hierbei verwendete Tools für Entwickler.

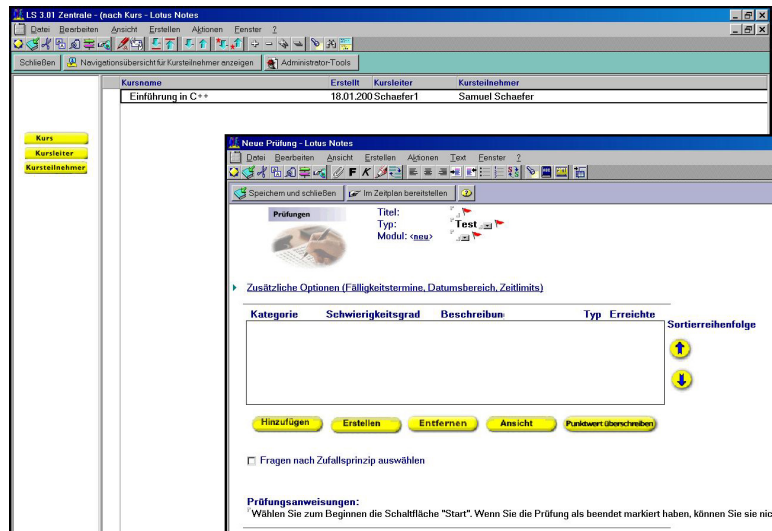


Abbildung 4.5: Learningspace-Arbeitsplatz

Der Aufbau des Systems erscheint sinnvoll, es gibt gute Kommunikationsmöglichkeiten zwischen Teilnehmern und Kursleitern, die Prüfungserstellung ist relativ einfach. Die Teilnehmerverwaltung ist sehr bequem zu handhaben. Demgegenüber stehen aber starre Strukturen und Schwierigkeiten beim Einfügen von multimedialen Dateien. Die Dokumentation ist derart umfangreich, dass man sich auch hier einarbeiten muss, außerdem leidet sie sehr unter der teilweise wortwörtlichen Übersetzung ins Deutsche, sogar fest stehende Fachbegriffe wurden nicht ausgenommen. Das größte Problem ist aber der schier erschlagende Funktionsumfang der Kombination Domino / LearningSpace. Die Einarbeitung in dieses System ist so aufwändig, dass ein Einsatz an Lehrstühlen keinesfalls möglich ist. Die Lotus-Tools sind eindeutig für große Organisationsstrukturen gedacht, die über eine kompetente IT-Abteilung verfügen, in der sich Mitarbeiter langfristig mit dem System beschäftigen. Ein Einsatz im hier benötigten Kontext scheidet also aus.

### 4.3.2 Hyperwave Information Server

Beim Hyperwave Information Server (HIS) handelt es sich um einen Datenbank-basierten Web-Server, der an der Universität in Graz entwickelt wurde und jetzt als kommerzielles Produkt von der Hyperwave AG vertrieben

wird [Hyp,Pri98]. Er wurde für den Umgang mit großen Datenmengen konzipiert und zeichnet sich vor allem durch die Art der Speicherung und Verwaltung der Daten aus.

Dokumente werden auf dem HIS nicht in Dateien sondern in Form von Objekten in einer Datenbank gespeichert. Eine HTML-Seite wird in mehreren Objekten in der Datenbank abgelegt. Alle Verweise (Links) z. B., die dort vorkommen, werden in einem separaten Objekt gespeichert. Bei einer Verschiebung, Umbenennung oder Löschung eines Dokumentes werden diese automatisch aktualisiert, so müssen bei Änderungen die betroffenen Seiten nicht korrigiert werden. Der eigentliche Inhalt wird in (mindestens) einem Objekt gespeichert, ebenso Attribute (Meta-Daten) usw.

HTML-Seiten, die ein Browser anfordert, werden vom HIS dynamisch generiert. Gesteuert wird dies durch ein in der integrierten Skript-Sprache Place und ServerSide Javascript geschriebenes Template. PLACE ist eine relativ einfache Programmiersprache, die hauptsächlich genutzt wird, um das Aussehen von Webseiten zu gestalten. Für mehr Funktionalität und Flexibilität wird ServerSide JavaScript eingesetzt. Es gibt eine große Anzahl von vordefinierten JavaScript-Objekten, auf die zurückgegriffen werden kann, um Manipulationen an Objekten durchzuführen.

Die Installation des Servers gestaltet sich sehr einfach. Es gibt für die durchaus große Anzahl an unterstützten Betriebssystemen Installationsprogramme bzw. -skripte, die bis auf die Abfrage benötigter Informationen (IP-Adresse, Name usw.) vollautomatisch ablaufen. Es gibt komfortable Tools, um Inhalte einzeln oder auch in großer Anzahl einzufügen. Die Verwaltung dieser Dokumente ist allerdings viel zu sehr auf Personen ausgelegt, die fortgeschrittene IT-Kenntnisse haben. Hier besteht Anpassungsbedarf.

Sehr attraktiv als Basissystem lässt den HIS erscheinen, dass mit den oben genannten Sprachen Place und Javascript sowohl die Präsentation von Dokumenten beeinflusst als auch zusätzliche Funktionen implementiert werden können. Die spätere Installation wird hierdurch nicht komplizierter, da außer den selbst entwickelten Skripten, die durch einfaches Kopieren zu installieren sind, keine weiteren Komponenten benötigt werden. Außerordentlich nützlich ist weiterhin die Möglichkeit, auf dem gleichen Server verschiedene Benutzeroberflächen für die gleichen Inhalte ablaufen lassen zu können. Der HIS bietet hierzu die Konfiguration virtueller Server an. So ist es z. B. möglich, eine Oberfläche zur aktuellen Benutzung und eine weitere zur Entwicklung anzulegen.

Die Einarbeitung in die Konfiguration und die Skriptsprachen ist auch von studentischen Hilfskräften in akzeptabler Zeit zu bewältigen. Dies ist allerdings nur dann notwendig, wenn Anpassungen an Oberflächen oder Funktio-

nalitäten vorgenommen werden sollen. Der reine Betrieb des Servers ist auch von IT-Laien gut zu bewältigen. Es gibt z. B. fertige Skripte, die ein vollständiges Backup der Serverinhalte anlegen.

Das Serverpaket ist für Forschung & Lehre kostenlos erhältlich. Kostenlos ist auch der Support über eine Mailing-Liste, was angesichts der sonst üblichen Konditionen bei F&L-Software außerordentlich vorteilhaft ist. Dies und die zweifellos guten technischen Eigenschaften machen dieses Produkt an dieser Stelle zur ersten Wahl.

### 4.3.3 Apache

Der Apache Web-Server ist der Standard Web-Server schlechthin [Apa]. Die weitaus meisten Sites benutzen dieses Produkt. Zu seinen Vorteilen zählen seine Geschwindigkeit und die Tatsache, dass man sehr schnell zu produktiven Ergebnissen kommen kann. Die Grundkonfiguration ist meist in kurzer Zeit erledigt. Dateien, die mit diesem System verteilt werden sollen, müssen einfach nur in bestimmten Verzeichnissen abgelegt werden. Die Rechteverwaltung kann problemlos über ASCII-Dateien in den Verzeichnissen erfolgen. Allerdings sind die erwähnten Schritte zur Verteilung von Dokumenten nicht von Benutzern durchführbar, die keine Kenntnisse über Server, Konfigurationsdateien usw. haben.

Ein Apache-Web-Server ohne weitere Zusatzmodule ist außerdem von den Funktionen her sehr eingeschränkt. Es gibt keine Linkverwaltung, die Rechteverwaltung ist außerordentlich aufwändig. Es gibt mehrere hundert Module, die sicherlich die meisten Aufgaben, die mit einem Web-Server erledigt werden können, abdecken. Z.B. wäre das Generieren von Web-Seiten zur Laufzeit wie beim HIS mit Java Server Pages möglich [PS00]. Die Installation solcher Module ist aber in vielen Fällen nicht von IT-Laien durchführbar. Die Wartung eines laufenden Systems ist mit (einzeln zu installierenden) Zusatztools relativ bequem möglich, bei einem Upgrade aber stellt sich das Problem der mangelnden Kenntnisse bei IT-Laien erneut.

Ein Einsatz scheitert nicht an den technischen Möglichkeiten, sondern auch hier an dem Mangel, das System einfach installieren und administrieren zu können.

## 4.4 Ergebnis

Die Evaluierung der Server-Software hat klar ergeben, dass als Basissystem der *Hyperwave Information Server* zum Einsatz kommen wird. Sein Vorteil, ein-

fach zu installieren und zu betreiben zu sein, hebt ihn hier klar hervor. (Eine sehr umfassende aktuelle Untersuchung aus Österreich zeigt, dass auch ohne die an dieser Stelle gültigen Randbedingungen der Hyperwave Information Server eins der besten Tools für die Wissensvermittlung ist [Sch03].) Die eigentlichen Inhalte werden klassisch aus *HTML*-Seiten bestehen, in die die Formate *PDF* für zu druckende Informationen, *MPEG* für Audio- und Video-Dateien und *Macromedia Flash* für zu entwickelnde Animationen eingebettet werden. Die Nachteile der beiden Autorensysteme, ihre Ausgaben entweder nur in proprietären Formaten produzieren zu können oder auf einen Teil der Funktionalität verzichten und erhebliche Nacharbeit leisten zu müssen, schließen sie hier von der Verwendung aus.

# 5 Implementierung

Die Implementierung des hier vorgestellten Systems ist der Entwicklung einer Anwendung auf Datenbankbasis sehr ähnlich. Die zugrunde liegenden Tools stellen eine Basisfunktionalität zur Verfügung, die elementare Aufgaben übernimmt. Darüber hinaus gehende Funktionalitäten oder angepasste Benutzeroberflächen müssen selbst entwickelt werden. Der *Hyperwave Information Server (HIS)* wird hier als Basissystem verwendet. Hinzu kommen einige weitere Tools, die entweder integriert oder angebunden werden. Im weiteren werden dann die neu entwickelten Oberflächen für die in Abschnitt 3.2 genannten Benutzergruppen und die neu entwickelten Funktionalitäten beschrieben.

## 5.1 Grundlegender Systemaufbau

Die wesentlichen Bestandteile des Gesamtsystems sind:

- *Hyperwave Information-Server*, Basissystem
- *Beliebiger Mail-Server* (der Betrieb ohne einen Mail-Server ist zwar möglich, aber nicht sinnvoll)
- *CoBrow*, Tool zum kooperativen Browsen, Chat u. a. [optional]
- *Hyperwave Java Virtual Folders*, Tool zum Einstellen und Bearbeiten einer größeren Zahl von Dokumenten [optional]
- *Hyperwave Server Tools*, für spezielle Aufgaben wie manuelle Replikation usw. [optional]
- *TRANSTEC-Extensions*, die in dieser Arbeit entwickelten neuen Funktionalitäten und Benutzeroberflächen

### 5.1.1 Hyperwave Information Server

Wie bei der Evaluierung des *Hyperwave Information Servers* in Abschnitt 4.3.2 bereits erwähnt, legt der HIS HTML-Dokumente nicht so ab, wie sie erstellt

wurden. Eine HTML-Seite wird in ihre Bestandteile aufgeteilt und in einer Datenbank gespeichert. Dieser Ansatz bewirkt, dass die gespeicherten Objekte als solche durch einen Webbrowser nicht darstellbar sind. Sie müssen erst wieder zu einer HTML-Seite zusammengefügt werden.

Diese Aufgabe übernimmt das Programm *Wavemaster*, das Bestandteil des HIS ist, siehe Abbildung 5.1. Gesteuert wird es durch ein so genanntes Template. Ein Template wird in der integrierten Programmiersprache *PLACE*, in *HTML* und *ServerSide JavaScript (SSJS)* geschrieben [HPG01]. Durch das Template wird eine „HTML-Schablone“ definiert, in die die auf dem Server gespeicherten Objekte geladen werden. Dabei kann — unter anderem — sehr genau angegeben werden, welche Bestandteile eines ursprünglichen HTML-Dokumentes verwendet werden sollen.

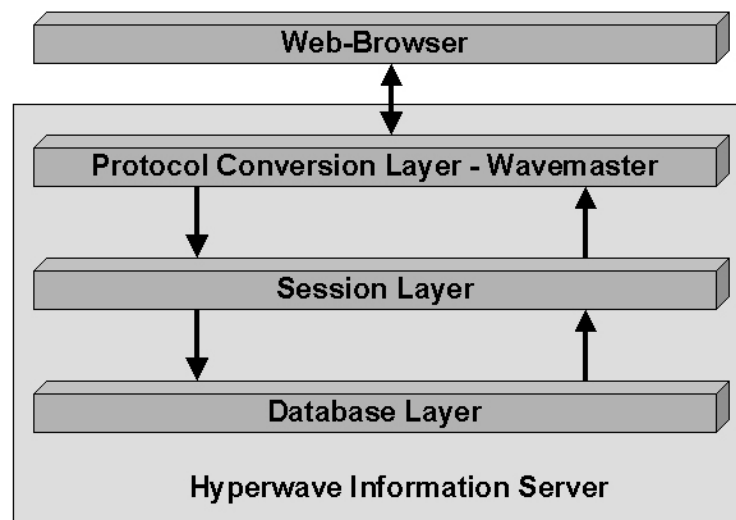


Abbildung 5.1: Schematischer Aufbau des HIS

Die Aufteilung der HTML-Dokumente in einzelne Objekte bewirkt eine Trennung von Inhalt und Darstellung. Der eigentliche Inhalt eines Dokumentes z. B. in Form eines Textes wird extrahiert und einzeln gespeichert. Formatierungsanweisungen, HTML-Header, Links usw. werden ebenfalls jeweils einzeln abgelegt. Dies ermöglicht es, das Aussehen von Dokumenten zu ändern, ohne die gespeicherten Objekte ändern zu müssen. Somit kann man die Präsentation von Informationen vereinheitlichen, in dem man nicht gewünschte Anweisungen zur Formatierung, Hintergrundfarben o.ä. nicht verwendet.

In einem HIS-Template lassen sich neue Funktionen durch die Verwendung



von JavaScript implementieren. Die Einbindung in die dargestellten Seiten geschieht analog zur Beeinflussung des Aussehens der Seiten: Die Gesamtseite besteht aus dem eigentlichen Inhalt, geladen in die vorgegebenen Formatierungsmuster, erweitert um etwa die Buttons zum Aufruf einzelner Funktionen.

Eine erste Umsetzung des Konzeptes auf Hyperwave-Basis ist in [Pop00] zu finden. Darauf aufbauend wurden die Funktionalitäten laufend weiterentwickelt. Die Beschreibungen stehen unterteilt nach Benutzer- und Funktionsgruppen in den Abschnitten 5.2.1 bis 5.2.5.

### 5.1.2 CoBrow

Zur Unterstützung synchroner Kommunikation wurde das Tool *CoBrow* integriert. *CoBrow* wurde an der Universität Ulm entwickelt und bietet Benutzern, die die gleiche Seite auf einem Server besuchen, die Möglichkeit, miteinander zu kommunizieren. Es besteht aus zwei Teilen, dem CoBrow-Server, der auch auf dem Server-Rechner läuft und einem Java-Programm, das beim Aufrufen von Seiten automatisch gestartet wird und die momentane Position jedes Nutzers auswertet. Befinden sich mehrere Nutzer auf der gleichen Seite, werden sie in Form von Symbolen im CoBrow-Fenster dargestellt. Sie können sich dann z. B. über das eingebaute Chat-Programm oder andere individuell für jeden Benutzer zu konfigurierende Kanäle (mail, Konferenz-Programm) in Verbindung setzen. Diese Funktionalität entspricht im Prinzip Messenger-Systemen wie ICQ [Esc98]. Sie ist aber hier explizit auf *einen* Web-Server und darauf liegende Seiten eingeschränkt, so dass eben *nicht* alle zur Zeit eingeloggt Benutzer angezeigt werden. Außerdem können neben den Symbolen, die den jeweiligen Teilnehmer darstellen, alle URL's eingeblendet werden, auf die er momentan zugreift. So ist es möglich, dass ein Nutzer etwa während eines Chats mitteilt, dass er eine interessante Seite gefunden hat. Durch Anklicken der URL kann der Gesprächspartner sich diese Seite sofort anschauen.

Eine genauere Beschreibung des Systems und der zugrunde liegenden Forschung findet sich in [KRS98]. Abbildung 5.2 zeigt das Hauptfenster von CoBrow. Details der Einbindung werden in 5.2.2 beschrieben.

### 5.1.3 Mail-Server

Der für den sinnvollen Betrieb des Gesamtsystems nötige Mail-Server ist nicht notwendigerweise selbst zu installieren und zu betreiben. Es reicht aus, einen beliebigen Server zur Verfügung zu haben, der den Mailverkehr der Benutzer

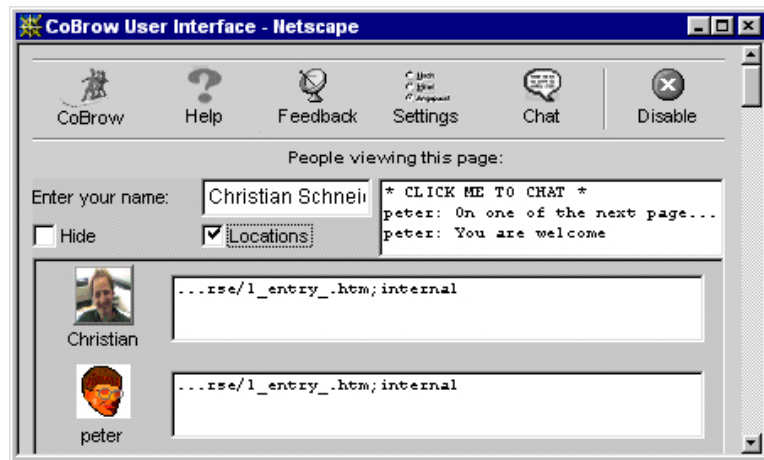


Abbildung 5.2: CoBrow Fenster

abwickelt. In vielen Fällen wird dies sogar die bessere Alternative sein, da der sonst damit verbundene Administrationsaufwand entfällt.

Im Normalfall sind für die Benutzer des Systems keine einzelnen Benutzerkonten auf dem Mail-Server notwendig. Lediglich ein Konto zum Verschicken der Bestätigungs-Mails bei der Anmeldung usw. wird gebraucht.

Sinnvoll erscheint aber, auf diesem Mail-Server Mailing-Listen anlegen zu können. Bei der Anmeldung neuer Benutzer kann vom System automatisch eine Mail an den Mailing-Listen-Manager verschickt werden, um den Benutzer sofort in eine Liste eintragen zu lassen. Siehe hierzu auch Abschnitt 5.2.5.

### 5.1.4 Hyperwave-Tools

Zur jeweiligen Server-Version gibt es bei Hyperwave passende Zusatztools. Zum einen sind dies Tools für spezielle Aufgaben wie etwa die Replikation des gesamten Server-Inhalts auf einen anderen Server oder Kommandozeilen-tools zum Verändern und Löschen von Dateien. Zum anderen gibt es ein Tool zur Manipulation der Daten auf dem Server namens *Java Virtual Folders*. Der Inhalt des Servers wird auf dem Rechner eines Benutzers dargestellt, als handele es sich um eine lokale Festplatte. Benutzt wird das Tool in diesem System zum Bearbeiten einer größeren Anzahl von Dokumenten. Sollen ganze Ordner mit Unterordnern und vielen Dokumenten auf den Server geladen werden, ist die Durchführung mit den *Java Virtual Folders* sehr leicht möglich. Allerdings erfordert die Benutzung etwas Hintergrundwissen und Nacharbeit, so dass sie dem fortgeschrittenen Benutzer vorbehalten bleibt.

Abbildung 5.3 zeigt die Oberfläche und einen Dialog zum Editieren von Dokument-Attributen.

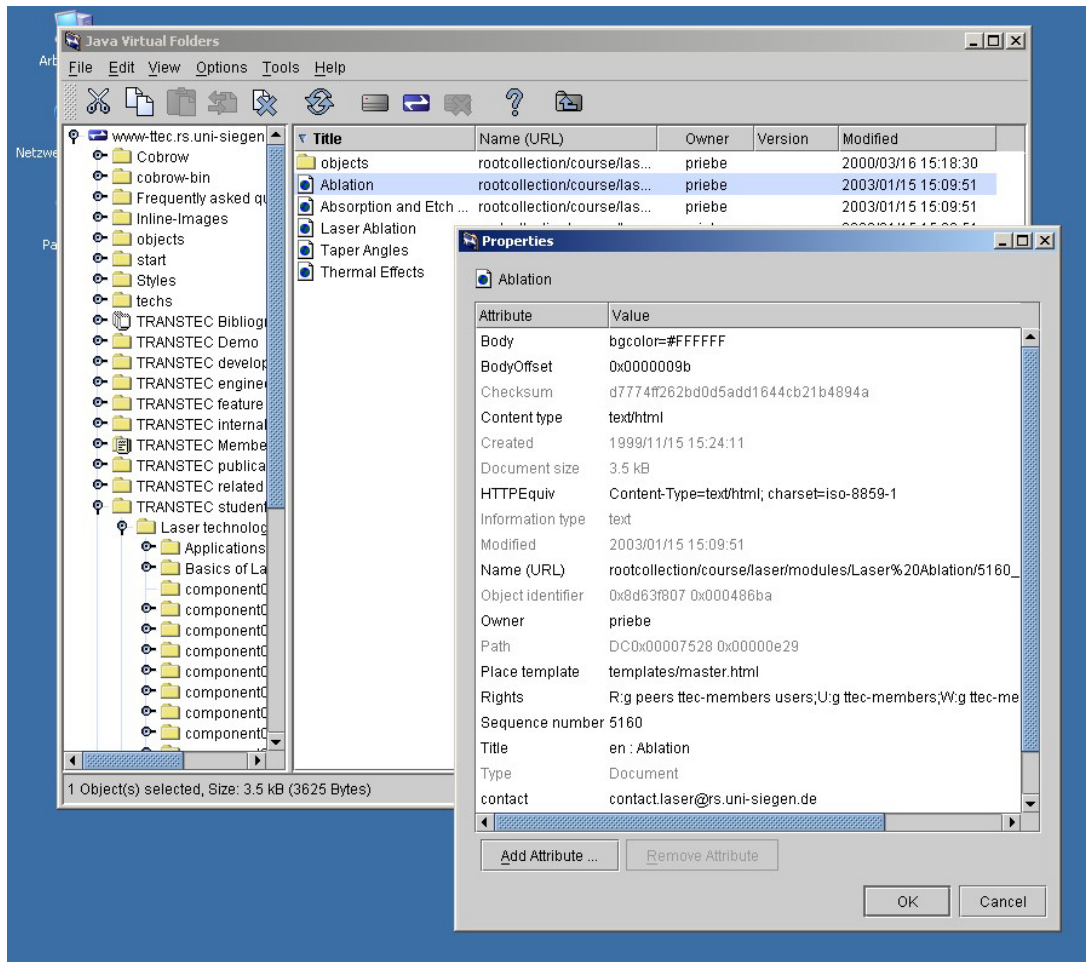


Abbildung 5.3: Hyperwave Java Virtual Folders

Mit den *Java Virtual Folders* lassen sich zwar z. B. größere Datenbestände von anderen Servern migrieren, es fehlen aber dann einige für das hier vorgestellte System wichtige Attribute. Um sie nicht alle einzeln mit dem gezeigten Dialog erstellen zu müssen, wurden für Autoren neue Funktionen implementiert, die dies einfach für mehrere Dokumente gleichzeitig möglich machen, siehe hierzu Abschnitt 5.2.3.

## 5.2 Entwickelte Funktionen und Oberflächen

Wie bereits erwähnt, ähnelt die Entwicklung von Applikationen auf dem Hyperwave Information Server der Entwicklung von Datenbank-Anwendungen. Alle im folgenden beschriebenen Oberflächen und Funktionalitäten sind in Form von neu entwickelten Templates realisiert, die auf dem HIS ausgeführt werden. Neben den sichtbaren wurden im entwickelten Template auch im Hintergrund ablaufende bzw. nicht explizit aufrufbare Funktionen implementiert. Die im Konzept geforderte Verlinkung von Dokumenten während der Laufzeit zählt ebenso dazu wie die Erstellung jederzeit aktueller Inhaltsverzeichnisse.

Grundlage der Implementierung ist eine „dynamische“ Dokument-Struktur, die in Grundzügen vom HIS bereitgestellt, hier aber deutlich erweitert wird. Informationen über z. B. Vorgänger und Nachfolger einer Seite werden zum Zeitpunkt einer Anfrage aktuell berechnet. Während beim HIS in der Standard-Form davon ausgegangen wird, dass Dokumente untereinander verlinkt sind, ist dies im vorliegenden System nicht notwendig. Dokumente benötigen keine Links, um trotzdem in einer vorgegebenen Abfolge präsentiert werden zu können. Links können sehr leicht zusätzlich graphisch eingefügt werden. Auch Inhaltsverzeichnisse werden jeweils aktuell erstellt. Damit ist gewährleistet, dass Benutzer immer gültige Informationen gezeigt bekommen und dass sich Autoren um die (technische) Einbettung von Inhalten in den Kontext nicht kümmern müssen.

Im Folgenden werden die Entwicklungen gruppiert vorgestellt. Den für alle Gruppen von Benutzern zugänglichen folgen die für spezifische Aufgabebereiche angepassten Funktionalitäten. Das System wird anhand einer konkreten Anwendung erläutert, alle gezeigten Screenshots sind auf dem Server entstanden, der im Rahmen des TRANSTEC-Projektes genutzt wird.

### 5.2.1 Allgemeine Funktionen

Wie im Konzept gefordert, präsentiert sich die Homepage des Servers in Form einer Übersichtsseite, siehe Abbildung 5.4.

Neben der Beschreibung des Projektes finden sich hier Informationen über das System und seine Verwendung sowie ein Anmeldeformular für neue Benutzer. In diesem Anmeldeformular werden alle benötigten Daten erfragt und anschließend an den Systemadministrator übermittelt.

Der Administrator verfügt dann über Funktionen, diesen Benutzer abzulehnen oder aber seine Daten zu übernehmen, ihn im System anzulegen und gleichzeitig in Mailing-Listen einzutragen (siehe Abschnitt 5.2.5).



Abbildung 5.4: TRANSTEC-Homepage

Nach dem Einloggen präsentiert sich allen Benutzern eine weitere Übersichtsseite (siehe Abbildung 5.5), dies ist die Hauptseite des TRANSTEC-Projekts. Von dieser Stelle aus erreicht man alle auf dem Server abgelegten Inhalte und die in den folgenden Abschnitten beschriebenen Funktionalitäten für Benutzer, Autoren, Tutoren und Administratoren.

Die hinter den Links liegenden Seiten bzw. Funktionen sind nicht unbedingt für jeden Benutzer zu erreichen. Hier wird das vom HIS zur Verfügung stehende Rechte-Management benutzt. Beim Anlegen eines Benutzers wählt der Administrator eine Gruppe aus, zu der er gehören soll. Abhängig davon werden die Links bzw. Funktionen auf dem Server freigegeben oder gesperrt. Die Rechte sind hierarchisch angelegt bzw. werden durch Vererbung definiert. „Normale“ Benutzer haben grundsätzlich nur Lese-Rechte auf bestimmte Inhalte. Tutoren dürfen darauf aufbauend Dokumente lesen und in gewissen Grenzen verändern (Links einfügen oder löschen, Attribute editieren usw.). Autoren dürfen neue Dokumente anlegen, vorhandene verändern und löschen (sofern sie die Eigentümer sind), neue Strukturen anlegen und bestehende in Grenzen variieren. Administratoren haben grundsätzlich alle Rechte sowohl an Dokumenten als auch an Benutzern.

Die Mechanismen zur Vergabe der Rechte sind alle neu implementiert, um der geforderten Benutzerfreundlichkeit gerecht zu werden. Die HIS-eigene Benutzerverwaltung ist zwar mächtig in der Funktionalität, an dieser Stelle aber



Abbildung 5.5: Haupt-Übersichtsseite

völlig überdimensioniert (für fortgeschrittene Administratoren wurde sie im Admin-Menü integriert), siehe Abschnitt 5.2.5.

### Integrierte Mikrotechnik-Tools

Neben der umfangreichen Präsentation von Wissen über die Mikrosystemtechnik, unterschiedlich aufbereitet für Studenten und Ingenieure, wurden einige Tools beispielhaft integriert. Das Technology-Selection-Tool ermöglicht die Auswahl einer bestimmten Fertigungstechnik anhand vorgegebener Kriterien, siehe Abbildung 5.6.

Dieses Programm wurde direkt im Template in JavaScript implementiert. Es basiert auf einer Tabelle, in der spezifische Eigenschaften einzelner Technologien festgehalten wurden, z. B. maximale Höhe von mikrotechnischen Strukturen, gewünschte Stückzahl oder Rauigkeit der Produktoberfläche. Nach der Auswahl einiger Parameter wird ein Vorschlag unterbreitet, mit welcher Technologie sich die geforderten Produkteigenschaften verwirklichen lassen. Hier können durchaus mehrere Technologien angegeben sein. Durch zusätzliche eingegebene Parameter lässt sich dann die Auswahl weiter eingrenzen.

Den Aufruf externer Programme demonstriert das Design-Tool „Syli“. Hier wird ein in Fortran geschriebenes Programm zur Berechnung der Dosis unterhalb eines Absorbers abgeschiedener Röntgenstrahlen bei bestimmten Rahmenbedingungen aufgerufen, das auf dem Server läuft und das sein Ergebnis

Technology Selection Tool	
Quantity to produce	not specified
Materials for product	<input type="checkbox"/> Metal <input type="checkbox"/> Plastics <input type="checkbox"/> Ceramics <input type="checkbox"/> Others
Structure height	not specified
Minimum feature size	not specified
Highest aspect ratio	not specified
Type of structures	<input type="checkbox"/> Holes <input type="checkbox"/> Pins <input type="checkbox"/> Slits <input type="checkbox"/> Footbridges <input type="checkbox"/> Circles <input type="checkbox"/> Complex structures
Number of structural elements	not specified
Surface roughness	not specified
Corner radii	not specified
Form accuracy	not specified
Position accuracy	not specified

Abbildung 5.6: Technology-Selection-Tool

nach der Berechnung per mail an den Benutzer sendet, siehe Abbildung 5.7.

Die Berechnung der Ergebnisdaten dauert auch auf sehr schnellen Rechnern mehrere Minuten, daher und zur Demonstration der technischen Möglichkeiten wurde die Ausgabe in Form einer mail gewählt.

Ein weiteres komplexes Tool ist InterLido, ein in Java geschriebenes Programm zur Überprüfung von Fertigungsdaten in der Mikrotechnik. InterLido basiert auf einem für die Mikrotechnik erstellten Entwurfs-Modell und wird eigenständig weiterentwickelt [Pri95, BDHP96, BHP96, BHPS99b, BHP99a, BHPS99a, BHP+99b, BHPS00]. Es kann sowohl Layout-Dateien auf die Verletzung von Design-Rules überprüfen als auch die zur Fertigung notwendigen Prozessschritt-Abfolgen generieren und auf Konsistenz überprüfen.

### Sonstige Funktionen

Die Funktion „Last visited page“ ermöglicht es Benutzern, ihre letzte Sitzung zu restaurieren. Sie können dann an der Stelle weiterarbeiten, an der sie das System bei ihrem letzten Besuch verlassen haben. Es ist nicht nötig, sich abzumelden, die jeweils zuletzt besuchte Seite wird automatisch mitgeführt. Die notwendigen Daten werden zusammen mit anderen benutzerspezifischen Daten auf dem Server abgespeichert, siehe dazu die Beschreibung der Funktionalität des Inhaltsverzeichnisses in Abschnitt 5.2.2. Sollte es nötig sein, die Benutzerdaten zu löschen, kann dies auf der Optionen-Seite veranlasst werden.

## 5 Implementierung

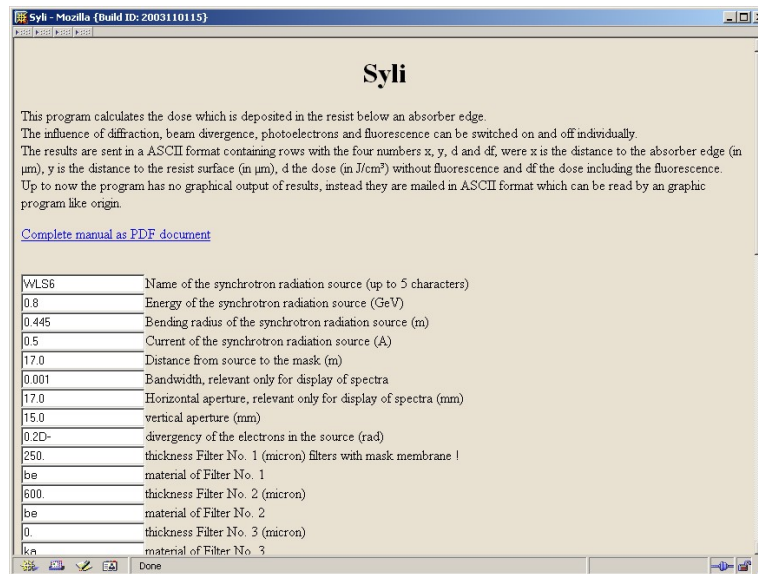


Abbildung 5.7: Design-Tool Syli

Auf der „Options“-Übersichtsseite lässt sich außerdem der Pfad zur TRANSTEC Media-CD-ROM angeben. Die TRANSTEC Media-CD-ROM enthält alle größeren Mediendateien, die auf dem Server abgelegt wurden. Betrachtet ein Benutzer eine der Seiten, die eine solche Mediendatei referenzieren, wird vor einem Download der Datei zuerst die Media-CD untersucht, ob sich die Datei dort findet. Ist die Abfrage erfolgreich, wird die Datei von der CD geladen, wenn nicht, startet der Download vom Server. Gesteuert wird diese Funktion durch ein Attribut, das der Autor bei der Erstellung einer Seite vergibt. Soll die Media-CD abgefragt werden, wird das Attribut gesetzt. Ist die auf der CD/DVD enthaltene Datei veraltet, kann der Autor durch Löschen des Attributes einen Download vom Server erzwingen.

Die auf der Übersichtsseite außerdem zu findende FAQ ist in ihrem Aufbau identisch mit der Wissenspräsentation, siehe Abschnitt 5.2.2.

### 5.2.2 Funktionen für Benutzer

Auch dem Benutzer präsentiert sich eine Übersichtsseite. Auf dieser Seite werden in diesem Beispiel die verschiedenen Technologien zur Auswahl gestellt, über die Informationen vorliegen, siehe Abbildung 5.8.



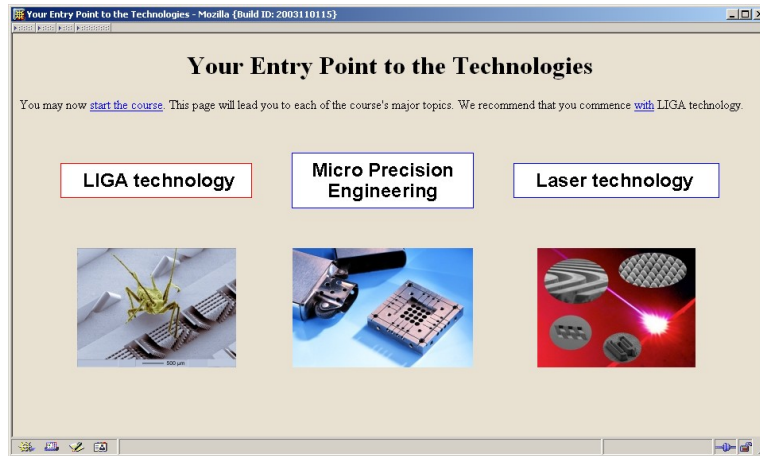


Abbildung 5.8: Themen-Übersichtsseite

### Darstellung

Nach Auswahl eines Themas gelangt man erstmalig auf eine Seite, die der Präsentation von Inhalten dient. Es gibt zwei verschiedenen Typen von darstellbaren Seiten. Im Lösungs-Konzept wurde gefordert, Informationen, die am Bildschirm nicht sinnvoll lesbar sind, weil sie etwa zu lang sind, in einem explizit druckbaren Format zum Download bereitzustellen. Hierzu dient die Darstellungsart in Abbildung 5.9.

Für am Bildschirm anzeigbare Informationen dient die Darstellung, wie sie Abbildung 5.10 zeigt. Beide Präsentationsformen unterscheiden sich nur in der Anzeige des Inhalts, die Funktionalitäten sind ansonsten gleich, im Weiteren wird daher nicht zwischen ihnen unterschieden.

Im oberen Teil des Hauptfensters befindet sich der Titel der aktuellen Seite. Links daneben erscheint (optional) ein kleines Bild (Icon), das als Symbol für das aktuelle Kapitel steht. In der Mitte wird der eigentliche Inhalt der Seite angezeigt. Der Rand wurde eingerückt, um die Lesbarkeit des Textes zu erhöhen bzw. um dem Auge Raum zum Ausruhen zu bieten. Im unteren Teil des Bildschirms befindet sich die Funktionsleiste (siehe Abbildung 5.11).

### Navigation

Für jeden inhaltlichen Bereich gibt es einen „recommended path“ oder auch Referenzpfad, der den Benutzer führen kann. Der Autor hat hier eine Sequenz vorgegeben, die er bei der Erarbeitung des vorliegenden Stoffes für sinnvoll hält. Die zwei ersten Elemente der Navigationsleiste „Prev“ und „Next“ die-

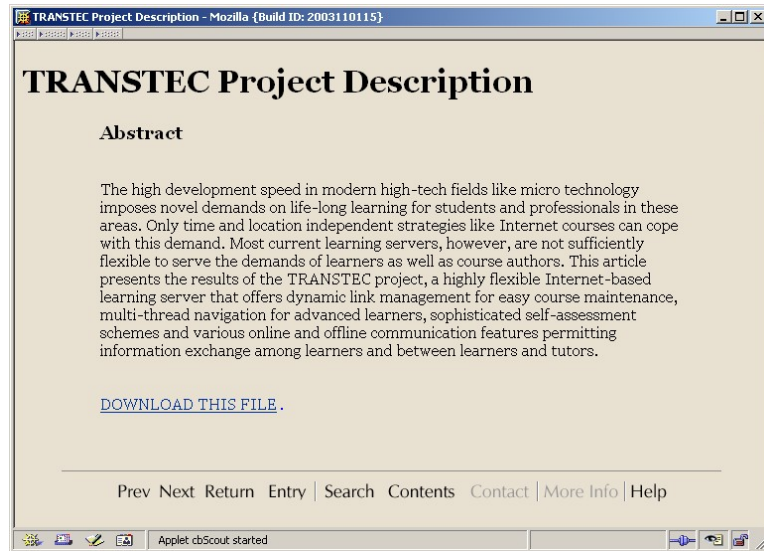


Abbildung 5.9: TRANSTEC Seite mit Abstract und Download-Link



Abbildung 5.10: TRANSTEC Seite zum Thema Lasertechnologie

Abbildung 5.11: Navigationsleiste

nen der Navigation auf diesem Pfad. Die Buttons werden je nachdem, ob vorherige oder nachfolgende Seiten existieren, vom Autor aktiviert oder deaktiviert. Das Durchblättern der Seiten mit diesen Elementen entspricht dem seitenweisen Lesen in einem Buch. Diese Präsentationsweise wurde gewählt, um der im Lösungskonzept gestellten Anforderung einer eher klassischen Darstellung in Anlehnung an Bücher nachzukommen.

Zur Realisierung werden die Dokumente in einer baumartigen Struktur abgespeichert. Dokumente entsprechen Blättern in einem Baum, zusammenfassende Kapitel inneren Knoten. Im Gegensatz zur Definition eines Baumes im mathematischen Sinne ist aber die Reihenfolge der Nachfolger durch die Vergabe von Attributwerten dynamisch. Durch Angabe einer Sequenznummer kann ein Dokument genau platziert werden. Die Berechnung von Vorgänger- oder Nachfolgerdokumenten erfolgt nun einfach durch das Suchen des Dokumentes mit der nächstkleineren bzw. -größeren Sequenznummer. Vorwärts- oder Rückwärtsblättern in Inhalten entspricht also dem Aufrufen des berechneten nächstliegenden Dokumentes. Wird dieses nächstliegende Dokument gelöscht oder verschoben, ergibt sich automatisch ein anderes als neuer Vorgänger oder Nachfolger. Hierdurch wird erreicht, dass sich Autoren bei der Erstellung von Materialien nicht darum kümmern müssen, welche Vorgänger- bzw. Nachfolgerdokumente für die aktuelle Seite evtl. schon vorhanden sind oder noch erstellt werden müssen. Diese Vorgehensweise vermindert den Aufwand und somit die Kosten zur Verwaltung der Dokumente erheblich.

Neuartig ist die Möglichkeit, sich völlig frei auf dem Server durch die Materialien bewegen zu können, ohne befürchten zu müssen, sich zu verlieren. Bewegt man sich z. B. durch Verweise auf andere Seiten aus dem Referenzpfad heraus, wird der Button „Return“ aktiv. Seine Funktion ist es, den Benutzer gegebenenfalls wieder auf den Referenzpfad zurückzuführen. Sollte das Verfolgen eines Links auch nach mehreren weiteren Seiten nicht zur gewünschten Information geführt haben, entfällt das aufwändige wiederholte Benutzen des „Back“-Buttons im Browser. Das Betätigen des „Return“-Buttons bewirkt die Darstellung der Seite, auf der vom Referenzpfad abgewichen wurde.

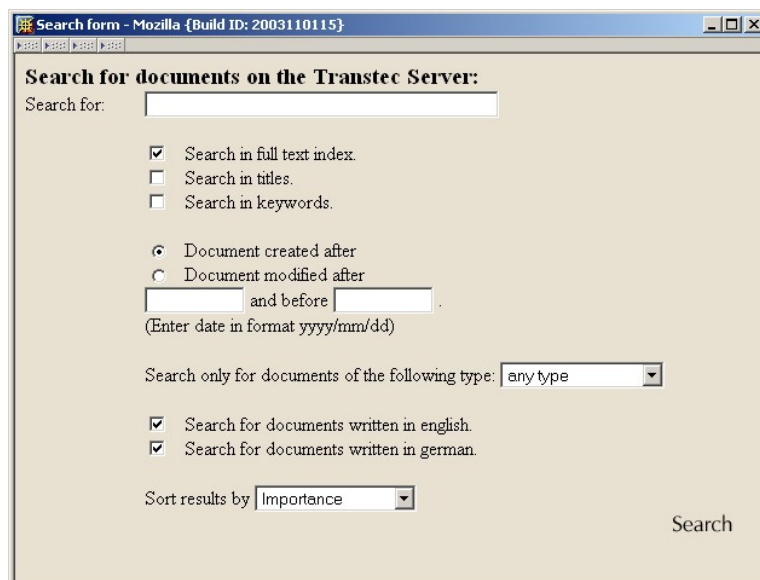
Umgesetzt wird diese Funktion durch den ständigen Vergleich der Bewegungen des Benutzers auf dem Server mit dem Referenzpfad. Navigiert der Benutzer auf eine Seite, die nicht der Nachfolger der aktuellen Seite ist, wird

eine Referenz auf die verlassene Seite auf einem Stack gespeichert. Das Betätigen des „Return“-Buttons entspricht dann dem Aufruf der „pop“-Funktion des Stacks. Die oberste Referenz wird geholt und die dazugehörige Seite dargestellt. Auf diese Weise gibt es eine elegante Möglichkeit, auch über mehrere Ebenen hinweg wieder zum Ausgangspunkt seiner Sprünge im Material zu finden.

Zum vollständigen Verlassen der in dieser Form dargestellten Materialien dient der „Entry“-Button. Er findet sich auf jeder Seite (auch auf den Übersichtsseiten) und dient zur unmittelbaren Navigation zur oben beschriebenen Hauptübersichtsseite. Die Benennung wurde explizit so gewählt, da es einerseits schon eine Belegung des Begriffs „Home“ in den Browsern gibt und andererseits die „Home“-Page des Projektes mit der „Entry“-Page nicht identisch ist.

### Suchfunktion

Die über den „Search“-Button erreichbare Suchfunktion (Abbildung 5.12) lässt sich sehr genau an die Bedürfnisse des Benutzers anpassen. Es sind Einschränkungen des Suchbereichs auf Inhalt, Titel oder Keywords eines Dokumentes möglich. Sollen nur Dokumente gefunden werden, die bestimmten Kriterien bezüglich ihrer Erstellung genügen, können Ausschlussdaten angegeben werden.



Search form - Mozilla {Build ID: 2003110115}

Search for documents on the Transtec Server:

Search for:

Search in full text index.  
 Search in titles.  
 Search in keywords.

Document created after  
 Document modified after  
 and before   
(Enter date in format yyyy/mm/dd)

Search only for documents of the following type:

Search for documents written in english.  
 Search for documents written in german.

Sort results by

Search

Abbildung 5.12: Suchdialog

Wenn der Typ eines Dokuments bekannt ist, kann dieser zur Einschränkung der Treffermenge noch spezifiziert werden. Die Suchfunktion gibt nicht nur die Fundstellen eines Ausdrucks zurück, sondern auch die Relevanz des Dokuments zum Suchbegriff. Dies ist die Voreinstellung für die Liste der Suchergebnisse, es lassen sich hier aber auch Attribute wie Autor, Erstellungszeitpunkt oder Titel als Sortierkriterium angeben.

Wurden Dokumente gefunden, die den geforderten Kriterien entsprechen, werden sie in einem Fenster aufgelistet, siehe Abbildung 5.13.

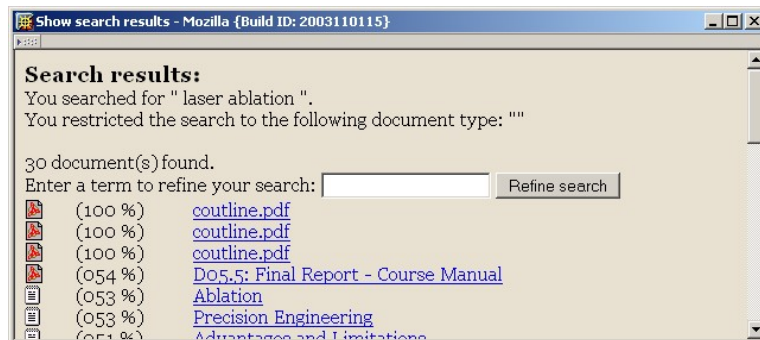


Abbildung 5.13: Auflistung der Suchergebnisse

Die Auflistung erfolgt in Form von direkt anwählbaren Links. Sollte es sich bei dem gefundenen Dokument um eine HTML-Seite handeln, wird der Suchbegriff bei der Anzeige der Seite farbig hervorgehoben (siehe Abbildung 5.14).

Der Dialog zur Eingabe der Suchparameter und die Anzeige der Ergebnisse wurden gegenüber dem Original des HIS neu implementiert, um einerseits die Anfrage besser formulieren zu können und andererseits das im Konzept geforderte durchgehende Look-and-Feel zu erreichen. Die Anfrage wird an die im HIS integrierte Suchmaschine weitergereicht, die Ergebnisse von dort übernommen und dann zur Anzeige aufbereitet.

### Inhaltsverzeichnis

Einer der wesentlichen Bestandteile des implementierten Templates ist das Inhaltsverzeichnis. Hier wurden viele neuartige und komfortable Funktionen untergebracht, die die Benutzerfreundlichkeit dieses Systems gegenüber anderen Systemen deutlich erhöhen.

Der dazugehörige „Contents“-Button öffnet ein Fenster mit dem Inhaltsverzeichnis des gerade angezeigten Themenbereichs. In diesem Verzeichnis sind alle Seiten und Unterkapitel des aktuellen Kontextes als Links aufgelistet. Ent-

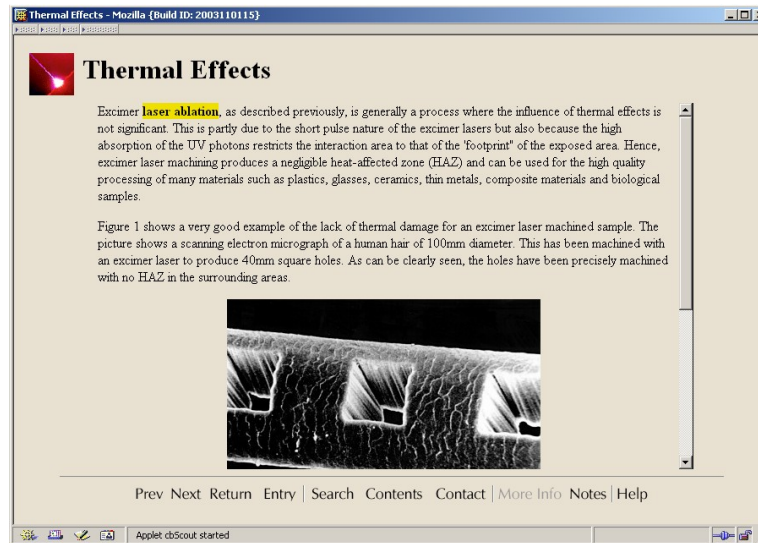


Abbildung 5.14: Anzeige eines Dokuments mit hervorgehobenem Suchbegriff

sprechend der oben beschriebenen Darstellung der Suchergebnisse können auch hier Seiten direkt angesprungen werden, siehe Abbildung 5.15.

Werden Links angeklickt, die Kapiteln entsprechen, so öffnen sich diese. Gleichzeitig wird der im Haupt-Fenster dargestellte Inhalt angepasst. Gegenüber den Windows-Explorer-ähnlichen Verzeichnisanzeigen anderer Systeme wird mit dieser Form des Inhaltsverzeichnisses eine wesentliche Erhöhung der Übersichtlichkeit erreicht. Je nachdem, ob eine Bewegung in der Baumstruktur nach oben oder unten erfolgt ist, werden obere Hierarchie-Ebenen aus- oder eingeblendet. Nicht relevante Teile des Inhaltes werden so gar nicht erst angezeigt. Sie sind trotzdem mit wenigen Mausklicks erreichbar.

Neben den Links für einzelne Seiten werden weitere Symbole angezeigt. Gegebenenfalls markiert ein Haken, dass der Benutzer diese Seite bereits besucht hat. Die aktuelle Seite ist durch einen blauen Pfeil gekennzeichnet. Wenn die Seite seit dem letzten Besuch des Benutzers verändert wurde, taucht eine kleine Uhr auf. Für jede Seite kann der Benutzer außerdem durch Anklicken des „C“-Buttons einen kurzen Kommentar ablegen. Details zur Implementierung dieser Funktionen finden sich in [PR01]. Alle hier beschriebenen Informationen werden individuell für jeden angemeldeten Benutzer auf dem Server gespeichert. Bei einem Zugriff von einem anderen Rechner zu einem späteren Zeitpunkt erhält man also immer sein eigenes gültiges Inhaltsverzeichnis mit seinen eigenen Kommentaren.

Der Aufbau des Inhaltsverzeichnisses geschieht — analog zur Handhabung

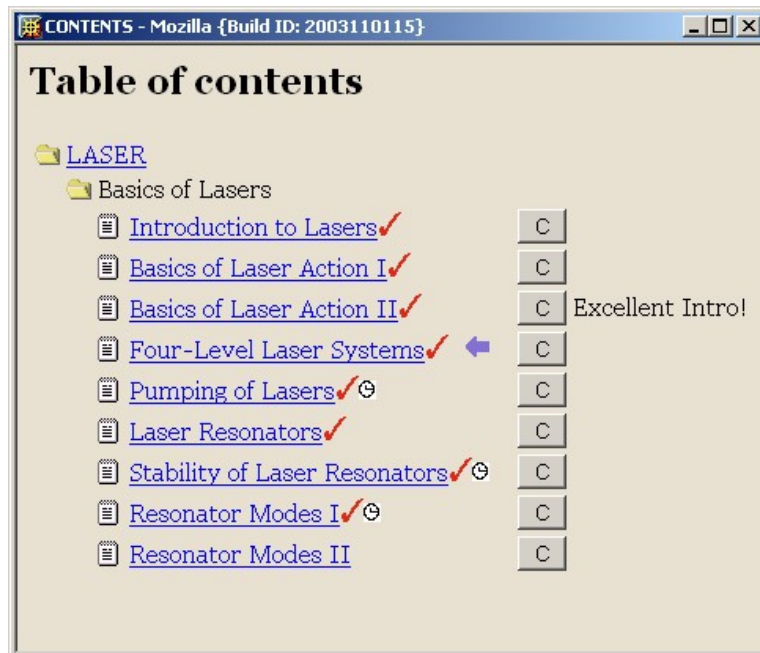


Abbildung 5.15: Inhaltsverzeichnis

der Navigations-Buttons — dynamisch. Die Sequenznummern der Dokumente im aktuellen Kontext werden ausgewertet und dementsprechend Links im Inhaltsfenster erzeugt. Das Abspeichern der Informationen erfolgt in Dateien auf dem Server. Jeder Benutzer erhält so seine persönliche „History“, in der alle besuchten Seiten mit dem letzten Aufrufzeitpunkt vermerkt sind. Daraus ergibt sich auch der Vorteil der Ortsunabhängigkeit des Zugriffs. Die Benutzer können beliebige Rechner verwenden, alle Informationen werden zentral und nicht lokal gespeichert.

Auch für die Betreiber des Systems ergeben sich hier deutliche Vorteile gegenüber technisch einfacheren Lösungen wie normalen Web-Servern. Die Erstellung der Inhaltsverzeichnisse geschieht vollautomatisch zur Laufzeit des Systems. Auch nach Änderungen an den Inhalten auf dem Server sind keine manuellen Eingriffe nötig, um die Verzeichnisse zu aktualisieren. Benutzer werden selbsttätig darüber informiert, dass Änderungen an Dokumenten vorgenommen wurden. Es entstehen somit keine Kosten für die Nachbearbeitung.

### Notizfunktion

Benötigt man mehr Platz für Notizen als im Inhaltsverzeichnis vorhanden oder sollen Notizen für eine ganze Gruppe von Benutzern verfügbar sein, erreicht man über den „Notes“-Button einen Dialog, der hierzu Funktionalitäten bietet. Ergänzt wird der „Notes“-Button ggf. um ein Fähnchen-Symbol. Dieses Symbol wird immer dann angezeigt, wenn bereits Notizen zu der aktuellen Seite vorliegen. Das Fenster in Abbildung 5.16 zeigt, welche Möglichkeiten der Notizablage vorhanden sind.

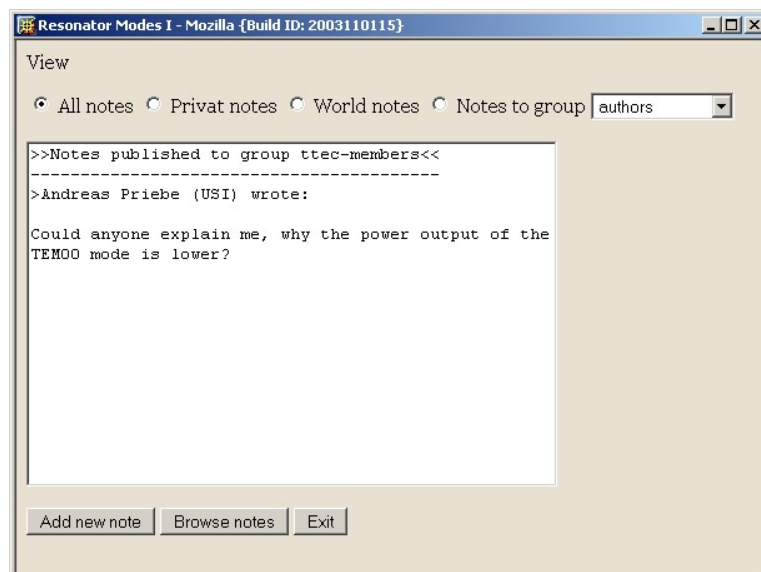


Abbildung 5.16: Notiz-Funktion

Notizen können hier entweder privat, für alle Nutzer des Systems oder für eine bestimmte Gruppe angelegt werden. Das Beispiel zeigt eine auf die Gruppe „ttec-members“ beschränkte Notiz. Es lassen sich neue Notizen hinzufügen und über den Notes-Browser auch löschen. Das Anlegen von Notizen kann grundsätzlich nicht anonym durchgeführt werden, es wird immer die Beschreibung des Benutzers eingefügt. Die Notes werden in für die Benutzer nicht sichtbaren Seiten auf dem Server angelegt, so dass auch sie von jedem Arbeitsplatz aus aufgerufen werden können. Mit ihnen können die in klassischen Büchern vorhandenen Möglichkeiten des an-den-Rand-Schreibens, des Eselsohren-Knickens oder des Einklebens von Post-it-Zettelchen nachempfunden werden, auch wenn ihre Handhabung in diesem Fall nicht so einfach und weniger schnell ist.



## Kommunikation

Wenn Fragen zum Inhalt auftreten, kann ein Benutzer über den „Contact“-Button entweder den Autor dieser Seite oder den dafür zuständigen Tutor erreichen. Es ist technisch gleichgültig, ob hier eine mail-Adresse, eine newsgroup, ein Konferenz-System oder ein Chat-Tool angegeben ist, in den allermeisten Fällen erscheint die Verwendung von asynchroner mail am sinnvollsten. Konfiguriert wird die hinter dem Button liegende Funktion über ein Attribut des dazugehörigen Dokumentes.

Wollen Benutzer synchron miteinander kommunizieren, kommt das integrierte Tool CoBrow (siehe 5.1.2) zum Einsatz. Wie bereits beschrieben, dient CoBrow nicht nur der synchronen Kommunikation via Chat sondern auch dem gemeinsamen Browsen. Es startet kleine Java-Applets, die bei den Benutzern laufen und dem CoBrow-Server ständig die aktuelle URL übermitteln. Die Auswertung der URLs ergibt dann evtl. Gruppen von Benutzern, die sich auf der gleichen Seite des Servers befinden. Die in CoBrow enthaltene Funktionalität, nicht nur Benutzer anzuzeigen, die sich auf exakt der gleichen Seite befinden, sondern auch auf Seiten, die durch wenige Links erreichbar sind, kann auf dem HIS nicht verwendet werden. CoBrow kann die vom HIS in ihre Bestandteile zerlegten und wieder zusammengesetzten Seiten nicht korrekt analysieren. Der Quelltext von CoBrow ist zwar offen gelegt, im Sinne der Benutzerfreundlichkeit wurde hier aber darauf verzichtet, selbst Anpassungen vorzunehmen. Dies hätte bedeutet, dass es eine „Spezialversion“ von CoBrow für die Verwendung mit Hyperwave hätte geben müssen, die dann nicht mehr vom ursprünglichen Entwickler gewartet und supported werden kann.

Da somit ohnehin Anpassungsarbeiten erforderlich waren, wurde auch eine Verbesserung der Funktionalität implementiert. Von CoBrow wurde die Basisfunktionalität verwendet, die notwendigen Anpassungen bzw. Änderungen an der Funktionalität wurden selbst vorgenommen. CoBrow verfolgt in der originalen Version alle Links auf einer Seite bis zu einer einstellbaren Tiefe. Damit werden unter Umständen auch Benutzer angezeigt, die Seiten besuchen, die zwar „örtlich nahe liegen“, thematisch aber unpassend sind. Sinnvoll ist, dass sich alle Benutzer „sehen können“, die sich im gleichen Themenbereich befinden. Hierzu wird durch das entwickelte Template auf dem HIS eine eigene „dummy page“ für jeden Themenbereich erzeugt. Diese wird in einem unsichtbaren Frame geladen. CoBrow interpretiert dieses Konstrukt nun so, als befänden sich alle Benutzer auf der exakt gleichen Seite und zeigt sie gegenseitig in Symbolform an. So entstehen für die Benutzer themenspezifische Chat-Räume, die von Autoren beliebig festgelegt werden können (siehe hierzu auch Abschnitt 5.2.3).

### Sonstige Informationen

Hat ein Autor zu einer Seite weiterführendes Material, das nicht direkt in den sonstigen Kontext passt, kann er es über den „More Info“-Button anbieten. Es ist gleichgültig, ob es sich hierbei um eine Sequenz von HTML-Seiten, eine Literaturliste oder ein PDF-Dokument handelt.

An dieser Stelle lässt sich die Funktionalität des „Return“-Buttons verwenden. Wählt ein Benutzer den „More-Info“-Button aus und stellt nach dem Betrachten einiger Seiten fest, dass die Informationen irrelevant sind, kann er mit dem „Return“-Button an genau die Stelle zurückspringen, von der er ausgegangen ist.

### 5.2.3 Unterstützung für Autoren

Eine außerordentlich hohe Bedeutung kommt den Funktionen für Autoren zu. Das ausgefeilteste System ist nutzlos, wenn sich Inhalte nur schlecht einstellen oder aufwändig pflegen lassen. Es wird früher oder später mangels Benutzerinteresse nicht mehr verwendet werden. Im Folgenden werden Funktionen vorgestellt, die dafür entwickelt wurden, sowohl das Einstellen von Informationen als auch ihre spätere Pflege möglichst einfach und schnell durchführen zu können [Paw02]. Wie im Konzept gefordert, sind diese Funktionen vor allem darauf ausgelegt, auch von IT-Laien bedienbar zu sein. Für fortgeschrittene Benutzer werden sehr umfangreiche Möglichkeiten angeboten, die aber im Gegensatz zu den Funktionen für IT-Laien nicht neu implementiert sondern aus dem originalen Hyperwave-Template übernommen werden.

Auf der Übersichtsseite für Autoren werden zwei verschiedene Gruppen von Funktionalitäten angeboten, siehe Abbildung 5.17. Links finden sich Möglichkeiten, neue Inhalte einzustellen, auf der rechten Seite sind die Funktionen zur Wartung und Veränderung bestehender Daten untergebracht.

### Funktionen zum Einstellen von Inhalten

Wie bereits bei der Beschreibung der Benutzer-Funktionen dargelegt, werden Dokumente auf dem Server in einer baumartigen Struktur abgelegt. Kapiteln in Büchern entsprechen innere Knoten in der Struktur. Mit „Create Collection“ kann ein Autor einen solchen inneren Knoten auf dem Server anlegen. Der Name „Collection“ wurde vom Hersteller des Hyperwave Information Servers definiert und soll hier der Konsistenz halber verwendet werden. Collections entsprechen im wesentlichen Ordnern in Dateisystemen.



Abbildung 5.17: Übersichtsseite für Autoren

Der Dialog benötigt lediglich drei Angaben: den Namen der Collection (entspricht dem Kapitelnamen), den Speicherort (Einordnung in die Struktur) und den Typ (welche Objekte in dieser Collection abgelegt werden sollen), siehe Abbildung 5.18.

Um den Speicherort einer Collection nicht von Hand eingeben zu müssen, wurde die Möglichkeit des Browsens durch das Dateisystem vorgesehen. Hier wurde ein neuer Dialog kreiert, der sehr schnell und vor allem eindeutig zu bedienen ist. In diesem Dialog werden die vorhandenen Collections und HTML-Dokumente ähnlich der bekannten Explorer-Darstellungen der Betriebssysteme angezeigt, siehe Abbildung 5.19.

Ein Klick auf ein Pluszeichen links neben einer Collection öffnet diese, so dass alle enthaltenen Untercollections und HTML-Dokumente sichtbar werden. Zwischen allen Objekten befindet sich der Verweis „here...“. Die Auswahl des Links bewirkt, dass die neue Collection genau an dieser Position erzeugt wird, schließt das Fenster und setzt das Feld „Insert into“ mit dem entsprechenden Wert.

Der Typ einer Collection bestimmt einige Eigenschaften. So werden Dokumente in einer Collection vom Typ „Normal“ vollständig angezeigt. Sie entsprechen den Dokumenten, die in Abschnitt 5.2.2 gezeigt wurden. Dokumente

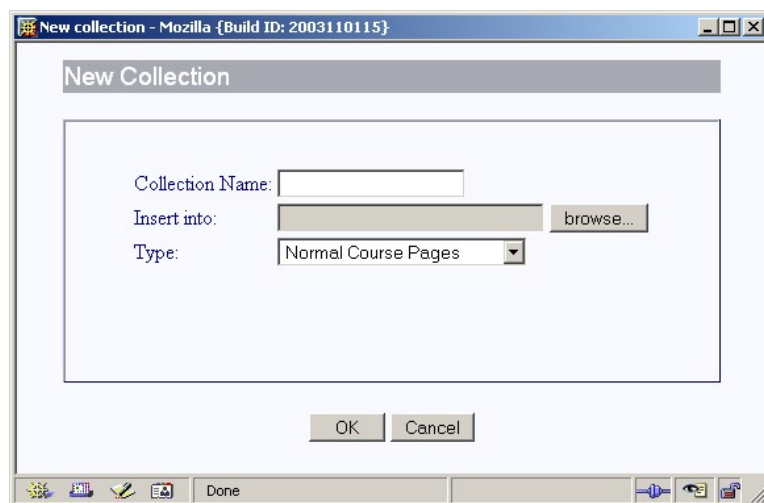


Abbildung 5.18: Anlegen einer neuen Collection

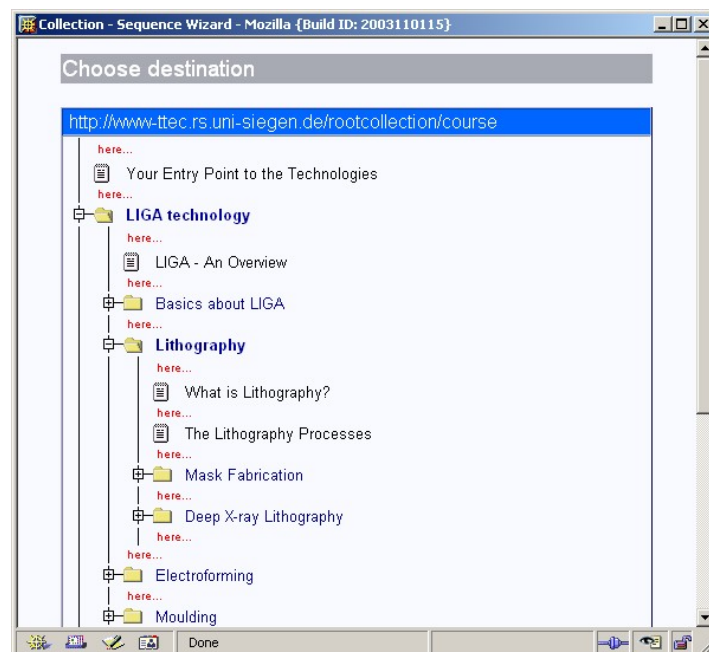


Abbildung 5.19: Dialog zur Bestimmung der Zielposition

in einer Collection vom Typ „Detour“ werden genauso dargestellt, aber nicht im Inhaltsverzeichnis gelistet. Hier lassen sich die in Abschnitt 5.2.2 erwähnten Informationen mit anlegen, die zwar Bezug zu anderen Inhalten haben, sich aber nicht direkt in die Struktur einordnen lassen. Objekte in Collections vom Typ „Object“ sind all jene, die in HTML-Seiten verwendet werden wie Bilder, Animationen usw. Sie sollen in keinem Fall in einem Verzeichnis aufgelistet werden, benötigen auch keine Festlegung der Reihenfolge. Aus Performance-Gründen wurden sie daher aus den „normalen“ Ordnern ausgegliedert, da sie dort sonst bei der Berechnung von z. B. Nachfolger-Dateien ausgesondert werden müssten.

Das Hochladen von HTML-Seiten in eine der genannten Collections lässt sich mit Hilfe eines Wizards sehr bequem durchführen. „Upload HTML“ öffnet einen Dialog, der mehrere Schritte durchläuft. Analog zur Darstellung der Inhalts-Seiten sind die einzelnen Schritte durch „PREV“ und „NEXT“-Buttons verbunden. Sie lassen sich aber auch über Tabs direkt anwählen. Nach Auswahl der zu ladenden Datei und der Position analog zur Auswahl des Zielortes einer Collection (Abbildung 5.19) werden einige zusätzliche Angaben erfragt, siehe Abbildung 5.20.

Grundsätzlich handelt es sich bei den Dokumenten um standardkonforme HTML-Dateien. Für das TRANSTEC-Projekt wurde eine Musterdatei entwickelt, die an alle Autoren verteilt wurde, um ein weitgehend einheitliches Layout sicher zu stellen. Gleichzeitig war in dieser Musterdatei die Dokumentation enthalten, wie man einfache Formatierungen vornimmt, Bilder einbindet usw. Beim Hochladen auf den Server kann im „Title“-Feld optional ein neuer Seitentitel vergeben werden, der einen eventuell vorhandenen Titel im HTML-Dokument überschreibt. Dies ist der Titel am oberen Rand des in Abbildung 5.10 gezeigten Bildschirms.

Mit weiteren Attributen lassen sich die Darstellung einer Seite im Browser und die Funktionalität des Inhaltsverzeichnisses oder der Navigation beeinflussen. Für die jeweils erste bzw. letzte Seite eines Kapitels lassen sich der „PREV“ respektive „NEXT“-Button deaktivieren. „First Doc in Course“ verhindert zusätzlich, dass Kapitelebenen oberhalb der aktuellen Ebene angezeigt werden. „Load media from CD-ROM“ muss gesetzt werden, wenn das Dokument MPEG-Videos oder Animationen enthält, die wie bereits beschrieben von einer CD-ROM/DVD geladen werden sollen.

Für die Darstellung von Seiten gibt es drei mögliche Werte: Für Seiten, die mit dem Look and Feel des Templates dargestellt werden sollen, wird „Normal HTML“ verwendet. „Don't change“ zeigt Seiten genau so an, wie sie erstellt wurden. Verwendet wird dieser Typ z. B. für die Übersichtsseiten. Der Typ „Abstract + PDF“ zeigt nicht das eigentliche Dokument an, sondern statt-

## 5 Implementierung

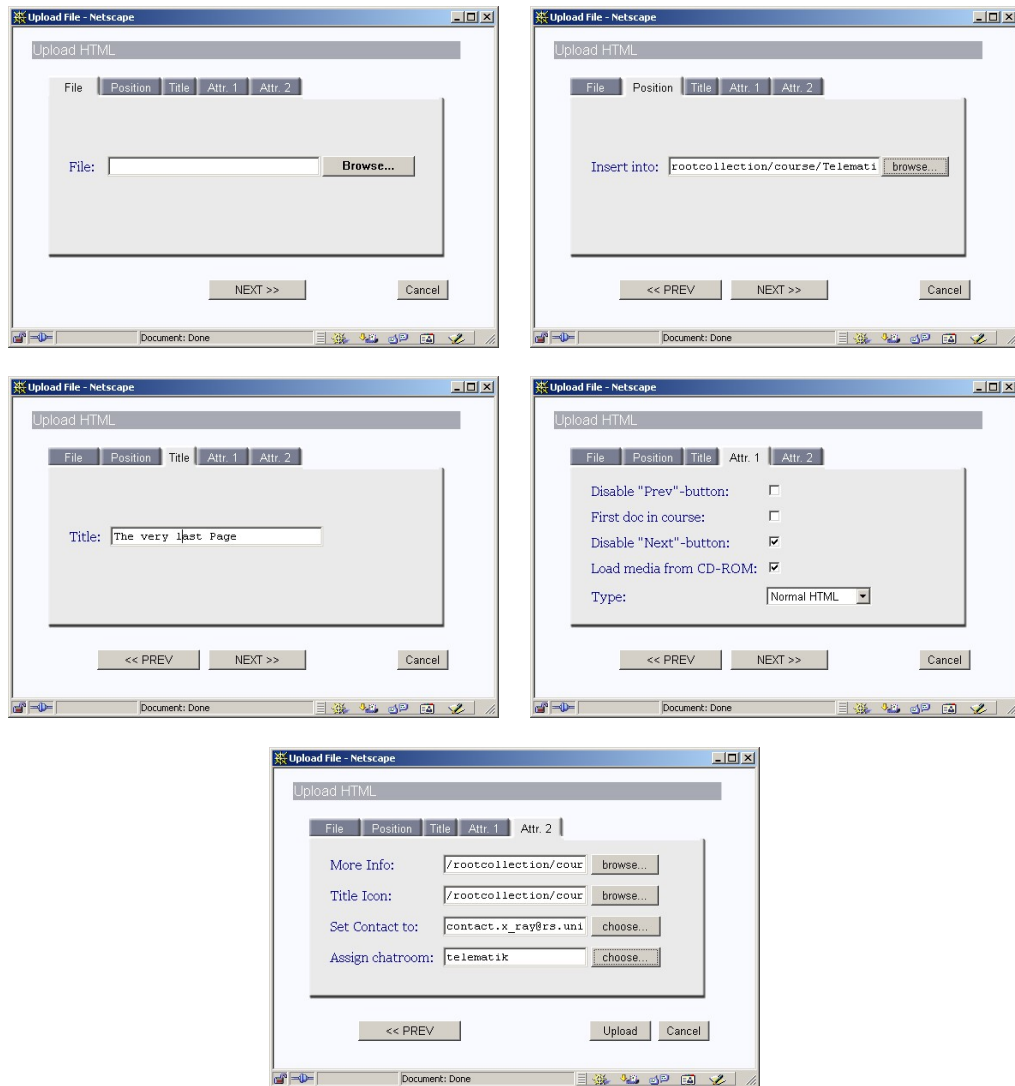


Abbildung 5.20: Wizard zum Hochladen von HTML-Dateien

dessen den Inhalt des Attributes „Description“, wie bei der Beschreibung der Benutzerfunktionen erläutert.

Alle genannten Attribute werden zur Laufzeit ausgewertet und bei der Zusammenstellung des Dokumentes aus den abgespeicherten Bestandteilen berücksichtigt. Änderungen werden unmittelbar für die Benutzer gültig bzw. sichtbar. Erklärt etwa ein Autor die auf der Media-CD/DVD zu einer seiner Seiten gehörenden Multimedia-Dateien für ungültig, wird ab dem nächsten Aufruf der Seite die entsprechende Funktion zum Laden der Datei vom lokalen Datenträger nicht mehr ausgeführt.

Auf der letzten Dialog-Seite können optional weitere Angaben gesetzt werden. „More Info“ verwaltet einen Link zu weiteren Informationen zur aktuellen Seite, s.o. Mit „Title Icon“ wird die URL des Icons, das neben dem Titel erscheinen soll, gesetzt. Prinzipiell können alle von einem Browser direkt anzeigbaren Bildformate verwendet werden. Die Icon-Dateien werden zweckmäßigerweise in einer Collection des Typs „object“ abgelegt.

„Set Contact to“ beinhaltet optional die Adresse (e-Mail,URL,...) des für das aktuelle Dokument inhaltlich zuständigen Tutors oder Autors. Hier können neue Adressen angelegt werden oder über die Auswahl alle in einem Dokument auf dem Server vorkommenden Einträge verwendet werden. Dazu werden alle Attributeinträge mit dem Namen „Contact“ aller Dateien aktuell durchsucht und angeboten. Diese Vorgehensweise führt zwar zu einer etwas verlangsamten Anzeige der Auswahl, vermindert aber die Wahrscheinlichkeit von Tippfehlern. Einmal korrekt angelegte Einträge werden unverändert kopiert. Letzter belegbarer Wert ist „Assign Chatroom“. Alle Besucher der Seiten mit dem gleichen Chatroomnamen können sich gegenseitig in CoBrow sehen. Auch hier wird die Auswahl jeweils aktuell berechnet.

Die Funktion „Upload Other“ dient hauptsächlich dem Hochladen von Dokumenten, die die genannten Attribute nicht benötigen, also Bilder, Videos usw. Der Dialog ist daher gegenüber dem Hochladen von HTML-Dokumenten deutlich kürzer.

Die letzte Funktion zum Anlegen neuer Dokumente auf dem Server ist „Upload PDF“. Wie bereits erwähnt ist es möglich, ein Dokument nicht direkt anzeigen zu lassen sondern stattdessen seine Beschreibung. Wesentlicher Unterschied zum Hochladen von HTML-Dateien ist die Abfrage einer Beschreibung (Description). Hier kann entweder ASCII- oder frei formatierter HTML-Text eingegeben werden, der dann wie in Abbildung 5.9 gezeigt dargestellt wird.

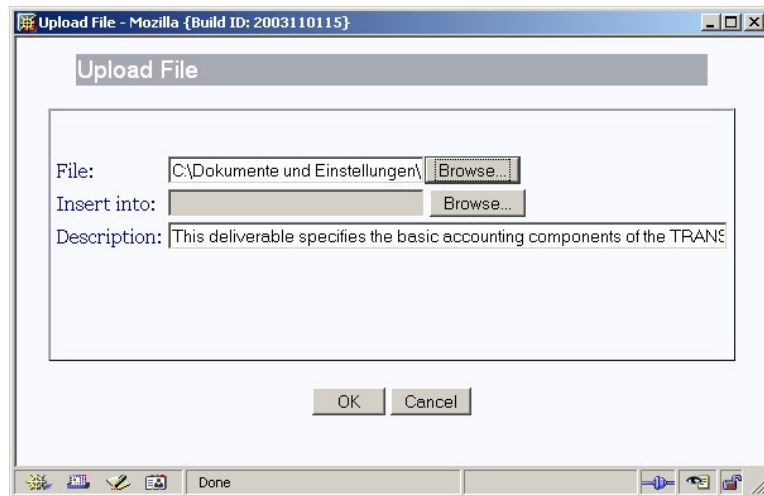


Abbildung 5.21: Dialog zum Hochladen von PDF-Dokumenten

### Funktionen zum Nachbearbeiten von Dokumenten

Wenn neue Inhalte mit den bisher vorgestellten Funktionen auf den Server übertragen werden, ist in der Regel keine weitere Nacharbeit mehr erforderlich. Dateien, die mit den „Hyperwave Virtual Folders“ auf dem Server abgespeichert wurden, besitzen aber unter Umständen die für die korrekte Darstellung benötigten Attribute nicht. Wurden nicht vom Autor in den HTML-Dateien explizit Werte angegeben, was zwar möglich, aber unkomfortabel ist, fehlen z. B. die Attribute für die Festlegung der Dokument-Reihenfolge. Um möglichst ohne größeren Aufwand die benötigten Informationen anlegen zu können, wurde die Funktion „Check Sequence“ implementiert. Nach Auswahl der zu untersuchenden Collection wird eine Überprüfung auf Korrektheit der Sequenznummern aller in der Collection enthaltenen Dokumente durchgeführt. Wenn dabei unvollständige Angaben gefunden werden, öffnet sich ein Dialog zur Berichtigung, siehe Abbildung 5.22.

Bei der Vergabe von Sequenznummern spielt es keine Rolle, ob drei aufeinander folgende Dokumente die Nummern 1,2,3 oder 100,200,300 erhalten. Ihre Nummerierung muss lediglich eindeutig sein.

Sollen andere Attribute eines Dokuments oder der Inhalt verändert werden, bietet sich unter „Edit Attributes“ zunächst ein Auswahldialog. Hier wird eine Collection festgelegt, innerhalb derer die Dokumente editiert werden sollen. Sie werden nach der Sequenznummer sortiert, d. h. genau so, wie sie für den Benutzer angezeigt werden, siehe Abbildung 5.23.

Die Einträge der Auflistung sind die Titel der Dokumente. Durch Anklicken



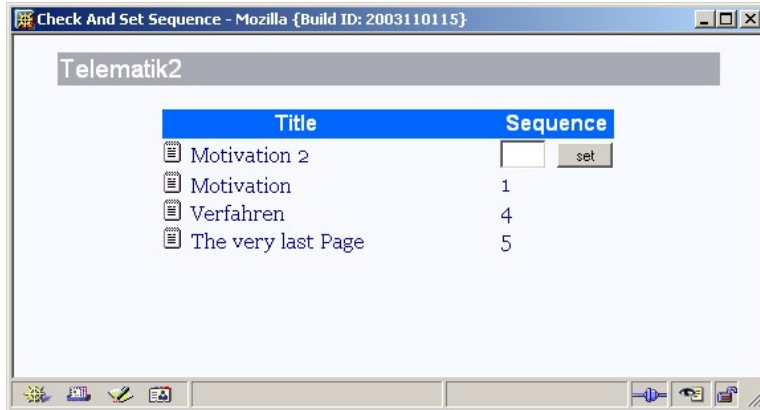


Abbildung 5.22: Dialog zum Berichtigen von Sequenznummern

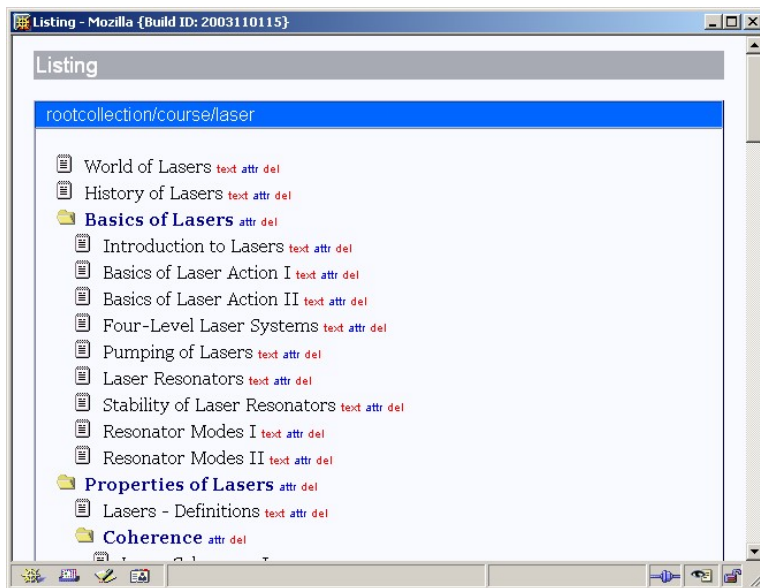


Abbildung 5.23: Anzeige einer zu editierenden Collection

des Titels wird in einem zusätzlichen Fenster der Inhalt des Dokuments zur Überprüfung angezeigt, ohne dass das Template die implementierten Benutzer-Funktionen einblendet.

Über den Link „del...“ löscht man nach Bestätigung ein Dokument oder eine Collection samt Inhalt. Anklicken des Links „text...“ öffnet den integrierten HTML-Editor, der zum Beseitigen von Rechtschreibfehlern und ähnlichen kleineren Änderungen gut geeignet ist, siehe Abbildung 5.24.

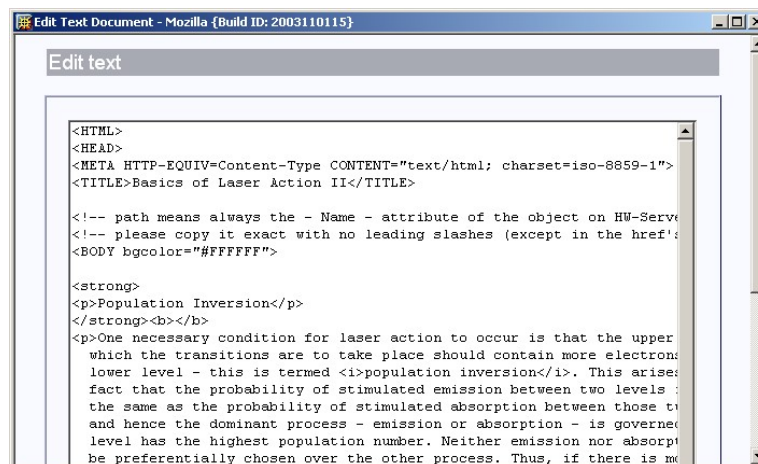


Abbildung 5.24: Editieren einer HTML-Datei

Das eigentliche Erstellen von HTML-Seiten sollte aber mit einem speziellen externen Werkzeug wie z. B. Macromedia Dreamweaver durchgeführt werden. Der Link „Attr...“ öffnet einen Dialog zum Bearbeiten der Attributwerte eines Dokuments (Abbildung 5.25).

Um das Vervollständigen der Attribute möglichst komfortabel zu gestalten, wurde implementiert, über „Choose“ die Kontaktinformationen bzw. den Chatroom aus allen bisher auf dem Server hierfür vorhandenen Werten auswählen zu können.

Eine weitere Funktion für Autoren ist das „Link Management“. Wenn in bestehenden HTML-Dokumenten zusätzliche Links gesetzt werden sollen, muss nicht der Quelltext editiert werden. Vielmehr existiert eine bequeme Möglichkeit, diese mit der grafischen Benutzeroberfläche anzulegen. Nach Auswahl des Dokuments und der Funktion in Abbildung 5.26 öffnet sich ein neues Fenster (Abbildung 5.27).

Im oberen Abschnitt wird der Inhalt des Dokuments angezeigt. Hier ist nun das Wort bzw. ein Textabschnitt zu markieren, der verlinkt werden soll. Im unteren Teil des Fensters legt man unter „Show in“ fest, ob der Link im selben

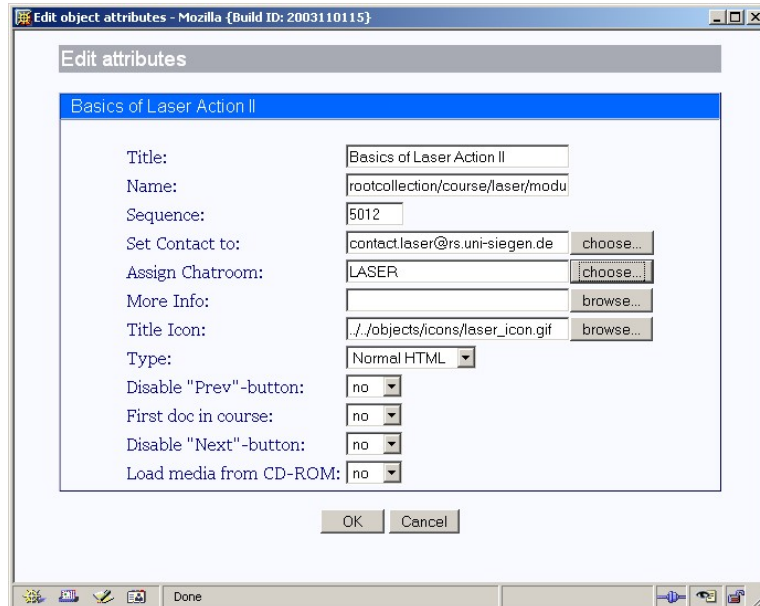


Abbildung 5.25: Verändern von Dokument-Attributen

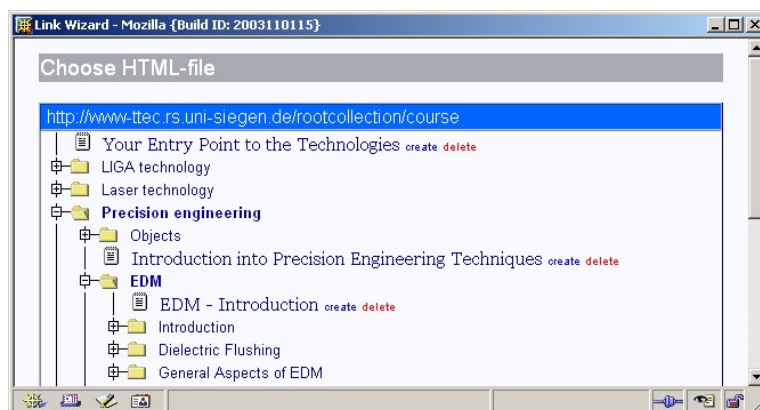


Abbildung 5.26: Auswahl von Funktion/Dokument in der Link-Verwaltung

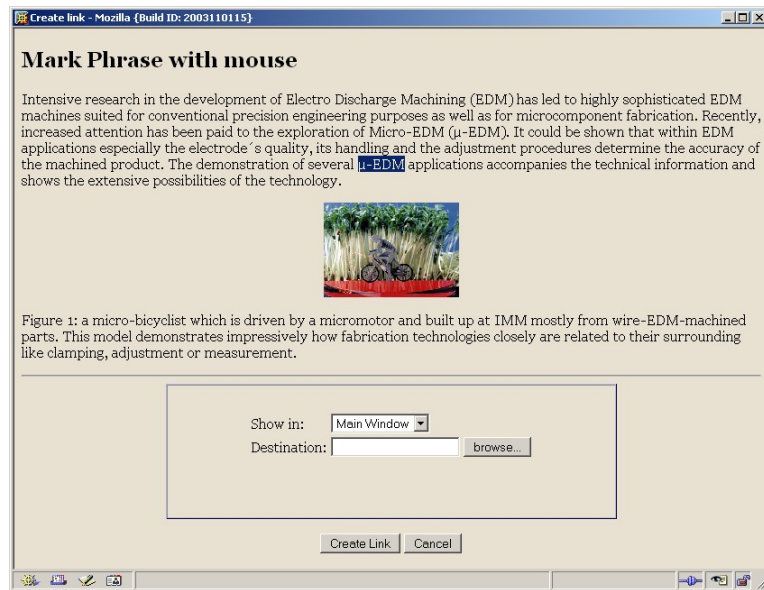


Abbildung 5.27: Anlegen von Links in HTML-Dokumenten

(Main Window) oder einem neuen (New Window) Fenster angezeigt werden soll. Das Feld „Destination“ bestimmt das Ziel des Links. Ein Klick auf „Create Link“ fügt den Verweis ein. Für den Fall, dass das Dokument den markierten Textabschnitt mehrmals enthält, müssen in einem Zwischenschritt die Stellen ausgewählt werden, die verlinkt werden sollen. Dies geschieht analog zum Löschen von Dokumenten, siehe Abbildung 5.28. Alle jeweils markierten Links werden verwendet bzw. gelöscht.

Die Verwaltung von Kontaktadressen vereinfacht die Funktion „Change Contact“. Scheidet z. B. ein Tutor aus, müssen die von ihm betreuten Seiten eine neue Kontaktadresse erhalten. Um nicht jede einzelne Seite suchen und editieren zu müssen, wurde hier eine Funktion implementiert, die alle auf dem Server vorkommenden Kontaktadressen anzeigen und verändern kann, siehe Abbildung 5.29.

### Fortgeschrittene Funktionen

Für fortgeschrittene Autoren wurde die originale Benutzeroberfläche des Hyperwave Information Servers integriert, siehe Abbildung 5.30.

Man erreicht sie über „Advanced Edit“. Wegen eines Fehlers in dieser HIS-Oberfläche funktioniert sie aber nur in älteren Versionen des Netscape Communicators und im Internet Explorer. Netscape Versionen ab 4.X und Opera

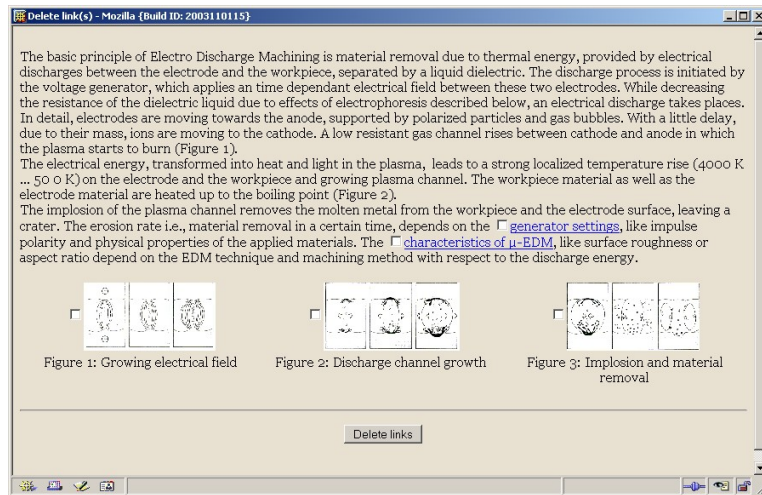


Abbildung 5.28: Löschen von Links



Abbildung 5.29: Server-weites Ändern von Kontaktadressen

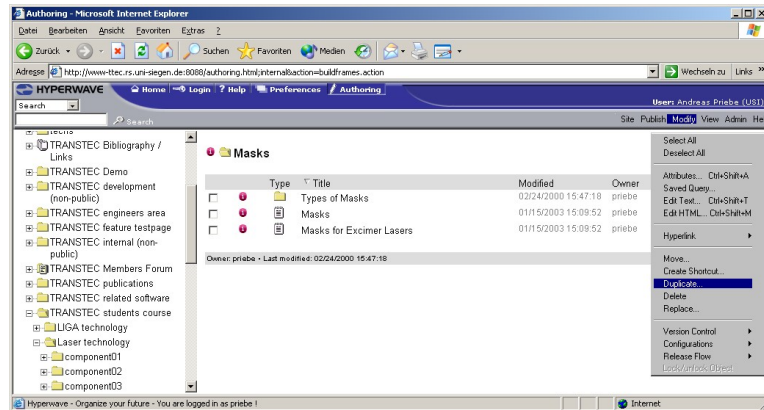


Abbildung 5.30: Originale Hyperwave Bearbeitungs-Oberfläche

z. B. sollen in kommenden Versionen des Servers unterstützt werden.

### 5.2.4 Unterstützung für Tutoren

Tutoren bilden das Bindeglied zwischen Autoren und Benutzern, ihnen kommen verschiedene Aufgaben zu. Sie betreuen u. U. die Mailing-Listen, in die neue Benutzer beim Anlegen eingetragen werden können. Sie sollen außerdem in der Lage sein, auftretende Fragen der Benutzer zu Dokumenten auf dem Server zu beantworten oder, wenn ihnen dies nicht möglich ist, an den Autor weiterzuleiten. Hierzu werden sie als Kontaktadresse bei den entsprechenden Dokumenten eingetragen. Damit sie gegebenenfalls ihre eigene Mail-Adresse leicht in allen Dokumenten ändern können, wird ihnen (neben weiteren) wie den Autoren die Funktion „Change Contact“ zur Verfügung gestellt, siehe Abbildung 5.31.

Tutoren können auch die Notizen der Benutzer zu einzelnen Dokumenten verwalten. Sie können sich hierzu eine vollständige Liste der benutzerspezifischen Dateien anzeigen lassen, siehe Abbildung 5.32. Mit dieser Funktion können Tutoren auch gezielt die Daten für die Darstellung der Benutzereinträge in den Inhaltsverzeichnissen löschen. Details der Implementierung finden sich in [Jur01].

Um die Autoren zu entlasten, ist es Tutoren möglich, Änderungen an Dokumenten auf dem Server vorzunehmen. Sie können mit „Check Sequence“ die Dokumentreihenfolge überprüfen und ggf. ändern, mit „Link Management“ neue Links einfügen oder vorhandene bearbeiten und mit „Edit Attributes“ Dokumentattribute verwalten wie die Autoren auch. Die ablaufenden Funktionen sind identisch. Ein wichtiger Unterschied ist hier, dass Autoren grund-

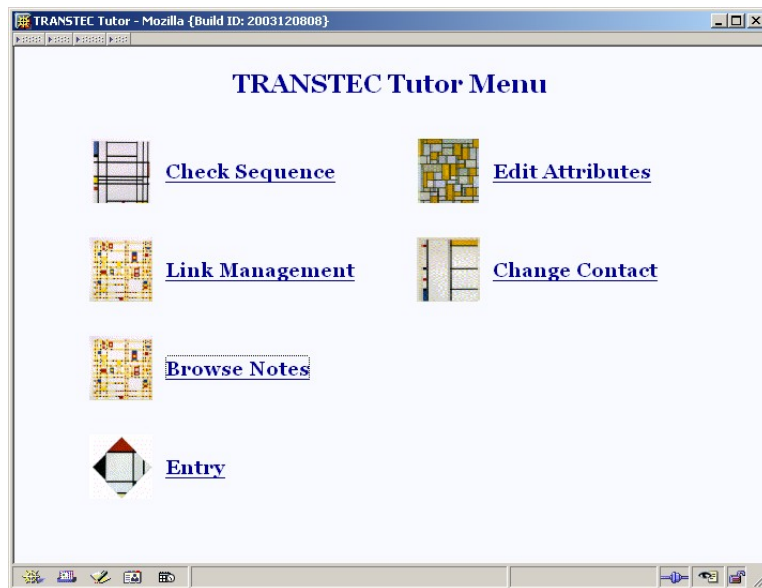


Abbildung 5.31: Übersichtsseite für Tutoren

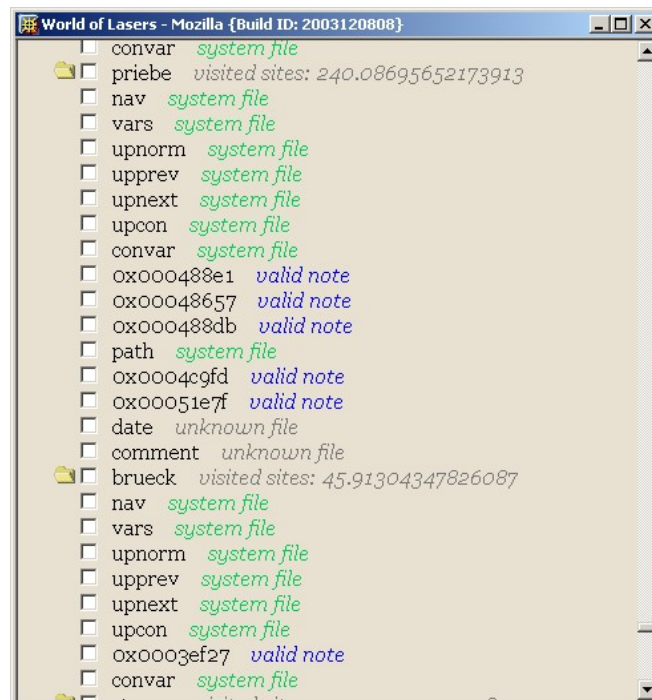


Abbildung 5.32: Bearbeiten von Notizen und anderen Benutzer-Dateien

sätzlich alle Rechte an ihren Dokumenten haben, sie also auch löschen dürfen. Für Tutoren wird die Rechte-Verwaltung des HIS herangezogen. Es ist möglich, Rechte zum Lesen, zum Ändern und zum Löschen von Dokumenten zu vergeben. Benutzer erhalten grundsätzlich nur Leserechte. Tutoren erhalten für die von ihnen zu betreuenden Dokumente zusätzlich die Rechte zur Veränderung.

Somit kann ein Tutor z. B. Tippfehler in einem Dokument berichtigen, die Beschreibung eines Bildes für die Suchmaschine verbessern oder eine sinnvoll erscheinende Verlinkung zwischen zwei Dokumenten anlegen. Die Rechteverwaltung verhindert zuverlässig, dass ein Tutor versehentlich ein Dokument löscht. Daher können hier die gleichen Funktionen wie bei den Autoren verwendet werden, ohne funktionelle Änderungen implementieren zu müssen. Der Versuch, eine entsprechende Funktion zu verwenden, scheitert.

Fortgeschrittene Autoren und Tutoren können auch „Release Flows“ benutzen. Änderungen der Autoren bleiben hierbei so lange unveröffentlicht, bis sie vom Autor genehmigt werden. Dazu muss gleichzeitig auch das Versionsmanagement benutzt werden. Release Flows und das Versionsmanagement sind Funktionen im originalen Hyperwave-Template, siehe dazu [HBH01].

### 5.2.5 Unterstützung für Administratoren

Für den Administrator sind im täglichen Umgang mit dem System zwei zusammenhängende Funktionalitäten wichtig: Das Anlegen von neuen Benutzern und deren Verwaltung. Beide Aufgaben sind Routinearbeiten, die möglichst in kurzer Zeit mit nur wenigen Handgriffen zu erledigen sein müssen.

Hat ein Benutzer über den Link „Getting full access“ auf der Startseite einen Zugang beantragt, wird eine email an den Administrator geschickt. Diese email beinhaltet einen Link auf eine Seite, auf der alle noch nicht bearbeiteten Benutzeranträge verzeichnet sind, siehe Abbildung 5.34.

Die Seite zeigt alle Daten, die im Anmeldeformular eingegeben wurden, weiterhin die zwei Textfelder für die Zugangsdaten „User Name“ und „Password“. Das Textfeld für den Benutzernamen enthält einen Vorschlag, der sich aus dem Vor- und Nachnamen in Kleinschreibweise zusammen setzt. Für das Passwort wird, ebenfalls klein geschrieben, eine Zeichenkette, gefolgt von den Initialen des neuen Benutzers vorgeschlagen. Darunter befindet sich eine Auswahlliste zur Festlegung der Gruppe, in die der neue Benutzer auf dem Server eingefügt werden soll. Von der Zugehörigkeit zu einer Gruppe hängen die Rechte des Benutzers ab. Wie schon bei den Auswahlmenüs zum Anlegen neuer Kontaktinformationen wird hier aktuell der Server nach vorhandenen





Abbildung 5.33: Administrator-Menü

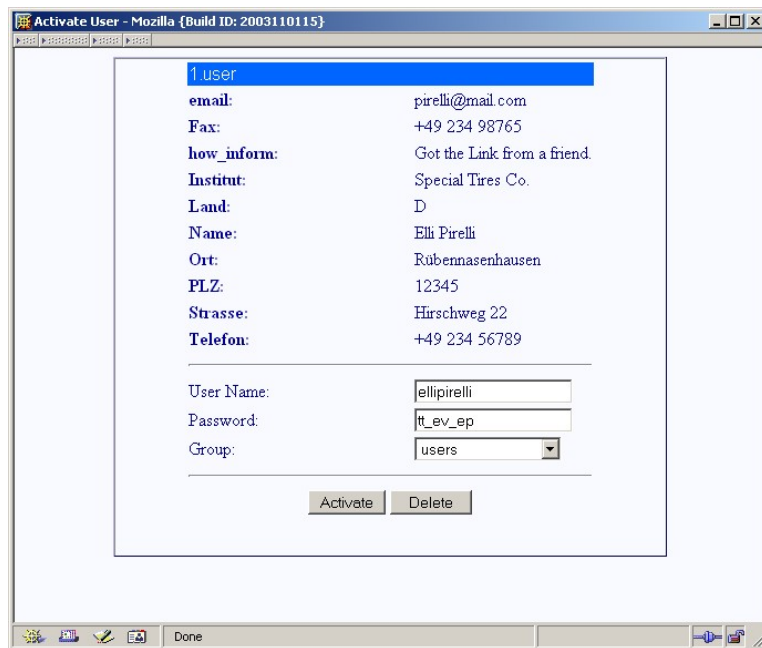


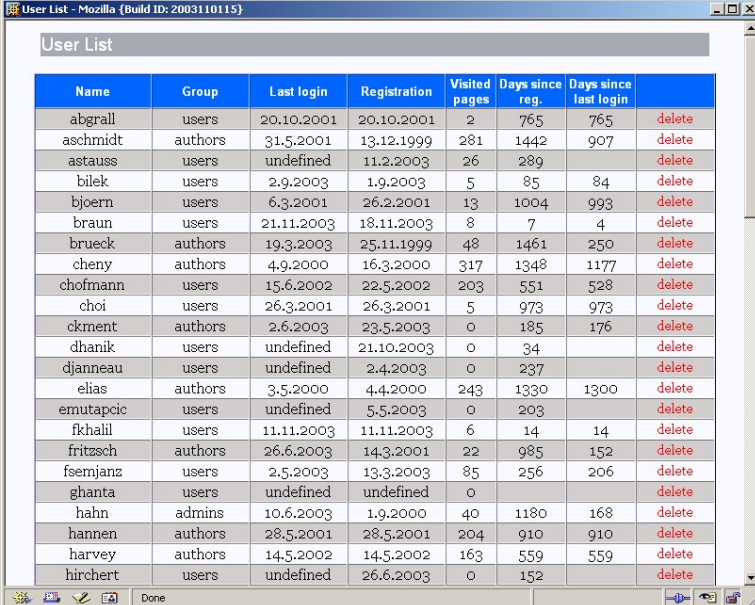
Abbildung 5.34: Anlegen neuer Benutzer

## 5 Implementierung

Benutzergruppen durchsucht.

Durch Auswahl von „Delete“ wird ein Zugang verweigert und die Daten des Benutzers werden aus der Liste entfernt. Nach Betätigen des Buttons „Activate“ werden die Daten gespeichert und eine email mit den Zugangsdaten an den Benutzer verschickt. Außerdem können die Mail-Adresse des Benutzers automatisch in eine Mailing-Liste eingetragen bzw. seine Daten an eine zentrale Sammelstelle für Kontaktinformationen übermittelt werden.

Die Übersichtsseite für den Administrator beinhaltet außerdem noch den Zugang zur Benutzerverwaltung. Hier wird eine dynamisch erzeugte Tabelle mit allen Benutzern und dazu gehörenden statistischen Daten angezeigt, siehe Abbildung 5.35.



Name	Group	Last login	Registration	Visited pages	Days since reg.	Days since last login	
abgrall	users	20.10.2001	20.10.2001	2	765	765	delete
aschmidt	authors	31.5.2001	13.12.1999	281	1442	907	delete
astauss	users	undefined	11.2.2003	26	289		delete
bilek	users	2.9.2003	1.9.2003	5	85	84	delete
bjoern	users	6.3.2001	26.2.2001	13	1004	993	delete
braun	users	21.11.2003	18.11.2003	8	7	4	delete
brueck	authors	19.3.2003	25.11.1999	48	1461	250	delete
cheny	authors	4.9.2000	16.3.2000	317	1348	1177	delete
chofmann	users	15.6.2002	22.5.2002	203	551	528	delete
choi	users	26.3.2001	26.3.2001	5	973	973	delete
ckment	authors	2.6.2003	23.5.2003	0	185	176	delete
dhanik	users	undefined	21.10.2003	0	34		delete
djanneau	users	undefined	2.4.2003	0	237		delete
elias	authors	3.5.2000	4.4.2000	243	1330	1300	delete
emutapic	users	undefined	5.5.2003	0	203		delete
fkhalil	users	11.11.2003	11.11.2003	6	14	14	delete
fritsch	authors	26.6.2003	14.3.2001	22	985	152	delete
fsemjanz	users	2.5.2003	13.3.2003	85	256	206	delete
ghanta	users	undefined	undefined	0			delete
hahn	admins	10.6.2003	1.9.2000	40	1180	168	delete
hannen	authors	28.5.2001	28.5.2001	204	910	910	delete
harvey	authors	14.5.2002	14.5.2002	163	559	559	delete
hirchert	users	undefined	26.6.2003	0	152		delete

Abbildung 5.35: Benutzer-Übersicht und Statistik

Neben dem Namen werden aus der Tabelle auch das Datum der Anmeldung, des letzten Login, die Anzahl besuchter Kursseiten und die Tage seit Anmeldung und letztem Login ersichtlich. Diese Übersicht ist sehr nützlich, um inaktive Benutzer finden zu können oder festzustellen, wie viele Seiten Benutzer durchschnittlich besuchen. Sollen Benutzer gelöscht werden, geschieht dies durch Auswahl des „Delete“-Buttons mit Nachfrage.

Für fortgeschrittene Administratoren stehen die originalen Funktionen des HIS zur Verfügung [HAG01]. Auf eine Verlinkung von der Übersichtsseite aus wurde verzichtet, weil sie nicht sinnvoll erscheint. Wenn ein Systemadminis-

trator diese Funktionen benötigt, wird er sich direkt an der richtigen Stelle einloggen oder die Kommandozeilen-Tools benutzen.



## 6 Evaluierungen

In diesem Kapitel sollen die Ergebnisse von verschiedenen Evaluierungen und mit dem System gemachte Erfahrungen dargelegt werden. Die Benutzeroberfläche wurde in zwei verschiedenen Untersuchungen betrachtet: innerhalb einer Lehrveranstaltung an der Universität Siegen mit bisher nicht mit dem System vertrauten Studenten und innerhalb einer größeren Evaluierung von verschiedenen Personen bei den Projektpartnern. Die Autorenoberfläche wurde wiederum im Rahmen einer Lehrveranstaltung an der Universität Siegen untersucht. Erfahrungen als Tutor und Administrator werden aus eigener Perspektive geschildert.

Außerdem wurde ein Vergleich mit anderen auf dem Markt befindlichen Systemen durchgeführt [Sta02], um festzustellen, ob es allgemeine Entwicklungen gibt, die im TRANSTEC-System evtl. nicht berücksichtigt wurden und ob die Vorteile gegenüber den zu Projektbeginn evaluierten Produkten weiterhin bestehen. Die untersuchten Systeme werden kurz beschrieben und ihre wesentlichen Vor- und Nachteile aufgezeigt. Eine tabellarische Übersicht über die untersuchten Produkteigenschaften folgt im Anschluss.

Das System wurde auch von externen Reviewern untersucht, besonders interessant erscheinen hier der Peer Review des „Director Web Based Training“ der Hyperwave AG und die Verleihung des *EuroTraining Quality Labels*.

### 6.1 Untersuchung der Benutzer-Oberfläche durch Studenten

Im Rahmen der Lehrveranstaltung „Telematik I“ von Dr. Kai Hahn hatten Studenten die Gelegenheit, sich einen Vormittag ohne weitere Erläuterungen selbstständig mit dem System vertraut zu machen und ein bestimmtes Kapitel zu erarbeiten. Da es sich mehrheitlich um Informatik-Studenten handelte, wurden sie gebeten, auch auf technische Unzulänglichkeiten zu achten. Die Auswahl der Studenten erfolgte absichtlich so, dass die Teilnehmer bisher keine Erfahrungen mit dem System und den darin enthaltenen Informationen hatten, um feststellen zu können, ob neue Benutzer tatsächlich Inhalte ken-

nen lernen können oder ob der Einarbeitungsaufwand so hoch ist, dass kein (inhaltlicher) Lerneffekt zu erwarten ist.

Die Ergebnisse waren durchaus positiv. Die Studenten bemängelten einige technische Details, die größtenteils angepasst wurden. Nachfolgend die vollständige Auflistung auch der nicht geänderten bzw. noch ausstehenden Punkte:

- Die Benennung und Position der Buttons in der Navigationsleiste sollte geändert werden (implementiert, z. B. Home -> Entry)
- Die Hilfe sollte ständig in der Navigationsleiste erreichbar sein (implementiert)
- Die „Return“-Funktion sollte besser erläutert werden (in der Hilfe besser beschrieben)
- Im Suchdialog sollte die Suche durch „RETURN“ gestartet werden (noch ausstehend)
- Bei verknüpften Suchanfragen sollten alle Suchwörter im gefundenen Dokument markiert werden (noch ausstehend)
- Das Abspielen eines Videos sollte die Seite, auf der es referenziert wird, nicht überlagern (Videos und ähnliche Dateien werden jetzt in zusätzlichen Fenstern angezeigt)
- Im Inhaltsverzeichnis sollte eine übergeordnete Ebene mehr angezeigt werden (implementiert)
- Der Unterschied von aktiven zu nicht aktiven Buttons sollte besser erkennbar sein (strittig, nicht umgesetzt)
- In der FAQ sollte eine Fragen-Übersicht vorhanden sein (implementiert durch Darstellung der FAQ wie Inhalts-Seiten)
- Statt der Chat-Funktion über *CoBrow* sollte besser eine Newsgroup eingerichtet werden (Newsgroup und Mailing-Liste implementiert 5.1.3)

Positiv erwähnten die Studenten die Funktionen des Inhaltsverzeichnisses. Sehen zu können, welche Seiten sie schon besucht haben, erschien ihnen sehr sinnvoll. Auch die Möglichkeit, sich persönliche Notizen anlegen zu können, wurde als sehr nützlich hervorgehoben. Die weitaus meisten Studenten hatten den Eindruck, sich im Wesentlichen auf den Inhalt des Systems konzentrieren

zu können. Die Bedienung machte keine Probleme. Der inhaltliche Lerneffekt wurde nicht überprüft, da es sich um eine freiwillige Veranstaltung handelte. Einige Fragen zum Stoff konnten aber in den meisten Fällen beantwortet werden, die Studenten hatten auch selber den Eindruck, neues Wissen erlangt zu haben.

Der letzte Punkt in der oben stehenden Liste war schon vorher aufgefallen. Im Rahmen der Arbeiten an dem Projekt war hauptsächlich die integrierte Chat-Funktion zum Austausch zwischen den Projektpartnern vorgesehen. Es wurden dazu feste Termine vereinbart, an denen alle Mitarbeiter teilnehmen sollten. Einerseits gab es technische Probleme bei einigen Teilnehmern, die auf veralteten oder instabilen Java-Umgebungen und sehr langsamen Netzanbindungen beruhten. Andererseits gab es aber auch Probleme bei der Durchführung der Chat-Runden. Die Koordinierung vieler Personen in einer Chat-Runde erfordert Kenntnisse und Fähigkeiten der Moderation [Bre03]. In vielen Fällen glitt die Diskussion in unwichtige Details ab oder verlief unbefriedigend. Als Konsequenz wurde, wie auch schon in der Problemstellung prognostiziert, auf Chats verzichtet und auf Newsgroups bzw. die auch vorher schon vorhandenen Mailing-Listen ausgewichen. Technische Probleme traten hierbei nicht auf. Es zeigte sich allerdings, dass Newsgroups kaum genutzt, Mailing-Listen dagegen gut angenommen wurden. Der Unterschied, sich Informationen holen zu müssen (Newsgroups) bzw. sie automatisch geliefert zu bekommen (Mails), dürfte hier den Ausschlag gegeben haben. Die Kommunikation über Mailing-Listen verlief sehr produktiv und litt nicht unter Disziplin-Problemen. Daher wurde die Möglichkeit implementiert, neue Benutzer automatisch in Mailing-Listen aufnehmen zu können. In dieser Hinsicht decken sich die Erwartungen mit den gemachten Erfahrungen.

Die Evaluierung durch die Studenten hat einige Verbesserungen hervorgebracht, die sicher sinnvoll sind. Insgesamt hat sich das Konzept der Benutzerführung bestätigt und kann daher als Erfolg gewertet werden.

## 6.2 Evaluierung im Rahmen des TRANSTEC-Projektes

Im Rahmen des TRANSTEC-Projektes wurde das System fortwährend von den Beteiligten evaluiert. Diese Form der Evaluierung kann aber systembedingt nicht ausreichend sein, da neben dem prinzipiellen Problem, eigene Arbeiten (bzw. Arbeiten der Projektpartner) kritisch und unabhängig beurteilen zu können, auf jeden Fall die „Betriebsblindheit“ hinzukommt. Auch bei gu-

tem Willen werden manche Nachteile hierdurch nicht erkannt. Daher wurde eine größer angelegte Evaluierung durchgeführt, an der Mitarbeiter oder Studenten der Projektpartner teilnahmen, die bisher nicht mit dem System in Berührung kamen [Riz00]. Es sollten folgende Punkte betrachtet werden:

- Inhalt des Systems in jedem einzelnen Technologie-Bereich
- Funktionalität des Systems inklusive der Inhaltsverzeichnisse, Darstellungsart, Interaktion mit anderen Benutzern, Kontaktaufnahme mit Tutoren und Experten und Suchfunktion
- Benutzerfreundlichkeit
- Technische Aspekte wie Anbindung und Geschwindigkeit
- Benutzung der Lernkontrollen

Die teilnehmenden Personen waren Studenten, Ingenieure, wissenschaftliche Mitarbeiter und Universitäts-Professoren. Die Beteiligten arbeiteten zwischen fünf und sieben Stunden mit dem System, um seriöse Ergebnisse und nicht nur gut gemeinte Positiv-Meldungen erreichen zu können. Inhaltlich waren über 90% der Teilnehmer der Meinung, dass die Qualität des präsentierten Materials gut oder sehr gut sei. 88% der Befragten gaben an, dass sie einen guten oder sehr guten Lerneffekt hatten, die Lernkontrollen hingegen wurden allgemein eher negativ beurteilt. Die Kombination eines Buches mit einem Internet-Medium wurde als nützlich und sinnvoll angesehen.

Neben den inhaltlichen Aspekten wurden auch technische Gesichtspunkte festgehalten, wenn Probleme auftraten. So gab es an manchen Orten Schwierigkeiten mit der Netzanbindung, manche ältere Browser meldeten Fehler in Javascript-Konstrukten.

Insgesamt wurde das System in Kombination mit dem untersuchten Inhalt als innovativ, nützlich und gut verwendbar eingestuft.

### **6.3 Untersuchung der neu entwickelten Autoren-Oberfläche**

Während der Laufzeit des TRANSTEC-Projekts wurden zum Einstellen von Inhalten entweder die zum HIS passenden „Java Virtual Folders“ (5.1.4) oder die originale Hyperwave Oberfläche benutzt. Für die Inhalte lag eine Muster-HTML-Datei vor, die verwendet werden sollte, um einheitliche Layouts zu erreichen. Das Erzeugen der HTML-Seiten an sich erwies sich als weitgehend



unproblematisch. Allerdings gab es große Abweichungen bei der Qualität. Insbesondere schwankte die Sorgfalt beim Einstellen der Dateien und dem Anlegen von Meta-Daten. Nur wenige Autoren bearbeiteten ihre Dokument-Attribute vollständig, so dass z. B. Bilder in den wenigsten Fällen von der integrierten Suchmaschine gefunden werden konnten. Eine ähnliche Beobachtung findet sich in [DEKM00]. Ursache hierfür könnte sein, dass es innerhalb der Virtual Folders nicht besonders auffällt, wenn Attributwerte fehlen. Sie wurden dann wahrscheinlich schlicht vergessen oder nicht angelegt, „weil es ja auch so funktioniert“.

An dieser Stelle ergab sich offensichtlich ein Widerspruch zur im Konzept geforderten Benutzerfreundlichkeit. Wenn die Mehrzahl der Autoren die Meta-Daten für ihre Dokumente nicht anlegt, obwohl sie bei der Erstellung der Dokumente sehr sorgfältig arbeitet, muss wohl ein Fehler oder zumindest eine schlecht gestaltete Funktionalität vorliegen. Um hier Abhilfe zu schaffen wurden dann die in Abschnitt 5.2.3 beschriebenen Funktionen für Autoren entwickelt. Die Untersuchung, inwieweit diese besser sind als das bisherige Verfahren, wurde wieder innerhalb einer Telematik-Lehrveranstaltung von Dr. Kai Hahn mit Studenten durchgeführt. Diese Studenten kannten das System bisher nicht, hatten aber Erfahrung im Erstellen von HTML-Dateien und deren Bereitstellung auf Standard-Web-Servern.

Schon nach sehr kurzer Zeit wurde klar, dass das Autoren-Interface den Erwartungen voll gerecht wird. Die Studenten hatten keinerlei Schwierigkeiten, Inhalte auf dem Server zu platzieren und die Meta-Daten vollständig anzugeben. Die gestellten Aufgaben konnten deutlich schneller als erwartet beendet werden. Im Verhältnis musste wesentlich weniger Zeit für das Bereitstellen der Dateien aufgewendet werden, der Hauptanteil der Gesamtarbeitszeit lag bei der Herstellung der Inhalte.

## 6.4 Vergleich mit anderen Tools

Wie bereits in Kapitel 4 erwähnt, wurden die Evaluierungen der verwendeten Software wiederholt, um den Entwicklungen des Marktes folgen zu können. Im Jahr 2002 wurde zusätzlich eine Auswahl von zwischenzeitlich (weiter-)entwickelten Tools aus dem eLearning-Bereich untersucht, um feststellen zu können, ob dort Funktionen enthalten sind, die nützlich sein könnten, in der eigenen Entwicklung aber fehlen [Sta02]. Die Untersuchung wurde so angelegt, dass die in Kapitel 3 gestellten Anforderungen, die während des Projektes gemachten Erfahrungen und die am häufigsten beworbenen Produkteigenschaften in einen gewichteten Kriterienkatalog gefasst wurden, der dann bei

der Betrachtung der ausgewählten Softwarepakete zur Bewertung herangezogen wurde.

### 6.4.1 Kriterienkatalog

Im Kriterienkatalog sind verschiedene Gruppen von zu untersuchenden Punkten enthalten. Sie wurden nach Benutzergruppen eingeteilt, wobei Rücksicht darauf genommen wurde, dass die allermeisten Tools nur drei Benutzergruppen kennen: Benutzer, Autoren und Administratoren. Eine weitere Abstufung geschah nach dem Gesichtspunkt der Gewichtung. Punkte, die auf jeden Fall enthalten sein sollten (must have), bekamen einen Gewichtungsfaktor von 1.5, Punkte, die nicht wesentlich, aber etwa dem Komfort dienlich sind (nice to have), wurden mit Faktor 1.0 gewichtet.

Die wichtigsten untersuchten Aspekte waren:

#### Benutzer

**Inhaltsverzeichnis** Gibt es ein Verzeichnis, mit dem der Benutzer möglichst schnell einen Überblick über die verfügbaren Materialien erhalten, seine gegenwärtige Position erkennen und anhand der Einträge navigieren kann?

**Glossar** Steht ein Glossar jederzeit zur Verfügung, um Fachbegriffe in verständlicher Form zu erläutern? Wie umfassend ist die Unterstützung der Autoren bei der Erstellung?

**Suchfunktion** Wie mächtig ist die Funktion zum Auffinden von Informationen innerhalb des Angebotes (Verknüpfungen von Suchbegriffen, durchsuchbare Dateitypen)?

**Asynchrone Kommunikation** Sind email und Diskussionsforen/News-groups eingebunden?

**Synchrone Kommunikation** Welche der drei asynchronen Kommunikationsmöglichkeiten Broadcast (Nachricht an alle eingeloggtten Benutzer), Chat (zwischen Einzelpersonen) und Chatcafe (zentraler Chatraum, der allen Benutzern zugänglich ist) stehen zur Verfügung?

**Hilfefunktion** Gibt es eine ständig verfügbare Hilfefunktion oder eine Guided Tour?

**Helpdesk** Gibt es Expertenhilfe bei technischen Problemen?

**Seitenkommentierung** Ist es dem Benutzer möglich, eigene Anmerkungen zu interessanten Seiten zu machen?

**(Lern-)Fortschrittsübersicht** Gibt es eine Anzeige (z. B. anhand bestandener Lernerfolgskontrollen), wie weit der Benutzer im Stoff vorgegangen ist?

#### Autoren

**Kursverwaltung** Bietet das Werkzeug dem Autor komfortable Möglichkeiten, seine Dokumente zu verwalten?

**Wizard für Kurserstellung** Gibt es einen Wizard, der den Autor durch den Aufbau seiner Materialien leitet?

**Linkkonsistenz** Werden Links auf nicht mehr vorhandene Dokumente automatisch deaktiviert?

**Navigationskonsistenz** Hält das System Verzeichnisse automatisch konsistent?

#### Administratoren

**AICC-Unterstützung** Wird der AICC-Standard<sup>1</sup> unterstützt?

**Benutzerverwaltung** Lassen sich Benutzer direkt mit dem System verwalten?

**Gruppenverwaltung** Gibt es diese Funktionalität auch für Gruppen?

**Rechteverwaltung** Kann man Benutzern abgestuft Rechte an Dokumenten zuweisen und diese verwalten?

**Sicherheitsfunktionen** Werden Sicherheitsfunktionen angeboten?

### 6.4.2 Untersuchte Produkte

#### Blackboard 5.5

Im Bereich der eLearning-Systeme gehört Blackboard Inc. [Bla] zu den Marktführern. Der Hersteller bezeichnet sein Produkt als „Online Education Industry's First total E-Learning Software Platform“. Es unterteilt sich in zwei Tools: ein Kurs-Management-System und ein konfigurierbares Portal, über das alle Benutzer-Zugriffe abgewickelt werden sollen. Auf dieses Konzept baut die

---

<sup>1</sup>Ursprünglich für die Luftfahrt entwickelter Standard zum Austausch von Kursmaterialien, inzwischen allgemein anerkannt [AIC]

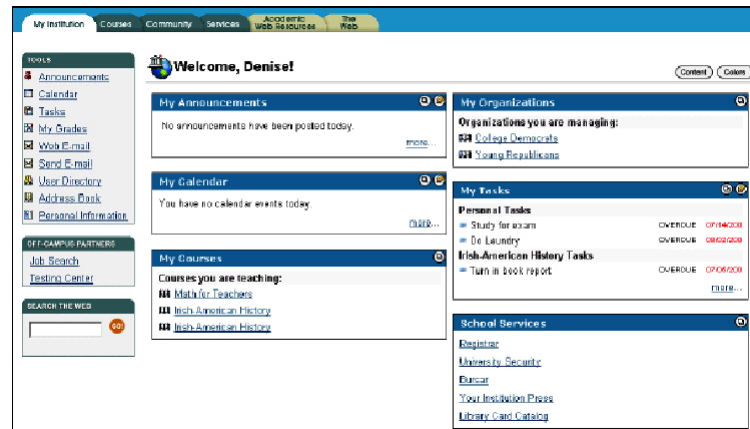


Abbildung 6.1: Blackboard

Lizenzpolitik auf. Blackboard verkauft entweder das Portal zur Installation beim Kunden oder tritt als Application Service Provider auf. In diesem Fall liegen alle Daten zentral bei Blackboard, die Kunden erstellen ihre Lerneinheiten extern und laden sie anschließend hoch.

Blackboard 5.5 schneidet aus Benutzersicht im mittleren Bereich ab. Es hat viele der geforderten Funktionen, aber zwei der wichtigsten fehlen: die Seitenkommentierung und das Glossar. Herausragend sind die Möglichkeiten von Voice-Chats, White-Boarding und Group-Browsing. Aus Autorsicht ist ebenfalls nur eine durchschnittliche Bewertung möglich. Es sind zwar alle wichtigen Funktionen vorhanden, darüber hinaus bietet Blackboard aber nur sehr wenige Möglichkeiten. Deutlich besser ist die Funktionalität für Administratoren, sowohl die wichtigen Funktionen als auch die „Goodies“ sind fast alle implementiert. Ein wiederum herausragendes Feature sind die eCommerce-Funktionen, die sich z. B. für Abrechnungen auf Download-Basis einsetzen lassen. Blackboard darf insgesamt als solides Tool gesehen werden, das aber in keinem Bereich durch besondere Leistungen zu glänzen vermag. Im direkten Vergleich zum TRANSTEC-System fällt vor allem die fehlende Seitenkommentierung auf.

### WebCT

WebCT bietet wie Blackboard auch die Möglichkeit, das Tool beim Kunden zu installieren oder eine Lizenz für die Nutzung des zentralen Servers bei WebCT zu erwerben. Für die Kunden-Installation gibt es zwei verschiedenen Versionen: Die Standardversion ist nicht skalierbar und kann nicht in Campus-

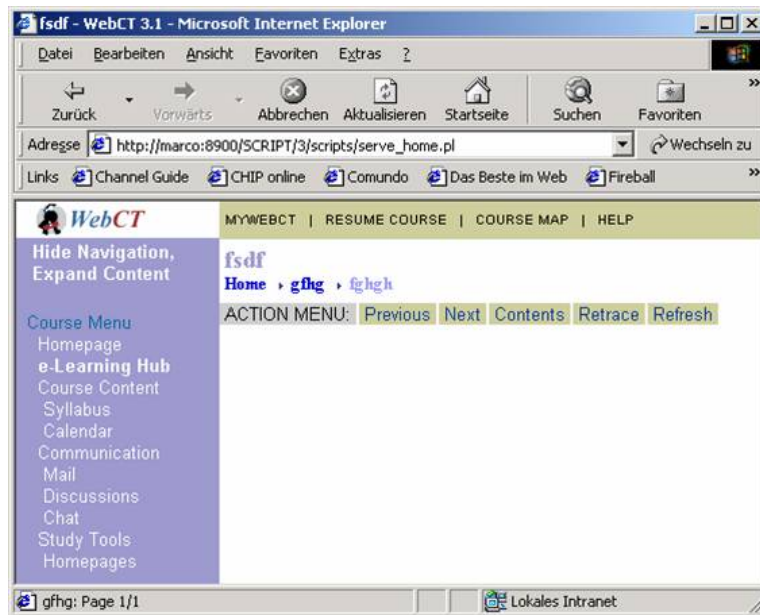


Abbildung 6.2: WebCT

systeme integriert werden. Die Campusversion ist explizit hierauf ausgelegt und bietet die Möglichkeit, mehrere Applikations- und Web-Server laufen zu lassen, die über einen Loadbalancer gleichmäßig ausgelastet werden. WebCT benötigt zur Datenhaltung zusätzlich eine Oracle-Datenbank, ist also insgesamt ein eher komplexes System.

WebCT verfügt bei den Benutzerfunktionen eindeutig über den größten Umfang [Web]. Es kann mit einer vollständigen Liste an Funktionen aufwarten, darüber hinaus bietet es ein automatisiertes Glossar, erweiterte Bookmark-Funktionen, die sogar statistische Auswertungen ermöglichen, weitgehende Offline-Arbeitsmöglichkeiten und ein umfangreiches Whiteboarding. Autoren und Administratoren werden hingegen eher mangelhaft unterstützt. Es gibt keine Import- oder Export-Funktionen, der AICC-Standard wird nicht umgesetzt. Außerdem lassen sich fehlende Funktionalitäten nicht hinzufügen, weil keine Erweiterungsmöglichkeiten vorgesehen wurden. Gegenüber dem TRANSTEC-System bietet es ein Glossar, es fehlen aber die automatische Linkkonsistenz und die Unterstützung des Group-Browsing.

### TopClass

Die TopClass Suite wird auf der Webseite des Herstellers als „Learn-Content-Management-System“ beworben [WBT]. Es setzt sich aus verschiedenen Mo-

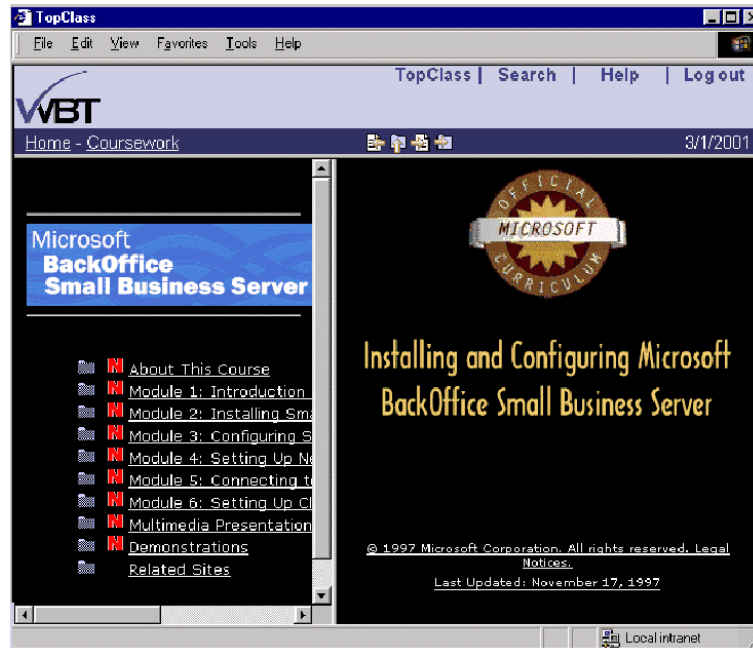


Abbildung 6.3: TopClass

dulen zusammen: *TopClass 5* bildet die Serverplattform einschließlich der Verwaltungsmöglichkeiten für Benutzer und Studenten. Der *Publisher* dient zur Erstellung der Materialien, mit *TopClass Mobile* lassen sich vom Server unabhängige CD-ROMs/DVDs zum Offline-Arbeiten erstellen.

*TopClass* bietet vollständige Funktionen für Benutzer, lediglich die Seitenkommentierung fehlt, soll aber in kommenden Versionen implementiert sein. Synchrone Zusammenarbeit wird von *TopClass* nicht angeboten, kann aber durch die Integration von externen Tools einfach nachgerüstet werden. Die Autoren-Unterstützung ist relativ gut. Kurse lassen sich u. a. sehr einfach mittels Drag'n Drop aus Standardanwendungen zusammenstellen. Auch die Unterstützung der Administratoren ist gut umgesetzt. Alle wichtigen Funktionen sind implementiert, lediglich die Fixierung auf Oracle-Datenbanken erscheint nicht optimal.

*TRANSTEC* gegenüber bietet *TopClass* ein Glossar, aber keine Chatcafes.

### WebMentor

Eine ähnliche Aufteilung in Module bietet Avilar WebMentor [Avi]. Die Serverplattform WebMentor Enterprise bietet gleichzeitig alle Verwaltungsoptionen.

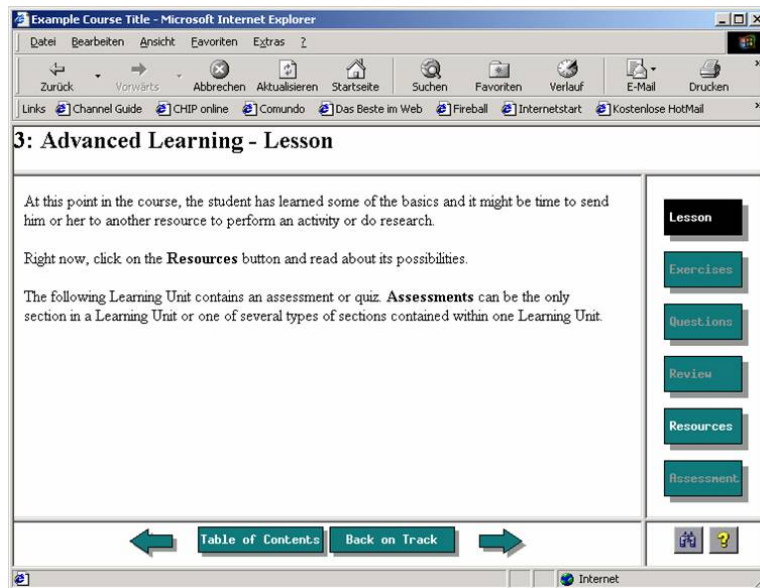


Abbildung 6.4: WebMentor

Das Autorensystem WebMentor Author läuft vollständig in einem Browser. Der Player ermöglicht es Teilnehmern, Materialien zur Offline-Nutzung herunterzuladen. Einen vollständigen Chat-Server bietet das Modul WebMentor Chat. Die Funktionalität von WebMentor bleibt hinter den anderen Tools zurück. Die Benutzerfunktionen sind nur sehr spärlich umgesetzt, das Design erscheint in vielen Fällen sehr altmodisch und schwerfällig in der Handhabung. Positiv ragt die Reminderfunktion heraus, die es Benutzern ermöglicht, sich in einem Notizbuch Punkte zu vermerken, auf die automatisch bei der nächsten Sitzung verwiesen wird. Für Autoren wird ein kostenlos verfügbares Werkzeug angeboten, das einfach zu erlernen ist. Leider sind die Möglichkeiten der Kursentwicklung sehr eingeschränkt, da es nur einen festen Aufbau in Form von Stunde, Übung und Test anbietet. Administratoren können mit dem Produkt gut zurechtkommen, alle wichtigen Aspekte sind vorhanden. Allerdings ist WebMentor ein reines Windows-Tool, was im Sinne von Stabilität und Skalierbarkeit sicher kein Vorteil ist. Vor allem die Funktionen zum gemeinsamen Arbeiten fehlen im Vergleich mit dem TRANSTEC-System. Es gibt auch keine „Updated“-Anzeige für neue oder veränderte Inhalte. WebMentor ist auch nicht erweiterbar.

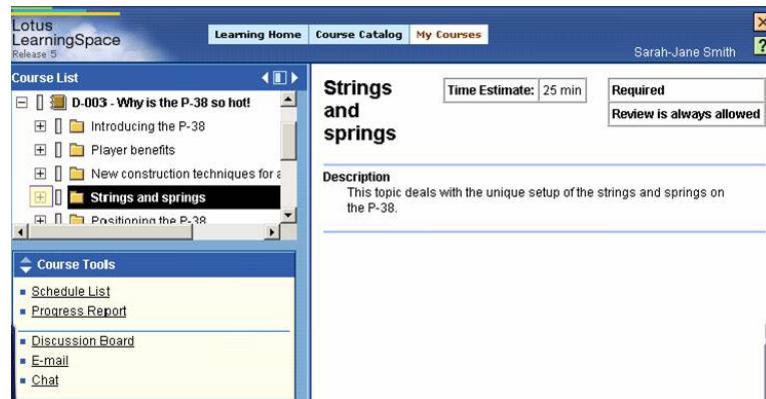


Abbildung 6.5: Lotus LearningSpace

### Learningspace

Das allgemein bekannteste Tool zur Wissensvermittlung dürfte Lotus LearningSpace sein [IBM]. Frühere Versionen des Produktes bestanden immer aus Lotus Domino als Server und dem LearningSpace-Modul als Applikation. Seit der Einführung von Version 4 wird das von Macromedia eingekaufte Pathware zur Benutzerverwaltung eingesetzt, ein Domino-Server ist nicht mehr notwendig. Die Installation wird dadurch wesentlich weniger komplex. LearningSpace genießt den Ruf, die „eierlegende Wollmilchsau“ zu sein, mit der alle erdenklichen Aufgaben erledigt werden können, in Folge dessen aber nur von speziell ausgebildeten Administratoren zu betreiben ist.

Bei der Untersuchung fanden sich die Benutzerfunktionalitäten bis auf die fehlende Seitenkommentierung und die nicht vorhandene Glossarfunktion sehr gut umgesetzt. LearningSpace bietet sehr umfangreiche Möglichkeiten zur Zusammenarbeit durch das Collaboration Module. Im Bereich des Authoring mangelt es an fast nichts, auch Administratoren werden umfassend unterstützt. Es bietet insgesamt ausgesprochen vielfältige Möglichkeiten.

Wie schon bei der Erst-Evaluierung gilt aber weiterhin, dass LearningSpace aufgrund seiner Komplexität nur für größere Institutionen geeignet ist. Es erfordert sehr viel Einarbeitungsaufwand und dauerhafte Wartung, die an Lehrstühlen von Universitäten nicht geleistet werden kann.

### 6.4.3 Tabellarische Übersicht

In der folgenden Tabelle sind die Eigenschaften der untersuchten Programme festgehalten. Sie ist in die Benutzergruppen unterteilt. Die Symbole bedeuten,



dass eine Eigenschaft vollständig „●“, teilweise „(●)“ oder nicht „○“ vorhanden ist.

	HIS / eLS	TRANSTEC	Blackboard	TopClass	WebCT	Learningspace	WebMentor
<b>Benutzer</b>							
Inhaltsverzeichnis	●	●	●	●	●	●	●
Glossar	●	○	○	●	●	○	○
Suchfunktion	●	●	●	●	●	●	●
email	●	●	●	●	●	●	●
Diskussionsforen	●	●	●	●	●	●	●
Chat	●	●	●	●	●	●	●
Broadcast	○	○	○	○	●	○	○
Chatcafe	●	●	●	○	●	○	○
Hilfefunktion	●	●	●	●	●	●	●
Helpdesk	○	○	●	●	●	●	○
Seitenkommentierung	●	●	○	● <sup>2</sup>	●	○	(●)
Lernfortschrittsübers.	●	●	●	●	●	●	●
Wissenstests	●	●	●	●	●	●	●
BBS-Dateiaustausch	●	●	●	●	●	●	●
Portal	●	●	●	●	●	●	●
Registrierung	●	●	●	●	●	●	●
Lesezeichen	●	●	●	●	●	●	○
Bibliothek	●	●	●	●	○	●	○
Skriptdownload	○	●	●	●	●	●	○
Weiterf. Info	●	●	●	●	●	●	●
Customization	●	○	●	●	●	●	●
Look and Feel	●	●	●	●	●	●	●
Selbstdarstellung	●	○	●	●	●	●	○
Offline-Lernen	○	○	○	●	●	○	●
Offl.-Content-Link	●	●	●	○	●	●	○
Update-Info	●	●	○	●	●	●	○
Terminkalender	(●)	○	●	●	●	●	○
Vote-Board	○	○	○	○	○	○	○
Whiteboard	○	○	●	(●)	●	●	○
Group-Browsing	○	●	●	○	○	●	○
Audio/Video-Konf.	○	●	●	(●)	○	●	○
Application Shar.	●	○	●	(●)	●	●	○

<sup>2</sup>ab V6.x

## 6 Evaluierungen

	HIS / eLS	TRANSTEC	Blackboard	TopClass	WebCT	Learningspace	WebMentor
<b>Autoren</b>							
Kursverwaltung	•	•	•	•	•	•	•
Kurswizard	(•)	•	•	•	•	•	•
Linkkonsistenz	•	•	•	•	○	•	•
Navigationskonsistenz	•	•	•	•	•	•	•
Exportfunktion	•	•	•	○	○	•	○
Importfunktion	•	•	•	(•)	(•)	•	•
Lernwege	•	•	•	•	•	•	•
Testwizard	○	○	•	(•)	•	•	•
Test-Mind.-Anforder.	○	○	•	•	•	•	•
Einarbeitung	•	•	○	○	○	•	•
Statistik	•	•	•	•	•	•	•
Multimediasupp.	•	•	•	•	•	•	•
Erweiterbarkeit	•	•	•	•	○	•	○
Vererbung	•	•	○	○	○	○	•
Musterkurse	•	○	○	○	•	○	•
HTML-Editor	•	•	○	•	○	•	○
Release Flow	•	•	○	○	○	○	(•)
Versionskontrolle	•	•	○	•	○	•	○
Start/Ende Attr.	•	•	•	•	•	•	•
Dok.-Locking	•	•	○	○	○	○	○
WebDAV	•	•	○	○	○	○	○
<b>Administratoren</b>							
AICC-Unterst.	•	•	•	•	○	•	•
Benutzerverw.	•	•	•	•	•	•	•
Gruppenverw.	•	•	•	•	•	•	•
Rechteverw.	•	•	•	•	•	•	•
Sicherheit	•	•	•	•	•	•	•
Tutorenzuweisung	•	•	•	•	•	•	•
Backupfunktion	•	•	•	•	•	•	•
Recovery	•	•	•	•	•	•	•
Ortsunabhängigk.	•	•	•	•	•	•	•
IE	•	•	•	•	•	•	•
Netscape	•	•	•	•	•	•	•
WinNT/2k	•	•	•	•	•	•	•
Unix	•	•	•	•	•	○	○
Macintosh	○	○	○	○	○	○	○
Install.-Prog.	•	•	•	○	•	•	(•)

	HIS / eLS	TRANSTEC	Blackboard	TopClass	WebCT	Learningspace	WebMentor
Konfigurierbarkeit	•	•	○	○	•	•	(•)
Logfiles	•	•	○	•	○	○	(•)
Ressourcenanzeige	•	•	•	•	•	○	○
SQL-Server-Supp.	•	•	•	○	○	•	•
Oracle-Supp.	•	•	•	•	•	•	•
Mehrsprachigkeit	•	•	•	•	•	•	○
eCommerce	•	•	•	○	○	○	•

#### 6.4.4 Bewertung

Aus der Untersuchung ergeben sich für das hier vorgestellte System einige Erweiterungen, die zukünftig implementiert werden könnten:

- *Glossar* Eine weitgehend automatische Erstellung eines Glossars wäre nützlich, sie sollte Autoren möglichst viele der mechanischen Arbeiten abnehmen.
- *Reminder* Die Notizfunktion könnte so erweitert werden, dass das System automatisch beim Einloggen auf bestimmte Einträge aufmerksam macht.
- *Selbstdarstellung* Benutzer könnten auf einer Seite Informationen veröffentlichen, die es anderen Nutzern ermöglichen, Personen mit ähnlichen Interessen oder Arbeitsgebieten zu finden.
- *Überprüfung für externe Links* Im System enthaltenen Links könnten auf Gültigkeit überprüft werden und dann analog zu den internen Links ggf. deaktiviert werden.

Insgesamt ergibt sich, dass das TRANSTEC-System alle wichtigen Funktionen beinhaltet. Es bietet zwar nicht die Vielfalt von Funktionen wie einige der untersuchten Systeme, unterstützt aber am besten alle identifizierten Benutzergruppen. Abgesehen von der Untersuchung des Vorhandenseins von Funktionen bleiben deutliche Vorteile des TRANSTEC-System weiterhin bestehen:

- Die Benutzergruppe der Tutoren wird in anderen Systemen kaum berücksichtigt

- Keines der Produkte ist ähnlich einfach in der Bedienung für *alle* Benutzergruppen
- Insbesondere die Unterstützung für Benutzer mit geringen IT-Kenntnissen wird in den meisten der anderen Produkte vernachlässigt
- Das *TRANSTEC*-System ist vergleichsweise sehr schlank und einfach zu betreiben, es benötigt *keinen* expliziten Administrator
- Das Kosten-Leistungsverhältnis ist extrem günstig

### 6.5 Peer Review

Im Rahmen des *TRANSTEC*-Projektes wurden von der EU in regelmäßigen Abständen Peer Reviews gefordert, die sicherstellen sollen, dass das Projekt entsprechend den Vorgaben durchgeführt wird. Es wurden bezüglich des softwaretechnischen Teils mehrere Reviews angefertigt. Besonders interessant ist aber in diesem Zusammenhang die Beurteilung von Thomas Dietinger, „Director Web Based Training“ bei der Hyperwave AG. Er hat sich bereit erklärt, einen Peer Review über das letzte Software Release des *TRANSTEC*-Projektes zu schreiben. Herr Dietinger arbeitet den Projektantrag und das Deliverable „Final Software Release“ durch und besuchte intensiv die Web-Seiten. In seinem Review bemängelt er folgende Punkte:

- Zum damaligen Zeitpunkt funktionierte die Notiz-Funktionalität nicht im Internet-Explorer
- Die Benutzung des Notiz-Dialogs erschien ihm nicht intuitiv
- Benutzer können abgebrochene Lernerfolgskontrollen nicht erneut aufrufen, ohne die Seite zu verlassen

Außerdem schlug er noch einige Funktionen vor, durch die das System weiter verbessert werden könnte:

- Eine Kursverwaltung für Autoren bzw. Tutoren. Dies deckte sich mit den eigenen Beobachtungen und wurde umgesetzt, siehe Abschnitt 5.2.3.
- Ein gemeinsamer „workspace“. Diese Idee wurde wegen der schlechten Erfahrungen mit den gemeinsamen Chat-Sitzungen nicht vordringlich verfolgt.

- Eine Statistik-Funktion basierend auf den aufgezeichneten Nutzerdaten über besuchte Seiten. Ihre Nützlichkeit wurde schon zur Laufzeit des Projekts erkannt und deswegen implementiert, siehe Abschnitt 5.2.5.
- Das kooperative Browsen mittels CoBrow sollte möglichst auch durch Firewalls hindurch funktionieren. Da CoBrow keine eigene Entwicklung ist, konnte dies nicht verwirklicht werden.

Insgesamt beurteilte er das System als eine einfach zu benutzende Umgebung, die alle notwendigen Anforderungen erfüllt, um Benutzern den transparenten Zugriff auf die angebotenen Materialien zu ermöglichen. Die Kommunikationstools, die Suchfunktion, Simulationen und Lernerfolgskontrollen machten das System vollständig. Besonders interessant erschien ihm die Möglichkeit, eine Media-CD-ROM zu integrieren. Dieses Feature existierte zur Zeit der Untersuchung im Hyperwave Server noch nicht, inzwischen ist es implementiert. Das System lief stabil, er beurteilte es als „in final state“.

## 6.6 EuroTraining Quality Label

Die EU-Initiative *EuroPractice* hat sich zum Ziel gesetzt, die Chancen europäischer Entwicklungen auf dem Mikroelektronik- und Mikrosystemtechnikmarkt zu verbessern, dazu werden verschiedene Dienstleistungen angeboten. Neben der Fertigung von ICs und Mikrosystemen sind dies auch ein Software-Service und die Zertifizierung von Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen. Die Zertifizierung erfolgt im Rahmen des *EuroTraining*-Projekts und ist die Fortsetzung des früheren *EuroPractice Training and Best Practice Service*.

Anbieter von Fortbildungen können sich darum bewerben, in das *EuroTraining*-Portfolio aufgenommen zu werden. Vor der Aufnahme wird eine Evaluierung der Kurse oder Materialien durchgeführt. Die Vergabe des erforderlichen *EuroTraining Quality Labels* erfolgt, wenn mehr als 80% der angelegten Kriterien erfüllt sind, das Angebot wird dann innerhalb des *EuroTraining*-Verzeichnisses gelistet.

Da das hier vorgestellte System innerhalb des *TRANSTEC*-Projekts von den Partnern mit teilweise sehr hochkarätigen Informationen gefüllt wurde, lag es nahe, eine Bewerbung um die Aufnahme zu versuchen. Die Zertifizierung wurde auf Anhieb erfolgreich durchlaufen. Das ausgestellte Zertifikat zeigt Abbildung 6.6.



Abbildung 6.6: EuroTraining Quality Label

# 7 Fazit

## 7.1 Rückblick

Im Rahmen dieser Arbeit wurde erstmals ein Konzept vorgestellt, das die speziellen Anforderungen bei der Wissensvermittlung in Ingenieurwissenschaften berücksichtigt. Im Gegensatz zu anderen Ansätzen wurde dabei von einer Integration verschiedener Medien ausgegangen. Die sonst übliche strikte Trennung in papiergebundene und elektronische Präsentation wurde vermieden. Je nach Beschaffenheit der zu vermittelnden Information kann die jeweils am besten geeignete Form gewählt werden. Die speziellen Bedürfnisse und Gewohnheiten von Ingenieuren werden dabei optimal berücksichtigt.

Von der implementierten Web-basierten Software werden im Gegensatz zu den meisten anderen Systemen vier Gruppen von Benutzern mit speziell für sie zugeschnittenen Funktionen unterstützt. Benutzern wird die Erarbeitung des vorliegenden Materials durch ausgefeilte Navigations-, Such- und Kommunikationsfunktionen sehr erleichtert. Tutoren, die in anderen Tools meistens nicht unterstützt werden, sind bei der Wissensvermittlung über Web-basierte Medien eher noch wichtiger als bei klassischen Präsenzveranstaltungen. Ihnen wurden Funktionen an die Hand gegeben, die eine optimale Betreuung der Benutzer möglich macht. Besonderes Augenmerk wurde auch auf die Funktionalitäten für Autoren und Administratoren gelegt. Die wesentlichen Aufgaben lassen sich ohne tiefere Kenntnisse über interne Systemabläufe durchführen. Die Verwaltung von Materialien oder Benutzern ist für den täglichen Gebrauch entworfen und sehr einfach und schnell durchführbar.

Das entstandene System integriert einerseits Funktionen, die *gemeinsam* in anderen auf dem Markt verfügbaren Systemen nicht zu finden sind, fügt aber vor allem eine Vielzahl zusätzlicher Funktionen ein, die in kommerziellen Systemen bisher überhaupt nicht enthalten sind. Dazu gehören insbesondere das intelligente dynamische Navigationssystem mit selbst anpassendem Inhaltsverzeichnis und Möglichkeit des bequemen Rücksprungs aus unergiebigen Links auch über mehrere Seiten bzw. Ebenen usw., die eingebaute Chat-Funktion mit den für Autoren sehr einfach anzulegenden Chatcafes und der Seiten-Synchronisation für beliebig viele Benutzer, die extrem einfache Benut-

zerverwaltung mit integrierter Statistikfunktion, die Möglichkeit für Tutoren, Benutzern auch bei technischen Problemen sehr schnell und effizient helfen zu können und vieles andere mehr. Das System wurde durch umfangreiche Erweiterungen des *Hyperwave Information Servers* umgesetzt, die Implementationsarbeiten erfolgten in PLACE und Javascript.

Wesentlicher Vorteil des entwickelten Systems ist seine Verwendbarkeit sowohl im industriellen Umfeld als auch an Universitäten. Durch konsequente Einhaltung des Grundsatzes, dass die wesentlichen Funktionen von allen Benutzergruppen ohne Vorkenntnisse und ohne Einarbeitung durchzuführen sein müssen, ist ein kostengünstiger Einsatz möglich. Speziell geschultes Personal ist nicht erforderlich. Günstig ist das System auch in der Anschaffung; es wurden Komponenten verwendet, die entweder generell oder zumindest für Forschung und Lehre frei erhältlich ist.

Die Evaluierungen haben ergeben, dass das *TRANSTEC*-System insgesamt weitgehend vollständig und konkurrenzfähig ist. Zur Erreichung einer bestmöglichen Abdeckung der ermittelten Bedürfnisse fehlen nur wenige Funktionen.

## 7.2 Ausblick

Das Konzept ist auch für die zukünftige Anwendung sehr tragfähig. Den enthaltenen Ansatz, Methoden zur Software-Entwicklung auf ein System zur Wissensvermittlung anzusetzen und sich dabei nicht nur auf den programmiertechnischen Teil zu beschränken, sondern alle verwendeten Medien und Inhalte einzubeziehen, findet man z. B. in [HHK02] wieder. Eine dementsprechende fortwährende Evaluierung könnte (neben den im Vergleich mit den untersuchten Tools bereits gefundenen Erweiterungen) die Notwendigkeit von Anpassungen ergeben. Den Neuerungen im Urheberrecht (siehe [DN03]) etwa kann jetzt schon durch die Verwendung der Rechteverwaltung Rechnung getragen werden. Weiter gehende, bisher nicht implementierte Funktionen können durch die offene Architektur sehr leicht integriert werden.

Sollte die Perspektive der Firma Hyperwave, zukünftig die Gebiete eLearning und Knowledge-Management zusammenzuführen [DK02], zu Verbesserungen an der zugrunde liegenden Software führen, lassen sich auch diese leicht in das System integrieren.



## 8 Literaturverzeichnis

- [ACP02] ADELSBERGER, Heimo H. (Hrsg.) ; COLLIS, Betty (Hrsg.) ; PAWLOWSKI, Jan M. (Hrsg.): *Handbook on Information Technologies for Education and Training*. 1. Aufl. Berlin Heidelberg : Springer, 2002 (International Handbooks on Information Systems)
- [AIC] AICC. *Aviation Industry CBT Committee*. [aicc.org](http://aicc.org)
- [Apa] APACHE SOFTWARE FOUNDATION. *Apache Web Server*. [www.apache.org](http://www.apache.org)
- [Avi] AVILAR TECHNOLOGIES, INC., LAUREL, MD. *Building Workforce Competence*. [www.avilar.com](http://www.avilar.com)
- [BBB<sup>+</sup>98] BAHNES, Tim ; BEYER, Marcus ; BRINKMANN, Manuel ; HÖHL, Holger ; MARTENS, Wolfgang ; MISCHKE, Peter ; PLEUMANN, Jörg ; SCHRÖDER, Oliver ; SIROCIC, Birgit ; STROZYK, Olaf ; WERBECK, Lars ; ZÜLCH, Markus: Kooperatives Lernen mittels Internet-basierter Informationstechniken / Universität Dortmund. 1998. – Techn. Report. Endbericht der Projektgruppe Kolibri
- [BBG<sup>+</sup>03] BALLUN, Gergely ; BOJTA, Peter ; GORDON, Peter ; HARSANYI, Gabor ; SANTHA, H.: Multimedia for MEMS Technologies and Packaging Education. In: *mst-news* (2003), Nov., Nr. 5, S. 10ff.
- [BBK<sup>+</sup>99] BECKER, Wolfgang ; BURGER, Cora ; KLARMANN, Jürgen ; KULENDIK, Ottokar ; SCHIELE, Frank ; SCHNEIDER, Kerstin: Rechnerunterstützung für Interaktionen zwischen Menschen. In: *Informatik Spektrum* 22 (1999), Dez., S. 422 ff.
- [BDHP96] BRÜCK, Rainer ; DEPONTE, Jens ; HAHN, Kai ; PRIEBE, Andreas: Design Tools for LIGA Technique. In: *LIGA News* (1996), Feb., Nr. 4, S. 20ff.. – IMM Mainz
- [BG02] BRUNS, Beate ; GAJEWSKI, Petra: *Multimediales Lernen im Netz*. 3. Aufl. Berlin Heidelberg : Springer, 2002

- [BGHH02] BENTLAGE, Ulrike (Hrsg.) ; GLOTZ, Peter (Hrsg.) ; HAMM, Ingrid (Hrsg.) ; HUMMEL, Johannes (Hrsg.): *E-Learning*. 1. Aufl. Gütersloh : Bertelsmann Stiftung, 2002
- [BHNZ99] BAGGEN, Robert ; HAMPE-NETELER, Wolfgang ; ZURHEIDEN, Christoph: Die Ergonomen kommen. In: *c't* (1999), Nr. 25, S. 100 ff.
- [BHP96] BRÜCK, Rainer ; HAHN, Kai ; PRIEBE, Andreas: Design Rules for Silicon Based Micromachining Processes. In: *7th Proceedings Micromechanics Europe*, 1996. – MME96, Barcelona, Spanien
- [BHP99a] BRÜCK, Rainer ; HAHN, Kai ; PRIEBE, Andreas: Cost Consideration for Application Specific Microsystems' Physical Design Stages. In: DEVADAS, Srinivas (Hrsg.) ; REIS, Ricardo (Hrsg.) ; SILVERA, Luis M. (Hrsg.): *VLSI: Systems on a Chip*. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, Dez. 1999. – VLSI99, Lissabon, Portugal
- [BHP<sup>+</sup>99b] BRÜCK, Rainer ; HAHN, Kai ; PRIEBE, Andreas ; SCHNEIDER, Christian ; SCHUMER, Christian: Component Based Distributed Design Tools for Microsystem-Technologies. In: *Proceedings Sensor 1999*. Nürnberg : AMA Service GmbH, Mai 1999. – Sensor99, Nürnberg
- [BHP01] BRÜCK, Rainer ; HAHN, Kai ; PRIEBE, Andreas: Web-based Training for Microsystem Technologies and Design. In: *Microelectronic Systems Education*, IEEE Computer Society, Juni 2001. – MSE01, Las Vegas, NV, S. 69ff.
- [BHP02] BRÜCK, Rainer ; HAHN, Kai ; PRIEBE, Andreas: From eLearning to eSupported Learning. In: AUER, Michael (Hrsg.) ; AUER, Ursula (Hrsg.): *Interactive computer aided learning 2002. International Workshop. Blended Learning*. Kassel : Kassel University Press, Sep. 2002. – ICL02, Villach, Österreich
- [BHPP00] BRÜCK, Rainer ; HAHN, Kai ; POPP, Jens ; PRIEBE, Andreas: MILAN - Ein Mikrotechnikausbildungssystem für die Lehre. In: *45. Internationales wissenschaftliches Kolloquium* Technische Universität Ilmenau, 2000. – IWK00, Ilmenau
- [BHPS99a] BRÜCK, Rainer ; HAHN, Kai ; PRIEBE, Andreas ; SCHNEIDER, Christian: Computer Aided Design tool for Economical MEMS

- Fabrication Processes. In: COURTOIS, Bernard (Hrsg.) ; CRARY, Selden B. (Hrsg.) ; EHRFELD, Wolfgang (Hrsg.) ; FUJITA, Hiroyuki (Hrsg.) ; KARAM, Jean M. (Hrsg.) ; MARKUS, Karen (Hrsg.): *Design, Test and Microfabrication of MEMS and MOEMS* CNRS-INPG-UJF (France), SPIE The International Society for Optical Engineering, April 1999 (Proceedings of SPIE 3680). – DTM99, Paris, Frankreich, S. 290ff.
- [BHPS99b] BRÜCK, Rainer ; HAHN, Kai ; PRIEBE, Andreas ; SCHNEIDER, Christian: Cost Estimation for LIGA Fabrication Flows using Process Design Methods. In: *Book of Abstracts The Third International Workshop on High Aspect Ratio Microsystems, 1999*. – HARMST99, Kisarazu, Japan
- [BHPS00] BRÜCK, Rainer ; HAHN, Kai ; PRIEBE, Andreas ; SCHNEIDER, Christian: Cost Estimation for LIGA fabrication flows using process design methods. In: *Microsystem Technologies, Springer* 6 (2000), April, Nr. 4, S. 145ff.
- [Bla] BLACKBOARD INC., WASHINGTON, DC. *Blackboard Inc.* [www.blackboard.com](http://www.blackboard.com)
- [BOP<sup>+</sup>00] BRÜCK, Rainer ; OHLER, Michael ; PRIEBE, Andreas ; SCHMIDT, Andreas ; SCHNEIDER, Christian: TRANSTEC - online training for innovative microfabrication techniques. In: COURTOIS, Bernard (Hrsg.) ; GUILLEMOT, N. (Hrsg.) ; KAMARINOS, G. (Hrsg.) ; STEHELIN, G. (Hrsg.): *Microelectronics Education, Proceedings of the 3rd European Workshop on Microelectronics Education*. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, Aug. 2000. – EWME2000, Faveau, Frankreich, S. 123ff.
- [Bor02] BORN, Achim: Ernüchterung. In: *iX* (2002), Mai, Nr. 5, S. 120ff.
- [BPS99] BRÜCK, Rainer ; PRIEBE, Andreas ; SCHNEIDER, Christian: TRANSTEC - Interaktives multimediales Lernsystem für innovative Hochtechnologien. In: BEIERSDÖRFER, Kurt (Hrsg.) ; ENGELS, Gregor (Hrsg.) ; SCHÄFER, Wilhelm (Hrsg.): *Informatik '99 - Informatik überwindet Grenzen* Bd. 1. Berlin Heidelberg : Springer, Okt. 1999. – GI-Jahrestagung '99, Paderborn, S. 70ff.
- [Bre03] BREMER, Claudia: Lessons learned: Moderation und Gestaltung netzbasierter Diskussionsprozesse in Foren. In: KERRES, Michael

- (Hrsg.) ; VOSS, Britta (Hrsg.): *Digitaler Campus* Bd. 24. Münster : Waxmann, 2003, S. 191ff.
- [BRS01] BRÜCK, Rainer (Hrsg.) ; RIZVI, Nadeem (Hrsg.) ; SCHMIDT, Andreas (Hrsg.): *Angewandte Mikrotechnik*. 1. Aufl. München Wien : Hanser, Jan. 2001
- [BS99] BÜNTE, Oliver ; SCHULT, Thomas J.: lern schnell gut. In: *c't* (1999), Nr. 23, S. 260 ff.
- [CK02] CLEMENT, Ute ; KRÄFT, Klaus: *Lernen organisieren*. 1. Aufl. Berlin Heidelberg : Springer, 2002
- [CR96] CUNNINGHAM, Steve ; ROSEBUSH, Judson: *Electronic Publishing on CD-ROM*. 1. Aufl. Sebastopol : O'Reilly & Associates, Juli 1996
- [Cub01] CUBAN, Larry: *Oversold and Underused*. 1. Aufl. Cambridge London : Harvard University Press, 2001
- [DEKM00] DEPKE, Ralph ; ENGELS, Gregor ; KELTER, Udo ; MEHNER, Katharina: Unterstützende Angebote der Softwarebegleitgruppe. In: *Multimedia in der wirtschaftswissenschaftlichen Lehre*. Siegen : Kompetenznetzwerk Multimedia, Feb. 2000, S. 19ff.
- [Die02] DIECKMANN, Heinrich: Der Tutor ist tot - es lebe der Tutor. In: BECK, Uwe (Hrsg.) ; SOMMER, Winfried (Hrsg.): *Tagungsband Learntec 2002* Bd. 2. Karlsruhe : Karlsruher Messe- und Kongress-GmbH, 2002, S. 707ff.
- [DK02] DROSCHL, Georg ; KAPPE, Frank: Vorteile durch eine Verschmelzung von eLearning und Knowledge Management. In: JESSE, Norbert (Hrsg.) ; REUSCH, Bernd (Hrsg.) ; SCHUBERT, Sigrid (Hrsg.): *Informatik bewegt* Bd. 19. Bonn : Gesellschaft für Informatik, 2002, S. 299ff.
- [DN03] DREIER, Thomas ; NOLTE, Georg: Digitales Urheberrecht. In: *Informatik Spektrum* 26 (2003), Nr. 5, S. 327
- [ES01] EL SADDIK, Abdulmotaleb: *Interactive multimedia learning*. 1. Aufl. Berlin Heidelberg : Springer, 2001
- [Esc98] ESCHENBURG, Axel: Wo laufen sie denn? In: *c't* (1998), Nr. 22, S. 92 ff.

- [Eul92] EULER, Dieter: *Didaktik des computerunterstützten Lernens*. 1. Aufl. Nürnberg : Bildung und Wissen, Verlag und Software, 1992 (Multimediales Lernen in der Berufsbildung)
- [FHKR02] FREIBICHLER, Dr. H. ; HOFFMANN, Bruni ; KEUNEKE, Jürgen ; RISER, Urs: *Konzeption und Entwicklung interaktiver Lernprogramme*. 1. Aufl. Berlin Heidelberg : Springer, 2002
- [FLM00] FÜNFSTÜCK, Falk ; LISKOWSKY, Rüdiger ; MEISSNER, Klaus: Softwarewerkzeuge zur Entwicklung multimedialer Anwendungen. In: *Informatik Spektrum* 23 (2000), Feb., S. 11 ff.
- [GH01] GUNZENHÄUSER, Rul ; HERCZEG, Michael: Lehren und Lernen im Zeitalter der neuen digitalen Medien. In: *i-com* (2001), Nr. 0, S. 19ff.
- [GT03] GRUBER, Clemens ; THELEN, Tobias: Kollaboratives Lernen mit WikiWikiWebs. In: KERRES, Michael (Hrsg.) ; VOSS, Britta (Hrsg.): *Digitaler Campus* Bd. 24. Münster : Waxmann, 2003, S. 356ff.
- [HAG01] Hyperwave Press: *Hyperwave Administrator's Guide*. V 5.5. 2001
- [Has95] HASEBROOK, Joachim: *Multimedia-Psychologie*. 1. Aufl. Heidelberg : Spektrum Akademischer Verlag GmbH, 1995
- [HBH01] Hyperwave Press: *Hyperwave Benutzerhandbuch*. V 5.5. 2001
- [HHK02] HARTWIG, Ronald ; HERCZEG, Michael ; KRITZENBERGER, Huberta: Aufgaben- und benutzerzentrierte Entwicklungsprozesse für web-basierte Lernumgebungen. In: *i-com* (2002), Nr. 1, S. 18ff.
- [Him00] HIMMELEIN, Gerald: Schönere Seiten. In: *c't* (2000), Nr. 5, S. 246 ff.
- [HK03] HEUER, Jörg ; KOSCH, Harald: MPEG-7. In: *Informatik Spektrum* 26 (2003), Mai, Nr. 2, S. 105ff.
- [HPG01] Hyperwave Press: *Hyperwave Programmer's Guide*. V 5.5. 2001
- [HW98] HAAKE, Jörg M. ; WESSNER, Martin: Kooperative Lernumgebungen. In: *Der GMD-Spiegel* 2 (1998), S. 33 ff.
- [Hyp] HYPERWAVE AG, MÜNCHEN. *Hyperwave - The Power of Wisdom*. [www.hyperwave.de/d/](http://www.hyperwave.de/d/)

- [IBM] IBM CORPORATION, WHITE PLAINS, NY. *IBM Lotus Software - Learningspace*. [www.lotus.com/learningspace](http://www.lotus.com/learningspace)
- [JM02] JABLONSKI, Stefan ; MEILER, Christian: Web-Content-Managementsysteme. In: *Informatik Spektrum* 25 (2002), April, Nr. 2, S. 101
- [JS02] JONES, Chris (Hrsg.) ; STEEPLES, Christine (Hrsg.): *Networked Learning*. 1. Aufl. Berlin Heidelberg : Springer, 2002 (Computer supported cooperative work)
- [Jur01] JURCZYK, Björn: *Erweiterung der Notes-Funktionalität des TRANSTEC Servers*, Universität Gesamthochschule Siegen, Seminararbeit, März 2001
- [Kar01] KARIC, Sejad: *Einführung in Macromedia Flash*, Universität Gesamthochschule Siegen, Seminararbeit, März 2001
- [Kar03] KARLA, Jürgen: Elektronisches Papier. In: *Informatik Spektrum* 26 (2003), Nr. 5, S. 350ff.
- [Ker98] KERRES, Michael: *Multimediale und telemediale Lernumgebungen*. 1. Aufl. München : Oldenbourg, 1998
- [Ker01] KERRES, Michael: *Multimediale und telemediale Lernumgebungen*. 2. Aufl. München : Oldenbourg, 2001
- [KP98] KOERBER, Bernhard (Hrsg.) ; PETERS, Ingo-Rüdiger (Hrsg.): *Informatische Bildung in Deutschland*. 1. Aufl. Berlin : LOG IN Verlag GmbH, 1998
- [KRS98] KLÖCKNER, Konrad (Hrsg.) ; REMMELE, Werner (Hrsg.) ; SOMMER, Manfred (Hrsg.) ; Universität Marburg (Veranst.): *Interaktion im Web*. Bd. 50. Stuttgart : B.G. Teubner, 1998 (Berichte des German Chapter of the ACM)
- [Kun01] KUNATSE, Ebenezer: *Didaktik multimedialer Lernsysteme*, Universität Gesamthochschule Siegen, Seminararbeit, März 2001
- [Lan02] LANGENBACH, Christian ; BODENDORF, Freimut (Hrsg.) ; EULER, Dieter (Hrsg.) ; SEIBT, Dietrich (Hrsg.) ; WINAND, Udo (Hrsg.): *E-Learning*. Bd. 2: *Electronic Education Mall*. 1. Aufl. Lohmar Köln : Josef Eul Verlag, 2002

- [LT02] LUCKO, Sandra ; TRAUNER, Bettina ; KAMINSKE, Gerd F. (Hrsg.): *Wissensmanagement*. 1. Aufl. München Wien : Hanser, 2002 (PocketPower)
- [Mau99] MAURER, Hermann: Internet und Intranet sind mehr als Hilfen bei der Ausbildung. In: *e&i* (1999), Nr. 9, S. 491 ff.
- [Mau03] MAURER, Hermann: Wissensmanagement. In: *Informatik Spektrum* 26 (2003), Feb., Nr. 1, S. 26ff.
- [Mer01] MERZ, Marcus: *Serversysteme: Lotus Domino*, Universität Gesamthochschule Siegen, Seminararbeit, März 2001
- [Ort00a] ORTNER, Erich: Wissensmanagement. In: *Informatik Spektrum* 23 (2000), Juni, S. 192 ff.
- [Ort00b] ORTNER, Erich: Wissensmanagement. In: *Informatik Spektrum* 23 (2000), April, S. 100 ff.
- [Pal01] PALTIAN, Markus: *Macromedia Director*, Universität Gesamthochschule Siegen, Seminararbeit, März 2001
- [Paw01] PAWLICZEK, Roman: *Erfahrungsbericht Macromedia Authorware Attain 5.0*, Universität Gesamthochschule Siegen, Seminararbeit, März 2001
- [Paw02] PAWLICZEK, Roman: *Erweiterung der TRANSTEC Serverfunktionalität für Autoren*, Universität Gesamthochschule Siegen, Diplomarbeit, April 2002
- [Pop00] POPP, Jens: *Ein Internetbasiertes Lehr- und Lernsystem für die Mikrotechnik*, Universität Jena / Universität Siegen, Diplomarbeit, März 2000
- [PR01] PIEREDNIK, Christoph ; ROSCH, Markus: *Erweiterung der Funktionalität des TRANSTEC-Inhaltsverzeichnisses*, Universität Gesamthochschule Siegen, Seminararbeit, März 2001
- [Pri95] PRIEBE, ANDREAS: *Formalisierung von technologie- und prozessbezogenen Daten in der Siliziummikrotechnik*, Universität Dortmund, Diplomarbeit, Dezember 1995

- [Pri98] PRIEBE, Andreas: Internet- / Server-Technologie am Beispiel TRANSTEC. In: BRÜCK, Rainer (Hrsg.): *Multimedia und Mikrotechnik* Bd. 1. Siegen : Universität Siegen, Sep. 1998. – Workshop Lüdinghausen, S. 57ff.
- [Pri99] PRIEBE, Andreas: Multimedia oder: Warum man trotzdem Bücher lesen sollte. In: BRÜCK, Rainer (Hrsg.): *Multimedia und Mikrotechnik* Bd. 2. Herzogenrath : Shaker, Sep. 1999. – Workshop Sonneberg, S. 99ff.
- [Pri00] PRIEBE, Andreas: Multimedia: Tools und Formate. In: BRÜCK, Rainer (Hrsg.): *Multimedia und Mikrotechnik* Bd. 3. Herzogenrath : Shaker, Sep. 2000. – Workshop Bad Münster am Stein, S. 51ff.
- [Pri01] PRIEBE, Andreas: Grundlagen des mediengestützten Lernens. In: BRÜCK, Rainer (Hrsg.): *Multimedia und Mikrotechnik* Bd. 4. Herzogenrath : Shaker, Aug. 2001. – Workshop Doenrade, Holland, S. 53ff.
- [PS00] PLACHY, Johannes ; SCHMIDT, Jürgen: Dynamischer Service. In: *c't* (2000), Nr. 2, S. 198 ff.
- [Rap01] RAPELIUS, Adriane: *Sicherheitsaspekte bei Informationsservern und multimedialen Lernsystemen*, Universität Gesamthochschule Siegen, Seminararbeit, März 2001
- [Riz00] RIZVI, Nadeem: Final Evaluation Report / Exitech limited. 2000. – Techn. Report. TRANSTEC Project Deliverable 6.2
- [RS96a] REIMANN, Peter ; SCHULT, Thomas J.: Schneller schlauer. In: *c't* (1996), Nr. 9, S. 178 ff.
- [RS96b] REIMANN, Peter ; SCHULT, Thomas J.: Virtuell lehren leicht gemacht? In: *c't* (1996), Nr. 1, S. 270 ff.
- [RW95] RIEHM, Ulrich ; WINGERT, Bernd: *Multimedia: Mythen, Chancen und Herausforderungen*. 1. Aufl. Mannheim : Bollmann, 1995
- [RZ98] REIMANN, Peter ; ZUMBACH, Jörg: Lehren ohne Grenzen. In: *c't* (1998), Nr. 12, S. 168 ff.
- [Sch97a] SCHUBERT, Sigrid (Hrsg.) ; Gesellschaft für Informatik (Veranst.): *Schwerpunktthema: Computerunterstütztes Lernen*. Bd. 39. München



- : Oldenbourg, 1997 (it + ti - Informationstechnik und Technische Informatik 6)
- [Sch97b] SCHULMEISTER, Rolf: *Grundlagen hypermedialer Lernsysteme*. 2. Ausg. Oldenbourg, 1997
- [Sch98] SCHREIBER, Alfred: *CBT-Anwendungen professionell entwickeln*. 1. Aufl. Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, Mai 1998
- [Sch01a] SCHÄFER, Samuel: *Lotus Notes Learningspace*, Universität Gesamthochschule Siegen, Seminararbeit, März 2001
- [Sch01b] SCHULMEISTER, Rolf: *Virtuelle Universität - Virtuelles Lernen*. 1. Aufl. München : Oldenbourg, 2001
- [Sch02] SCHRYEN, Guido: Elektronische Zeitung - das Erbe Gutenbergs? In: *i-com* (2002), Nr. 3, S. 36ff.
- [Sch03] SCHULMEISTER, Rolf: *Lernplattformen für das virtuelle Lernen*. 1. Aufl. München : Oldenbourg, 2003
- [SS02] SAUTER, Annette M. ; SAUTER, Werner: *Blended Learning*. 1. Aufl. Neuwied : Luchterhand, 2002
- [Sta01] STADTMÜLLER, Marco: *Screendesign für multimediale Lernsysteme*, Universität Gesamthochschule Siegen, Seminararbeit, März 2001
- [Sta02] STADTMÜLLER, Marco: *Analyse und Bewertung des Funktionsumfangs etablierter eLearning-Systeme*, Universität Gesamthochschule Siegen, Diplomarbeit, April 2002
- [Thi03] THISSEN, Frank (Hrsg.): *Multimedia-Didaktik*. 1. Aufl. Berlin Heidelberg : Springer, 2003 (X.media.press)
- [TRA] TRANSTEC. *Knowledge Transfer for Microsystem Technologies*. [www-ttec.rs.uni-siegen.de](http://www-ttec.rs.uni-siegen.de)
- [WBT] WBT SYSTEMS, DUBLIN, IRELAND. *e-Learning from WBT Systems*. [www.wbt-systems.com](http://www.wbt-systems.com)
- [Web] WEBCT INC., LYNNFIELD, MA. *WebCT.com*. [www.webct.com](http://www.webct.com)
- [Web02] WEBER, Wibke: Was Online-Texte vom Radio lernen können. In: *i-com* (2002), Nr. 3, S. 29ff.

## 8 Literaturverzeichnis

---

- [Wen03] WENDT, Matthias: *Praxisbuch CBT und WBT*. 1. Aufl. München  
Wien : Hanser, 2003