

## Entwicklung und Evaluation interaktiver, multimedialer Lernsoftware für technische und physikalische Praktika in Ingenieurstudiengängen

*Projektleiter:*

Hans-Jürgen Hagemann

*Lenkungsgruppe:*

Hans-Jürgen Hagemann, Michael Heger, Heinrich Hemme, Doris Samm, Günter Schmitz

*Mitarbeiter:*

Anette Anthrakidis, Pia Behr, Stefan Breitschuh, Harry Boldt, Anne Carduck, Robert Farkas, Helke Fiebig, Steffen Graber, Andreas vom Hemdt, Winfried Kock, Claudia Mayer, Sabine Merten, Günter Reißmann, Andreas Tysarzik, Inge Zepf-Vinck

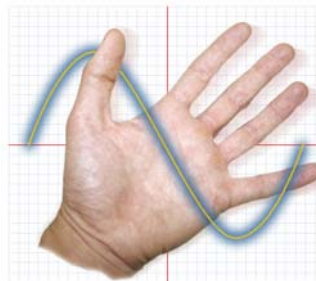
Projektlaufzeit

01. Apr. 2001 - 31. Dez. 2003

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01NM097A gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Fachhochschule Aachen  
University of Applied Science

Arbeitsgemeinschaft eLearning  
Goethestraße 1  
52064 Aachen  
ingmedia@fh-aachen.de  
www.ingmedia.de



Für die Unterstützung des Projekts "INGMEDIA" bedanken wir uns herzlich beim Rektorat der Fachhochschule Aachen, bei den beteiligten Fachbereichen und bei Frau Renate Schweikert und den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Verwaltung. Unser besonderer Dank gilt auch dem Leiter und den Referentinnen des DLR-Projekträgers "Neue Medien in der Bildung + Fachinformation" Herrn Dr. Klaus, Frau Scherer und Frau Tesanovic für die vertrauensvolle und anregende Zusammenarbeit. Dank sagen wir auch der Techniker Krankenkasse Aachen und National Instruments Deutschland für ihre Unterstützung.

Wir gedenken unseres am 20. November 2002 verstorbenen Kollegen Dr.-Ing. Andreas vom Hemdt.

## Anlage 2 (zu Nr. 3.2 BNBest-BMBF 98)

### Schlussbericht zu Nr. 3.2:

#### I. Kurzdarstellung der Ausgangssituation

Zuwendungsempfänger:	Fachhochschule Aachen	Förderkennzeichen:	01NM097A
Vorhabensbezeichnung:	Entwicklung und Evaluation interaktiver, multimedialer Lernsoftware für technische und physikalische Praktika in Ingenieur-Studiengängen (INGMEDIA)		
Laufzeit des Vorhabens:	01.04.2001	bis	31.12.2003
Berichtszeitraum:	01.04.2001	bis	31.12.2003

#### Inhalt:

1. Aufgabenstellung.....	2
2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde .....	3
3. Planung und Ablauf des Vorhabens .....	3
4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde .....	4
5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	6

## 1. Aufgabenstellung

In der ingenieurwissenschaftlichen Hochschullehre spielen die Laborpraktika seit langem eine wichtige Rolle. Vor dem Hintergrund lernpsychologischer Ansätze, die die herausragende Bedeutung des interaktiven Lernens betonen, ist im Verbundprojekt INGMEDIA Lernsoftware erstellt, im Lehreinsatz evaluiert, optimiert und in den Normalbetrieb der Hochschulen integriert worden. Dabei wurde das Praktikum explizit in den Mittelpunkt der Lehrveranstaltungen gestellt.

Der Projektschwerpunkt lag in der Entwicklung neuartiger Lernsoftware, um in der Vorbereitungs-, Durchführungs- und Nachbereitungsphase der Praktikumsarbeit die Lernanreize und den Lernerfolg nachdrücklich zu steigern. Multimediale Module wie Animationen, Video- und Sprachsequenzen, interaktive Lernkontrollen, Simulationen etc. sollten für eine hochschuldidaktische Neugestaltung von Ingenieurpraktika genutzt werden, um so das Praktikum als produktive Lernform mit aktivierender Lernumgebung weiterzuentwickeln. Die Ergänzung der Praktika durch die Möglichkeiten der "Neuen Medien" gestattet ein zielgerichtetes, ganzheitliches Lernen und erlaubt flexible Organisationsformen hinsichtlich Zeit und Ort. Die neu gestalteten Praktika werden den besonderen Lernansprüchen studierender Frauen gerecht, sie verbessern die Vereinbarkeit von Studium und Familienaufgaben, und ermöglichen Weiterbildungsangebote über die grundständigen Studiengänge hinaus.

Die Umsetzung dieser didaktischen Konzepte und des informationstechnischen Rahmens wurde konkret an fünf Grund- und Fortgeschrittenenpraktika verschiedener ingenieurwissenschaftlicher Fachbereiche exemplifiziert und bis zur Integration in den curricularen Normalbetrieb der jeweiligen Studiengänge realisiert und evaluiert.

Die Projektergebnisse wurden so gestaltet, dass die allgemeine Nutzung der Lernsoftware in der technisch-naturwissenschaftlichen Hochschullehre und ihre Adaption auf Praktika anderer Fächer ermöglicht und unterstützt wird. Darüber hinaus fließen die Ergebnisse dieses Projekts über bundesweit etablierte Netzwerke der Hochschuldidaktik in die Weiterbildung ein.

Als Grundlage des informationstechnischen Konzepts der Lernsoftware war eine offene, Internet-kompatible Plattform vorzusehen, bei der die Nutzer lediglich Standard-Hardware und -Internetsoftware benötigen, ohne dass Installationsprozeduren auf Client-PC's vorgenommen werden müssten. Daher war die Oberfläche und die Funktionalität der Lernsoftware weitgehend mit frei erhältlichen Entwicklungsumgebungen zu realisieren. Software zur Darstellung mathematischer und technischer Inhalte sowie zur Simulation und Steuerung von Mess- und Prozessabläufen war unter Einhaltung von Schnittstellenstandards für Daten und Programme sowie lizenzfreier Weitergabemöglichkeit geeignet einzubinden.

## **2. Voraussetzungen für das Vorhaben**

Die Fachbereiche Maschinenbau und Mechatronik, Luft- und Raumfahrttechnik sowie Elektrotechnik und Informationstechnik der Fachhochschule Aachen haben eine lange Tradition in der praxisorientierten Laborausbildung junger Ingenieure. In den Grundlagenpraktika der Bereiche Physik und Elektronik wird seit längerem der Einsatz von Lernsoftware und PC-gestützter Messtechnik praktiziert. In den physikalischen Grundlagenfächern wird in Kooperation mit Partnerhochschulen erfolgreich mit der gemeinsamen Nutzung von Ressourcen und der Videoübertragung von Lehrveranstaltungen über das Internet experimentiert. Im jungen Studiengang Mechatronik wird projektorientiert mit modernen mikrotechnischen Sensoren und Aktoren gearbeitet, und mit Hilfe aktueller Software-Werkzeuge werden Mikrosysteme entworfen.

Im interdisziplinären Arbeitskreis INGMEDIA wurden seit 1999 fachliche, didaktische und technische Aspekte des Einsatzes Neuer Medien und moderner Informations- und Kommunikationstechnologien im Hinblick auf Labore und Praktika in engem Kontakt mit Fachbereichen und zentralen Einrichtungen der Hochschule bearbeitet. Die "Arbeitsstelle für Hochschuldidaktik und Studienberatung" (HDSB) an der Fachhochschule Aachen unterstützt dabei die Fachbereiche und den Arbeitskreis auf wissenschaftlicher Grundlage in der Beratung, Weiterbildung und Evaluation zu Studium und Lehre.

## **3. Planung und Ablauf des Vorhabens**

Das Vorhaben wurde als Projekt mit Lenkungsgruppe, Projektbüro und Projektleiter geplant und geführt. Die Lenkungsgruppe bestand aus den fünf beteiligten Professorinnen und Professoren und dem Leiter der HDSB. Zum Projektbüro gehörten ein Projektbüroleiter (2003 Projektbüroleiterin) und eine Projektassistentin. Wegen des Umfangs des Vorhabens und der engen Einbindung von Verbundpartnern von fünf weiteren Hochschulen wurde eine Strukturierung in sechs Teilprojekten vorgenommen:

Teilprojekt 1: Interaktive Lernsoftware zur Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung von Präsenzpraktika im Grundstudium

Teilprojekt 2: Telematik – WebLabs mit remote control

Teilprojekt 3: Virtuelles Technologiepraktikum Mikrofertigung

Teilprojekt 4: Labor- und Hochschuldidaktik, Evaluation, Einbindung Lehre

Teilprojekt 5: Strukturierung der Lernsoftware, Koordinierung der Software-Tools, Definition von Standards, Qualitätssicherung

Teilprojekt 6: Projektkoordinierung, Öffentlichkeitsarbeit, Ergebnisverwertung

Der Ablauf des Projektes wurde mit Hilfe von Zeit- Ressourcen- und Meilensteinplanungen gesteuert. Eine Übersicht über die Grobplanungen kann der Tabelle 1 entnommen werden.

#### 4. Vorheriger wissenschaftlicher und technischer Stand

Die aktuelle Hochschuldidaktik betont die Entwicklung aktivierender Lernumgebungen und stellt das studentische Lernen ins Zentrum ihrer Betrachtungen. Die Neuen Medien werden überwiegend als Chance für die praktische Umsetzung dieser hochschuldidaktischen Konzepte eingeschätzt<sup>1</sup>. Die labordidaktische Diskussion an Hochschulen ist derzeit auf die Vorbereitungsphase von Versuchen fokussiert mit dem Ziel, den Studierenden in der Präsenzphase die volle Aufmerksamkeit für die Geräte zu ermöglichen. Sie zielt ferner darauf ab, industrieorientierte Arbeitsprinzipien einzuüben<sup>2</sup>.

Für eine geschlechterbewusste Hochschuldidaktik kommt den Praktika im Grundstudium deshalb eine besondere Bedeutung zu, weil Frauen bei Studienbeginn häufiger als Männer aus Distanz zu Inhalt und Form des Studiums Abbruchneigungen zeigen und stärker als Männer ein Lernen wünschen, das sich bereits frühzeitig an Problemen aus der Praxis orientiert<sup>3</sup>.

Die Evaluation konzentriert sich auch im Hochschulbereich auf Kontext- und Prozessaspekte. Es haben sich vor allem Konzepte und Standards der formativen Selbstevaluation etabliert, die Qualitätssicherungsansätzen wie EFQM und ISO 9000 entsprechen<sup>4</sup>.

Im Rahmen von MultiMedia-Förderprogrammen der Bundesländer sind seit 1998 Projekte durchgeführt worden, in denen der Einsatz neuer Medien für die Begleitung von Vorlesungen und Übungen in ingenieurwissenschaftlichen Hochschulstudiengängen untersucht worden ist. In Einzelfällen ist die multimediale Unterstützung von Praktika Gegenstand der Projektforschungen gewesen. In den meisten Projekten wurden Tutorien mit Multimedia-Elementen entwickelt, um den Studierenden Übungs- und Anwendungsbeispiele zur Verfügung zu stellen, mit denen sie den Vorlesungsstoff aufarbeiten und konkretisieren können. Zu den Beispielen, die für das geplante Vorhaben besonders relevant sind, gehören:

"Entwicklung einer multimedialen Lernumgebung mit Modellcharakter zum Thema: Modellierung und Simulation von Fabrikssystemen". Eine mehrgliedrige, multimediale und interaktive Lernsoftware wurde aufgebaut. Ein Wissensspeicher dokumentiert das Wissen in Hypertextform und

---

<sup>1</sup> R. Schulmeister: „Grundlagen hypermedialer Lernsysteme. Theorie – Didaktik – Design“, 2. Auflage, München, Wien 1997).

<sup>2</sup> H.-G. Bruchmüller, A. Haug: „Labordidaktik für Ingenieurstudiengänge“, Handbuch Hochschullehre 23 A2.16, Juni 1999)

<sup>3</sup> BLK-Abschlussbericht 1998: Barbara Schwarze (Hrsg.): Frauen im Ingenieurstudium an Fachhochschulen. Geschlechterspezifische Aspekte in Lehre und Studium, Bielefeld

<sup>4</sup> James R. Sanders (Hrsg.): Handbuch der Evaluationsstandards. Die Standards des "Joint Committee on Standards for Educational Evaluation", Opladen 1999

ermöglicht eine vernetzte Darstellung<sup>5</sup>. Eine spezielle online-Lehrsoftware wurde erstellt, die den Stoff der jeweiligen Vorlesungen um räumliche Darstellungen (Videos, Simulationen, Animationen etc.) mit interaktiven Bewegungsmöglichkeiten erweitert. Die Studierenden können sowohl von einem Internetarbeitsplatz an der Universität als auch von zu Hause aus über einen Online-Zugang auf die Multimedia-Elemente zugreifen<sup>6</sup>. Über entsprechend gestaltete Oberflächen greifen die Praktikumsteilnehmer direkt auf die durchzuführenden Versuche zu. Sie werden dabei durch ein Angebot an abrufbaren Lernunterlagen unterstützt. Sowohl die Einarbeitung in die jeweilige Fragestellung, die Modellierung des realen Problems, die Simulation der Modelle und insbesondere auch die direkte Messung sollen ermöglicht werden. Im Teilprojekt "Mensch-Computer-Interaktion" wird ergonomisches Wissen bezüglich der Gestaltung von Lernsoftware auf seine Anwendbarkeit im Internet geprüft<sup>7</sup>.

Im Rahmen des Förderprogramms "Virtuelle Hochschule" werden das Kompetenzzentrum für Multimedia und Telematik in Tübingen und sechs Verbundprojekte gefördert. Dazu gehört das Verbundprojekt "Virtuelles Labor VVL Baden-Württemberg", in dem die Entwicklung, der Aufbau, die Erprobung und Evaluierung virtueller Laboratorien mit Bildverarbeitung zur Steuerung und Visualisierung von Werkzeugmaschinen mit Robotern bearbeitet wird<sup>8</sup>.

---

<sup>5</sup> Universitätsverbund MultiMedia NRW, A. Kuhn, Uni Dortmund, Maschinenbau, <http://www.lfo.uni-dortmund.de/smile/index.htm>: "Entwicklung von interaktiver Lehrsoftware in der Mechatronik mit Implementierung eines Expertenarbeitsplatzes"

<sup>6</sup> Universitätsverbund MultiMedia NRW, M. Hiller, Gerhard-Mercator-Universität Duisburg, Fachbereich 7 Maschinenbau: "Multimediale Praktika im Internet"

<sup>7</sup> NRW Fachhochschulprogramm Multimedia in der Lehre, R. Bartz, FH Köln, Fachbereich Nachrichtentechnik

<sup>8</sup> <http://www.vvl.de/VVL/start.html>

## 5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

INGMEDIA ist ein Verbundprojekt von sechs deutschen Hochschulen unter Federführung der Fachhochschule Aachen (Projektleitung Prof. Dr. Hans-Jürgen Hagemann, Fachhochschule Aachen), Verbundpartner:

- Fachhochschule Aachen (Prof. Dr. Hans-Jürgen Hagemann, Dr. Michael Heger, Prof. Dr. Heinrich Hemme, Prof. Dr. Klaus-Peter Kämper, Prof. Dr. Doris Samm, Prof. Dr.-Ing. Günter Schmitz)
- Universität Duisburg-Essen, Standort Essen (Prof. Dr. habil. Udo Backhaus)
- Fernuniversität Hagen (Prof. Dr.-Ing. Wolfram Schiffmann)
- Fachhochschule Kaiserslautern, Standort Zweibrücken (Prof. Dr. Manfred Brill, Prof. Dr. Antoni Picard)
- Fachhochschule Lippe-Höxter, Standort Lemgo (Prof. Dr.-Ing. Stefan Gössner, Prof. Dr. Kurt Klose)
- Fachhochschule Ulm (Prof. Dr.-Ing. Hans-Georg Bruchmüller)

Auf der Arbeitsebene erfolgte eine intensive Zusammenarbeit mit regelmäßigen gegenseitigen Besuchen aller Beteiligten in den jeweiligen Teilprojekten. Darüber hinaus haben in Form von ein- oder zweitägigen Konferenzen ein zentrales Vorbereitungstreffen (Aachen, 25.10.2000), ein Start-Up-Meeting (Aachen, 19.06.2001), ein Spin-Off-Meeting (Aachen, 12.03.2002) und drei Status-Meetings (Zweibrücken, 29.10.2001, Hagen, 26. – 27.09.2002, Lemgo, 25. – 26.09.2003).

Darüberhinaus sind Kooperationen mit ILIAS OpenSource (Universität zu Köln), mit der Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg, mit der Techniker Krankenkasse, und mit National Instruments Deutschland bei der Erarbeitung und Nutzung der Projektergebnisse zum Tragen gekommen.



## Anlage 2 (zu Nr. 3.2 BNBest-BMBF 98)

### Schlussbericht zu Nr. 3.2:

#### II . Eingehende Darstellungen zum Vorhaben

Zuwendungsempfänger:	Fachhochschule Aachen	Förderkennzeichen:	01NM097A
Vorhabensbezeichnung:	Entwicklung und Evaluation interaktiver, multimedialer Lernsoftware für technische und physikalische Praktika in Ingenieur-Studiengängen (INGMEDIA)		
Laufzeit des Vorhabens:	01.04.2001	bis	31.12.2003
Berichtszeitraum:	01.04.2001	bis	31.12.2003

#### KURZFASSUNG

Im Projekt INGMEDIA ist die Lernform „Praktikum“ zu einer selbst bestimmten Lernumgebung weiterentwickelt worden. Vielfältige Kontextangebote bieten individuelle Lerneinstiegsmöglichkeiten und aktivieren selbstgesteuertes Lernen. Praktika aus drei Bereichen des Ingenieurstudiums, „physikalische Grundlagenpraktika“, „Telematiklabore für Elektronik“ in der Studienmitte und „virtuelle Technologiepraktika“ für Fortgeschrittene, wurden mit Hilfe der Neuen Medien umgestaltet, erprobt und evaluiert.

Alle Lern- und Praktikumseinheiten können mit Standard-Internet-Browsern über die INGMEDIA-Lernumgebung (ILIAS Open source) benutzt werden. Für Lehrende wird die Plattform durch ein komfortables Offline-Autorensystem ergänzt, mit dem multimediale Lern- und Praktikumseinheiten ohne spezielle Programmierkenntnisse erstellt und automatisch in die Datenbank der ILIAS Lernplattform importiert werden können.

Die weiterentwickelten Praktikumseinheiten werden seit dem Wintersemester 2002 / 03 im regulären Lehrbetrieb eingesetzt und formativ evaluiert. Bei den Erprobungen der hypermedialen Lerneinheiten in physikalischen Grundpraktika schätzten die Lernenden den Stand ihrer Vorbereitung als befriedigend ein, die Praktikumsbetreuer konstatierten eine merkliche Verbesserung des Wissensstandes. Die Mehrheit der Studenten begrüßte vor allem die durch die Telematik angebotene größere Freiheit eines zeit- und ortsunabhängigen Lernens und der eigenen Lernorganisation. Das virtuelle Technologie-Praktikum: „Sensor-Fertigung“ ermöglicht die Neukonzeption einer industrienahen Ausbildung von Ingenieuren in innovativen Technologien und hat sich bereits bestens bewährt. Die empirischen Befunde über alle im INGMEDIA-Projekt evaluierten Praktika weisen darauf hin, dass Akzeptanz und Lernerfolg beim Einsatz Neuer Medien umso deutlicher sichtbar werden je größer die Selbstlern- und Medienkompetenzen der Studierenden sind.

## Inhalt:

<b>1. Ergebnisse des Vorhabens .....</b>	<b>2</b>
1.1. Einleitung.....	2
1.2. Konzept für eine INGMEDIA Lernumgebung (Teilprojekt 4a) .....	3
1.2.1. Hochschuldidaktisches Konzept .....	4
1.2.2. Mediendidaktische Umsetzung des INGMEDIA – Konzepts .....	8
1.3. Technische Basis der INGMEDIA – Lernumgebung (Teilprojekt 5) .....	11
1.4. Offline Redaktionssystem „Erkönig“ für INGMEDIA – Autoren (Teilprojekt 5).....	15
1.4.1. Übersicht.....	15
1.4.2. Allgemeine Vorgehensweise bei der Erstellung von Lerneinheiten .....	17
1.4.3. Transfer und Einbindung in die INGMEDIA – Lernumgebung .....	19
1.4.3.1. Teilschritt (IML-Export-Tool).....	20
1.4.3.2. XML-Schnittstelle (Aufbau ZIP - und der XML – Datei) .....	22
1.4.3.3. Teilschritt Importvorgang.....	23
1.5. Exemplarische Umsetzung von Praktikumseinheiten.....	31
1.5.1. Fachübergreifende Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen .....	31
1.5.2. Physikalische Grundlagenpraktika (Teilprojekt 1).....	34
1.5.3. Reale Laborexperimente übers Internet: Telematik (Teilprojekt 2).....	38
1.5.3.1. Technische Realisierung der Telematikmessplätze.....	38
1.5.3.2. Beispiele von Telematikmessplätzen .....	43
1.5.3.2.1. Lineare und nichtlineare Widerstände.....	43
1.5.3.2.2. Technische Kondensatoren .....	44
1.5.3.2.3. Bipolare Transistoren .....	45
1.5.3.2.4. Operationsverstärker .....	46
1.5.4. Virtuelles Technologiepraktikum (Teilprojekt 3).....	48
1.5.4.1. Übersicht über Ziele und Inhalte des Praktikums Mikrofertigung .....	48
1.5.4.2. Navigationsleiste .....	50
1.5.4.3. Virtuelle Maschine Hochtemperaturofen .....	50
1.5.4.4. Virtuelle Maschine Sputter Coater .....	51
1.5.4.5. Virtuelle Maschine Anodischer Bonder .....	53
1.5.4.6. Virtuelle Maschine FTP 500 (Film Thickness Probe).....	54

1.6. Formative Evaluation (Teilprojekt 4b).....	57
1.6.1. Einleitung und systematische Grundlegung .....	57
1.6.2. Evaluation der physikalischen Grundpraktika .....	60
1.6.2.1. Ausgangssituation.....	60
1.6.2.2. Evaluierte Lerneinheiten .....	61
1.6.2.2.1. Praktikumseinheit Ottomotor .....	61
1.6.2.2.2. Praktikumseinheit Feder .....	61
1.6.2.2.3. Laborkompetenz – Schlüsselqualifikationen bei der Laborarbeit .....	62
1.6.2.3. Fragen und Bewertungsmerkmale .....	62
1.6.2.4. Untersuchungsplanung, Operationalisierung, Methoden .....	64
1.6.2.5. Ergebnisse der Evaluation .....	65
1.6.2.5.1. Zur Vergleichbarkeit der Gruppen .....	65
1.6.2.5.2. Daten aus den Testfragen.....	70
1.6.2.6. Zusammenfassung Evaluation physikalische Grundpraktika .....	70
1.6.3. Evaluation der Telematikpraktika.....	71
1.6.3.1. Laborpraktikum Elektronische Bauelemente im FB Elektrotechnik.....	71
1.6.3.1.1. Einführung.....	71
1.6.3.1.2. Voraussetzungen für die Durchführung der Telematik.....	73
1.6.3.1.3. Prozessebene .....	75
1.6.3.1.4. Ergebnisebene .....	81
1.6.3.1.5. Schlussfolgerungen.....	84
1.6.3.2. Elektronikpraktikum im FB Luft- und Raumfahrttechnik .....	85
1.6.3.2.1. Einleitung/ Fragestellung / Arbeits-Hypothesen .....	85
1.6.3.2.2. Fragestellung der Untersuchung.....	85
1.6.3.2.3. Testgütekriterien .....	85
1.6.3.2.4. Ergebnisse .....	86
1.6.3.2.5. Zusammenfassung der Ergebnisse Elektronikpraktikum .....	94
1.6.3.3. Schlussfolgerungen und Ausblick Telematik.....	101
1.6.4. Formative Evaluation zum virtuellen Technologiepraktikum.....	103
1.6.4.1. Abschnitt 1: Konzeptevaluation.....	103
1.6.4.1.1. Prozessebene .....	103
1.6.4.1.2. Voraussetzungsebene .....	104
1.6.4.1.3. Ergebnisebene .....	105
1.6.4.1.4. Schlüssigkeit des Konzepts .....	106
1.6.4.2. Abschnitt 2: Umsetzungsevaluation .....	107
1.6.4.2.1. Prozessebene .....	107
1.6.4.2.2. Voraussetzungsebene .....	115
1.6.4.2.3. Ergebnisebene .....	117
1.6.4.3. Abschnitt 3: Zusammenfassende Bewertung und Weiterentwicklung ...	119

1.7. Öffentlichkeitsarbeit (Teilprojekt 6).....	123
1.7.1. Die INGMEDIA Projekthomepage .....	123
1.7.2. Projektlogo und "Corporate Design" .....	123
1.7.3. Pressearbeit, Messen und Ausstellung .....	123
1.7.4. eFacH als Lernplattform der FH Aachen .....	124
1.8. Zusammenfassung.....	127
<b>2. Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse .....</b>	<b>130</b>
2.1. Dokumentation .....	130
2.2. Organisation .....	130
2.3. Technik.....	132
2.4. Didaktik / Methodik .....	132
2.5. Vermarktung.....	133
2.6. Nutzen der eLearning Angebote .....	133
2.7. Ressourcenbeschaffung.....	134
<b>3. Fortschritte anderer Stellen auf dem Gebiet des Vorhabens .....</b>	<b>135</b>
<b>4. Erfolgte und geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse .....</b>	<b>136</b>
4.1. INGMEDIA Publikationsliste.....	136
4.2. INGMEDIA Vortragsliste.....	138
4.3. Dissertationen und Diplomarbeiten .....	139

## 1. Ergebnisse des Vorhabens

### 1.1 EINLEITUNG

Laborpraktika stehen in einem Bedeutungsdilemma. Einerseits sind sie eigentlich die aktivierende Lehr-/ Lernform im Grundstudium mit besonderen Lernmöglichkeiten für das Erleben von Zusammenhängen und Zusammenarbeit mit Kopf (kognitiv), Herz (affektiv) und Hand (motorisch). De facto ist ihr Stellenwert institutionell und curricular jedoch eher gering. eLearning als eine Art Katalysator für eine Reaktivierung von Laborpraktika im Sinne von „Blended Learning“ zu nutzen, ist im Projekt INGMEDIA die zentrale hochschuldidaktische, medienpädagogische und technische Herausforderung.

Projektziel von INGMEDIA ist die Weiterentwicklung der Lernform „Praktikum“ zu einer produktiveren und in höherem Maße selbst bestimmten Lernumgebung. Durch die multimediale Vorbereitung und Unterstützung werden die potenziellen Lernvorteile des für die Ausbildung in den Natur- und Ingenieurwissenschaften wichtigen Laborpraktikums den Studierenden nahe gebracht. Vielfältige und differenzierte Kontextangebote bieten individuelle Lerneinstiegsmöglichkeiten und sollen zu selbst gesteuertem Lernen aktivieren. Die Möglichkeiten und Grenzen der multimedialen Begleitung von Laborpraktika für Studierende der Ingenieurwissenschaften wurden anhand von drei spezifischen Szenarien und zugehörigen konkreten Inhalten untersucht:

- In den Grundlagenpraktika dienen multimediale Tutorien der Vorbereitung auf die Aufgaben im Präsenzpraktikum, vermitteln Bezüge zur komplexen technischen Praxis und zur Technikgeschichte und unterstützen bei der Auswertung, Interpretation oder Präsentation der Versuchsdaten. Interaktive Module ermöglichen den kreativen Umgang mit Versuchsaufbauten und Geräten.
- In den Telematiklaboren werden elektronische und physikalisch-technische Messvorgänge zu beliebigen Zeiten von beliebigen, vernetzten PCs durchgeführt und ausgewertet.
- In den virtuellen Technologiepraktika machen sich die Studierenden mit moderner Mikrotechnikfertigung vertraut und lernen an virtuellen Maschinen mit realitätsnahen Bedienoberflächen die Einstellung und Optimierung der Prozessparameter.

Besonderes Augenmerk erhalten bei der Entwicklung des hochschuldidaktischen Konzeptes, der multimedialen Lernumgebung und der Auswahl und Gestaltung konkreter Inhalte die angestrebten und erreichten Lehr- und Lernziele der Lehrenden und Lernenden<sup>1</sup>. Individuelle Paradigmen in der Lehre (Instruktion – Lernorganisation) und im Studium (bestehen – verstehen, studierend lernen) gilt es im praktischen Einsatz zu erkennen und zu benennen. Die neu konzipierten Praktika und die Lernsoftware werden im regulären Lehrbetrieb der Hochschulen eingesetzt. Primäre Zielgruppe sind Studierende der Ingenieurwissenschaften. Jedoch wird eine Nutzung der Projektergebnisse für andere Fachrichtungen, Lernformen, für die betriebliche Schulung und die beruflichen Bildung und Weiterbildung von vornherein mitbedacht.

---

<sup>1</sup> Meister, D. M.; Tergan, S.-O.; Zentel, P. (Hrsg.) (2003): Evaluation von E-Learning — Zielrichtungen, methodologische Aspekte, Zukunftsperspektiven. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann

## 1.2 KONZEPT FÜR EINE INGMEDIA – LERNUMGEBUNG (Teilprojekt 4a)

Die Neugestaltung der Laborpraktika beginnt bei INGMEDIA mit der gemeinsamen Entwicklung eines hochschuldidaktischen Konzepts für das blended-learning-Angebot. Neben der Formulierung der hochschuldidaktischen INGMEDIA-Ziele umfasst dies in der Umsetzung hauptsächlich folgende Herausforderungen an die Lehrenden, Softwareautoren und hochschuldidaktischen Berater:

- Lehr-/Lernziele differenzieren und formulieren
- Lerninteresse und Lernbegeisterung aufgreifen bzw. wecken
- Lernbewusstsein, Verantwortung und Selbststeuerung fördern
- Lerntätigkeiten multimedial formen.

Anders als im Hochschulalltag vielfach üblich soll sich die Planung der Laborpraktika, egal ob E-Learning- oder Präsenzteil, jenseits der zu vermittelnden Inhaltsanteile explizit an Lehr- / Lernzielformulierungen orientieren. Mit entsprechend operationalisierten Lernzielformulierungen lassen sich Lerntätigkeiten mit verschiedenen Graden von Virtualität multimedial formen. So sollen z.B. neben generellen Zielen des E-Learning konkret versuchsübergreifende Laborkompetenzen angesprochen werden, die sich evtl. durch Telematik besonders häufig, besonders schnell, effizient und nachhaltig lernfördernd vermitteln und entwickeln lassen. Bestimmte entsprechend operationalisierte Ziele lassen sich mit E-Learning besonders anschaulich, aktuell und modern darstellen, womit dann jenseits vermutlich vorhandener defensiver Lernstrategien doch praxisbezogene Lernbegeisterung bei den Studierenden aufgegriffen bzw. geweckt werden kann.

Diesem Ziel dient auch die jeweils versuchsbezogene Menüleiste. Sie umfasst bewusst in dieser Reihenfolge und ohne etwa durchnummerierte Ordnungsvorgabe u. a.: Praxisbeispiele, Historisches, Grundlagen (Theorie), Selbsttest, zum Versuch, Do it yourself und „Merk-würdiges“. Gerade wegen der verbreiteten defensiven Lerneinstellung scheint es für die Lernsoftware beim Laborpraktikum besonders wichtig, weder mit „Grundlagen“ noch mit „zum Versuch“, sondern phänomenologisch mit einem Praxisbeispiel zu beginnen. INGMEDIA hat sich wegen der Absicht, „Lernbewusstsein, Verantwortung und Selbststeuerung“ zu fördern, bewusst für eine möglichst freie Navigation entschieden. In diesem Zusammenhang soll erprobt werden, neben dem Angebot inhaltsbezogener Selbsttests, auch die elektronisch ermittelbaren Lernwege zur Selbstreflexion zurückzuspiegeln.

### 1.2.1 Hochschuldidaktisches Konzept

Auch „Neue Medien“ sind letztlich nur „Medien“, d.h. „Mittel“ und kein Selbstzweck. Neue Medien sollen im komplexen Bedingungsgefüge des gesamten Hochschulkontexts als ein Mittel, lernförderndes Lehren und effizientes, nachhaltiges Studieren unterstützen<sup>2</sup>. Die gesamte aktuelle, internationale Lehr-/ Lernforschung betont bzgl. dieser Zielsetzung ebenso wie die hochschuldidaktische Forschung und Beratung die zentrale Bedeutung der konkreten studentischen Lerntätigkeiten: „Shift from Teaching to Learning“, „Lehrqualität = Lernqualität?“<sup>3</sup>. Die aktive studentische Beschäftigung mit den Studieninhalten jenseits eher „rezeptiver“ Lehr-/Lernsituationen wird dabei immer wieder als unbefriedigend gekennzeichnet. Daher engagiert sich die Hochschuldidaktik<sup>4</sup> seit langem für eine aktivierende Nutzung Neuer Medien. E-Learning im Hochschulbereich ist dabei erst in zweiter Linie als mediendidaktisches, vorrangig aber als hochschuldidaktisches Problemfeld zu verstehen und zu entwickeln.

Innerhalb der verschiedenen dabei denkbaren Szenarien mit unterschiedlich ausgeprägten virtuellen Lehranteilen<sup>5</sup> hat INGMEDIA von Beginn an eine Perspektive des „blended learning“ verfolgt, also eine Kopplung von E-Learning-Selbststudienphasen mit Präsenzangeboten nach der Leitlinie des angeleiteten Selbstlernens. Ein weitgehender Ersatz des Präsenzpraktikums durch eLearning war nicht geplant. Allerdings wurden gezielt auch telematische Entwicklungen und Erprobungen in das Projekt mit aufgenommen, um auch hier das Zusammenwirken von Präsenz- und virtuellen Selbststudienanteilen zu untersuchen. Für Ingenieure sind Medien wichtige Werkzeuge zur Vermittlung von anwendungsnahem Wissen. Ingenieure brauchen aber auch die Haptik, um durch Sehen, Fühlen und Hantieren Probleme zu erfassen und Lösungen zu finden<sup>6</sup>. Für den Erfolg mit Studierenden wie in der beruflichen Praxis kommt es dabei auf die richtige Mischung aus theoretischen und anschaulichen Modellen, Simulationen, praktischen Versuchen und Messungen an – auf das Ausbalancieren von Virtualität und Realität<sup>7</sup>. Dieser Herausforderung wurde mit dem im Folgenden skizzierten hochschuldidaktischen Kon-

---

<sup>2</sup> M. Heger: „Konzept hochschuldidaktischer Aktionsforschung am Beispiel INGMEDIA“, D.M. Meister, S.-O. Tergan, P. Zentel (Hrsg.), Medien in der Wissenschaft Bd. 25, Waxmann Verlag Münster ISBN 3-8309-1311-7 / ISSN 1434-3436, St. 74 – 83 (2004)

<sup>3</sup> A. Winteler, „Lehrqualität = Lernqualität? Über Konzepte des Lehrens und die Qualität des Lernens (Teil 1)“, in: Das Hochschulwesen, 50. Jg., H. 2, 42 - 49 (2002)

A. Winteler, „Lehrqualität = Lernqualität? Über Konzepte des Lehrens und die Qualität des Lernens (Teil 2)“, in: Das Hochschulwesen, 50. Jg., H. 3, 82 – 89 (2002)

<sup>4</sup> C. Bremer, U. P. Ritter, „Internetgestützte Hochschulveranstaltungen speziell am Beispiel Virtueller Tutorien“, in: Das Hochschulwesen, 45. Jg., H. 4, 203 – 210 (1997)

R. Schulmeister, „Grundlagen hypermedialer Lernsysteme. Theorie – Didaktik – Design“, Bonn: Addison-Wesley (1996)

<sup>5</sup> R. Schulmeister, „Szenarien netzbasierten Lernens“, in: Wagner, Erwin/ Kindt, Michael (Hrsg.): Virtueller Campus. Szenarien – Strategien – Studium. Medien in der Wissenschaft, Bd. 14. Münster: Waxman, 16 – 38 (2001)

<sup>6</sup> H. G. Bruchmüller, A. Haug: „Labordidaktik für Hochschulen“. Schriftenreihe report – Band 40, Leuchtturm Verlag (2001)

<sup>7</sup> W. Kock: „Blended Learning – die Kombination von Web-based Learning und Präsenzveranstaltung“. MOBILE Social Groupwork Report, Ausgabe 2/03, 18–21 (2003)

zept<sup>8</sup> Rechnung getragen.

Neben aktuellen mediendidaktischen Forschungsergebnissen sind in die Konzeptentwicklung empirische Untersuchungen eingeflossen, die in Rahmen des INGMEDIA-Projekts durchgeführt wurden. Professoren sind zu Lernzielen und Durchführung der bestehenden Praktikumslehreveranstaltungen (Staus quo Erhebung) befragt worden. Zu Interessenlage und Lernproblemen der Studierenden wurden systematische Interviews durchgeführt. Anhand von Praktikumsunterlagen, Hospitationen und Befragungen wurden die Bestandteile und der Ablauf von ingenieurwissenschaftlichen Praktika analysiert und grundlegende Begriffe definiert als strukturelle Basis für die Umsetzung in multimediale Lernsoftware als "Praktikumseinheit" (PE) mit den Elementen Organisation, Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung. Im Rahmen des Genderaspekts wurden insbesondere die spezifischen Lerninteressen von Frauen herausgearbeitet, die sich konkret in Lehr-Lernkonzepten für die PE's wiederfinden. Besonderer Fokus liegt dabei auf dem Konzept „Interesse“ und seiner Verbindung zum Lernen. Dem dient z.B. die Implementierung "bedeutungsvoller Anwendungskontexte" technisch-physikalischer Grundlagen in die neue Lernsoftware. Solche Elemente erleichtern nach aktuellen Forschungsergebnissen vor allem Frauen den Zugang zu technischen Inhalten und führen darüber hinaus zur Genese von Fachinteressen. Schließlich wurde eine Erhebung und Auswertung zur PC und Hardwareausstattung der Studierenden ("der Kunden" für die multimediale Lernsoftware) als Basis für Screen Design und Hardware- und Systemanforderungen an die PC's der Studierenden durchgeführt. Das didaktische Konzept für die Inhaltserstellung und den Medieneinsatz wurde exemplarisch am physikalischen Grundpraktikum „Kundt'sche Staubfiguren“ entwickelt<sup>9</sup>.

#### a. Selbstgesteuertes Lernen ermöglichen und fördern

Mit einer Lernplattform wird die zeit- und ortsunabhängige Bearbeitung der multimedialen Inhalte ermöglicht. Über den „persönlichen“ Schreibtisch erhält der Lernende Nachrichten, steigt an der früheren Ausstiegstelle wieder ein oder wählt aus dem ihm zur Verfügung stehendem Angebot aus. Vielfältige Angebote zur individuellen Wahl des Einstiegs, der Medien, des Niveaus kommen den unterschiedlichen Lerntypen entgegen. Die Konfrontation mit unterschiedlichen Perspektiven und Kontexten regt Lernende zur eigenen aktiven Auseinandersetzung mit den Inhalten an.

#### b. Praxisbeispiele, authentische Problemstellungen

Das Angebot von kontextsensitiven Praxisbeispielen, soll möglichst zu Beginn der Beschäftigung mit den Lerninhalten, die Studierenden zu einer klassischen Technik der Naturwissen-

---

<sup>8</sup> H. Boldt, A. Carduck, M. Heger, W. Kock: „Didaktisches Konzept für eine E-Learning-Plattform im Umfeld physikalischer Praktika“, Nordmeier, V.Redaktion: Didaktik der Physik. Beiträge zur Frühjahrstagung der DPG- Leipzig 2002 (veröffentlicht als Tagungs-CD)

<sup>9</sup> D. Samm, U. Backhaus, W. Suhr: „Die Kundt'sche Methode zur Messung der Schallgeschwindigkeit - ein Beispiel für die multimediale Unterstützung der Praktikumsvorbereitung“: Nordmeier, V.Redaktion: Didaktik der Physik. Beiträge zur Frühjahrstagung der DPG- Leipzig 2002 (veröffentlicht als Tagungs-CD)

W. Suhr, U. Backhaus: „Stellung und Zielsetzung des Experimentalpraktikums in der Physikausbildung“, Nordmeier, V. (Redaktion), Didaktik der Physik. Beiträge zur Frühjahrstagung der DPG- Leipzig 2002 (veröffentlicht als Tagungs-CD)



schaft anregen, der Beobachtung. „Spektakuläre“ Darbietungen lösen Fragen aus, die Aufmerksamkeitszuwendung wächst. Dieser Sachverhalt ist für jedermann auch aus der eigenen Lernhistorie ableitbar: wie leicht erinnert man sich an Sachverhalte, die „man schon immer wissen wollte“ und wie schnell ist (scheinbar) Uninteressantes vergessen. Affektive Elemente bei der Beobachtung (Erstaunen, Faszination...) bewirken durch die emotionale Koppelung später außerdem ein schnelleres Abrufen von Inhalten aus dem Gedächtnis. Gender-Forschungen<sup>10</sup> zeigen u. a., dass Mädchen/Frauen durch das Angebot von Praxisbeispielen besonders motiviert werden sich mit physikalisch-technischen Zusammenhängen auseinanderzusetzen.

#### c. „Do it yourself“, Eigenaktivität fördern

Durch das Angebot von „Freihand-Experimenten“, sollen die Lernenden angeregt werden, den Versuchsaufbau (mit vereinfachten Mitteln) zuhause nachzubauen. Durch das „Machen“ wird ein tiefes Verständnis der Zusammenhänge ermöglicht. Die bereitgestellte „Do it yourself“-Anordnung soll außerdem Kreativität wecken und zur Entwicklung eigener, alternativer Freihandexperimente motivieren. In der Präsenzveranstaltung können diese Erfahrungen ausgetauscht und vertieft werden.

#### d. Fachübergreifende Kompetenzen

Die von jeder Seite der Lernplattform (s. u.) aufrufbaren „Kompetenzen“ vermitteln semester- und fachübergreifende Angebote im Bereich „Studieren lernen“. Der Menüpunkt „Lerntipps“ stellt Lern- und Organisationsstrategien vor. In den Laborkompetenzen werden Tutorials zum Umgang mit Messergebnissen, Darstellen von Funktionen, etc. angeboten. Gerätekompetenzen beschreiben und erklären typische Laborgeräte. Diese Angebote sollen auch unter Mitwirkung der Studierenden, in speziellen Foren erweitert werden.

#### e. „Ask your Tutor“, Austausch und Problemlösung durch Kommunikation

Die Lernplattform ermöglicht die direkte Kontaktaufnahme zu anderen Lernenden, die online sind. Neben dem Kontakt über ein internes E-Mailsystem kann man sich an Foren beteiligen oder selbst Foren initiieren. Feedback und Rückfragemöglichkeiten per Mail oder in Foren zu Inhalten oder Technik werden von zuständigen Tutoren argumentativ beantwortet.

#### f. Selbsttest

Aus lernpsychologischer Perspektive heraus, sind Selbsttests als sehr effektives Angebot anzusehen, da sie den Lernenden eine direkte Rückmeldung zu ihrem aktuellen Wissensstand liefern<sup>11</sup>. Sehr wichtig ist aber in diesem Zusammenhang, dass ein solcher Selbsttest in Hinblick auf das konkrete Lernziel (Behaltensleistungen, Transferfähigkeit gelernter Inhalte, Problemlösekompetenz, etc.), konstruiert werden muss. Angebotene Selbsttests beziehen sich auf den konkreten Seiten- oder Abschnittsinhalt und sind jederzeit aufrufbar. Der Selbsttest soll keine unumgängliche Hürde für die weitere Bearbeitung der (nachfolgenden) Inhalte darstellen.

<sup>10</sup> Kubli, F. (1987). Interesse und verstehen in Physik und Chemie. Köln: Aulis Verlag.

Eckes, T. (1997). Geschlechterstereotype. Pfaffenweiler: Centaurus Verlagsgesellschaft

<sup>11</sup> Marsh, H.W. (1984). Students' evaluations of university teaching: Dimensionality, reliability, validity, potential biases and utility. *Journal of Educational Psychology*, 76, 707-754.

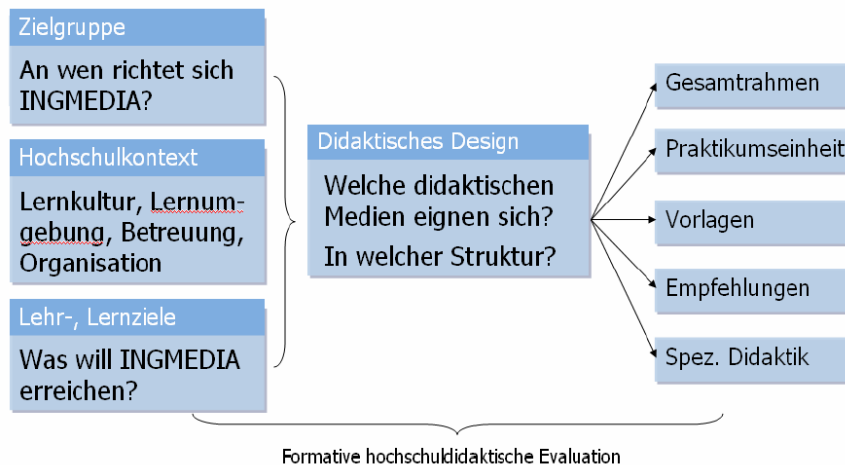
Marsh, H.W. (1987). Students' evaluations of university teaching: Research findings, methodological issues, and directions for the future. *International Journal of Educational Research*, 11, 253-388.

g. „Mysterious X“, Expertenforen

Ungeklärte Phänomene, die im Zusammenhang zu einer Lerneinheit stehen, werden in einem speziellen Forum angesprochen. Die Lernenden werden dazu aufgefordert, mögliche Erklärungen zu suchen. Damit wird der Aufbau eigener und gemeinsamer Wissensstrukturen ermöglicht. Die Einbindung in eine Expertenkultur kann das akademische Selbstkonzept der Lerner stärken, wobei Selbstwirksamkeitsüberzeugungen aus- oder aufgebaut werden können.

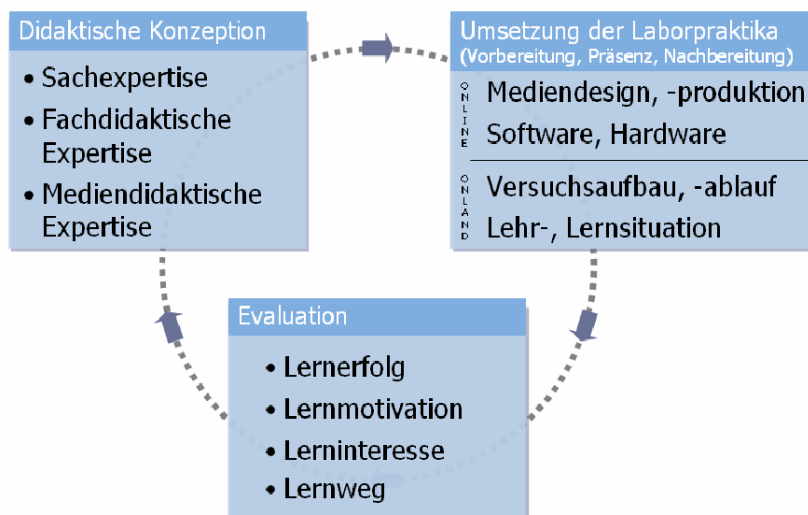
## 1.2.2 Mediendidaktische Umsetzung des INGMEDIA - Konzepts

Auf Basis des didaktischen Konzepts wurde zunächst ein Gesamtrahmen für die Lernumgebung entwickelt und dann der Aufbau und das Lay-out für eine "Praktikumseinheit" (PE) konzipiert. Um eine einheitliche Umsetzung durch verschiedene Dozenten zu ermöglichen, zeigt sich die PE dem Autor als Vorlage mit einem Satz bereitgestellter Funktionen, die jeweils optional ausschaltbar. Durch den einheitlichen Rahmen wird gewährleistet, dass die Benutzer der PE's, nämlich die Lerner, ein praktikumsübergreifendes Bedienkonzept und ein einheitliches Lay-out mit konsistentem look-and-feel erhalten.



Bei der Gestaltung von Vorlagen für den Seitenaufbau innerhalb der PE werden die genannten didaktischen Aspekte berücksichtigt und Empfehlungen für Autoren formuliert, z.B. zu didaktisch wertvollen Kombinationen von Text, Ton und Bild in bestimmten Lernsituationen.


Hinsichtlich Zielgruppe, Hochschulkontext und Lehr-, Lernzielen unterscheiden sich PE leicht bis erheblich. Jede PE erfordert daher eine, über den gemeinsamen Rahmen hinausgehende, auf das jeweilige Thema abgestimmte spezielle Fachdidaktik, die gegebenenfalls individuell in Zusammenarbeit mit den beteiligten Professoren, Tutoren, Grafikern, Technikern etc. abgestimmt wird.



Konzeption, Umsetzung und Evaluation der INGMEDIA Lernplattform sind als iterativer Prozess zu verstehen. Die aus der Evaluation gewonnenen Erkenntnisse wirken sich nicht nur auf Verbesserung und Erweiterung der Lernplattform aus, sondern beeinflussen idealerweise ebenfalls Präsenzpraktika bzw. die weitere Hochschullehre.

Die INGMEDIA Lernplattform lässt sich grob in drei Bereiche aufteilen. Auf der obersten Ebene findet der Benutzer Informationen zu INGMEDIA und einen Login-Bereich. Registrierte Benutzer können sich hier im INGMEDIA System anmelden, nicht registrierte Benutzer können eine Tour

durch das Angebot machen, bzw. sich als neuer Benutzer registrieren lassen. Registrierte Benutzer gelangen nach Anmeldung zu ihrem "Persönlichen Schreibtisch". Hier stehen verschiedene organisatorische Funktionen zur Verfügung. Unter anderem können Lerneinheiten für bestimmte Praktika abonniert und aufgerufen werden. Die Praktikumseinheit selbst dient der Vorbereitung, bzw. Nachbereitung auf ein bestimmtes Praktikum; im Falle von Telematikversuchen kann das Praktikum vom PC aus durchgeführt werden.

	<p>Registrierte Benutzer melden sich hier im System an.</p> <p>Wer noch keinen INGMEDIA Zugang hat, kann entweder eine Tour durch das INGMEDIA Angebot machen oder sich neu anmelden.</p> <p>Passwort vergessen? Kein Problem. Über eine zusätzliche, vorher vereinbarte Frage hilft Ihnen INGMEDIA "auf die Sprünge"</p>
--	---

*Login*

<table border="1"> <tr> <td><b>PERSÖNLICHER SCHREIBTISCH</b></td> </tr> <tr> <td>Persönliche Daten</td> </tr> <tr> <td>Praktikumstermine</td> </tr> <tr> <td>Wer macht mit mir Praktikum?</td> </tr> <tr> <td>Bisher besuchte Lerneinheiten</td> </tr> <tr> <td>Alle Praktika</td> </tr> <tr> <td><b>Abonnierte Praktika</b></td> </tr> </table>	<b>PERSÖNLICHER SCHREIBTISCH</b>	Persönliche Daten	Praktikumstermine	Wer macht mit mir Praktikum?	Bisher besuchte Lerneinheiten	Alle Praktika	<b>Abonnierte Praktika</b>	<p>Hier erfahren Sie alles Wesentliche rund ums Praktikum, z.B. welche Praktika wann angeboten werden.</p> <p>Aus dem Gesamtangebot aller Praktika abonnieren Sie die Praktika, an denen Sie teilnehmen wollen, d.h. Sie erhalten eine persönliche Liste der für Sie relevanten Praktika, die Ihnen nach jedem Einloggen automatisch zur Verfügung steht.</p> <p>Sie suchen einen Mitstudierenden zur Bildung einer Gruppe? Melden Sie sich an unter "Wer macht mit mir Praktikum?".</p>
<b>PERSÖNLICHER SCHREIBTISCH</b>								
Persönliche Daten								
Praktikumstermine								
Wer macht mit mir Praktikum?								
Bisher besuchte Lerneinheiten								
Alle Praktika								
<b>Abonnierte Praktika</b>								

*Persönlicher Schreibtisch*

<p><b>ZUM VERSUCH</b></p> <p>Praxisbeispiele</p> <p>Historisches</p> <p>Grundlagen</p> <p>Selbsttest</p> <p>Versuchsaufbau</p> <p>Versuchsablauf</p> <p>Suchen</p> <p>Do it yourself</p> <p>Mysterious Kundt</p> <p>Ask your Tutor</p> <p>Feedback</p>	<p>Sobald Sie eine Praktikum-Lerneinheit angewählt haben, gelangen Sie auf die letzte von Ihnen besuchte Seite (falls es eine solche gibt).</p> <p>Empfehlung für Studierende, die mit dem jeweiligen Thema nicht oder nur wenig vertraut sind: Abarbeitung der einzelnen Punkte von "Praxisbeispiele" bis "Versuchsablauf", Fortgeschrittene können aus dem Angebot beliebig wählen, z.B. sofort einen Selbsttest machen.</p> <p>Für den Einstieg in ein Thema hilfreich: die Einbindung in einen historischen Gesamtkontext, die Schaffung eines Bezugs zu möglicherweise bekannten Zusammenhängen.</p> <p>Versuchsaufbau, und –ablauf helfen den Studierenden, sich von der konkreten Situation des jeweiligen Praktikums ein Bild zu machen.</p> <p>Du bist nicht allein: INGMEDIA sieht in der ersten Version einen Tutor für jeden Versuch vor, mit dem die Studierenden asynchron kommunizieren können (24 h Feedback sollte eingehalten werden).</p>
<p><b>KONTEXT</b></p> <p>Glossar</p> <p>Formelsammlung</p> <p>Literaturtipps</p> <p>Persönliche Notiz</p>	<p>Aus dem Kontext des jeweiligen Praktikum heraus stehen den Studierenden die links abgebildeten Dienste zur Verfügung. D.h. beim Aufruf des Glossars beispielsweise werden nur die Begriffe aufgelistet, die im Kontext des aktuell ausgewählten Praktikums relevant sind.</p> <p>Technisch gesehen gibt es nur einen, Praktikumsübergreifenden Glossar (Formelsammlung etc.). Der Autor einer Lerneinheit bestimmt die Begriffe, die in den Kontext des Praktikums mit aufgenommen werden sollen.</p>

*Praktikumseinheit*

### 1.3 TECHNISCHE BASIS DER INGMEDIA LERNUMGEBUNG (Teilprojekt 5)

Voraussetzung für die Abbildung der Ingenieurpraktika in eine Online-Lernumgebung ist die Installation einer leistungsfähigen Lernplattform, um die ganze Bandbreite der Lerninhalte von Ingenieurpraktika mit Praktikumsvorbereitung, -durchführung und -nachbereitung über das Internet zu verteilen und zu nutzen. Anhand des didaktischen und inhaltlichen Konzepts und der daraus folgenden Anforderungen war eine geeignete Plattform zu finden und/oder zu entwickeln. Die von der Lernplattform bereitgestellte Oberfläche sollte in einem gewöhnlichen Browser darstellbar sein und als einzige Schnittstelle dienen. Die Lernplattform sollte grundlegende Funktionalitäten wie: Benutzeradministration, Autorensystem und Kommunikationsmöglichkeiten bieten.

Dabei bestand prinzipiell die Wahl zwischen drei Möglichkeiten: Kauf eines kommerziellen Produkts, Entwicklung einer eigenen Lernplattform oder Auswahl und Anpassung eines Open-Source-Projektes.

Da eine eigene Neuentwicklung aus Zeit- und Effizienzgründen nicht in Frage kam, wurde nach kommerziellen und Open source Lösungen recherchiert<sup>12</sup> Aus Kostengründen, und vor allem wegen der größeren Flexibilität und Erweiterbarkeit im Hinblick auf die didaktischen und inhaltlichen Anforderungen wurde einer Open source Plattform zu Vorzug gegeben, zumal das auch grundsätzlich in die Linie von hochschulbasierten Software-Lösungen passt.

Insbesondere wegen seiner interaktiven und kommunikativen Elemente gepaart mit der Möglichkeit einer flexiblen Ablaufsteuerung durch den lernenden Nutzer fiel die Entscheidung für das Open source System ILIAS<sup>13</sup>. ILIAS setzt auf ein LAMP-System auf (Linux, Apache, MySQL, PHP), wurde auf dem Projektserver installiert und hinsichtlich der Nutzung der Anpassung an INGMEDIA erfolgreich getestet. Ein großer Teil der Anforderungen an eine INGMEDIA Lernumgebung wird von ILIAS bereits erfüllt, weitere Funktionalitäten

In Kooperation mit dem ILIAS-Entwicklerteam der Universität Köln wurden weitere Funktionalitäten und Änderungen in der Benutzerführung programmiert und in das System integriert. Nach einer ersten Entwicklungsphase wurde dann ein erstes stabiles System auf Basis von ILIAS 1.6 zur Nutzung durch alle Partner im Verbundprojekt und zur öffentlichen Nutzung im Lehrbetrieb freigeschaltet.

---

<sup>12</sup>R. Schulmeister: "Selektions- und Entscheidungskriterien für die Auswahl von Lernumgebungen und Autorenwerkzeugen", BM-BWK Gutachten, <http://www.campus-source.de>  
T. Piendl, R. Brugger: "Zur Auswahl einer Web-basierten Lernumgebung", <http://www-iiuf.unifr.ch/~brugger>

<sup>13</sup>ILIAS Open Source (Integriertes Lern-, Informations- und Arbeitskooperationssystem)  
<http://www.ilias.uni-koeln.de>

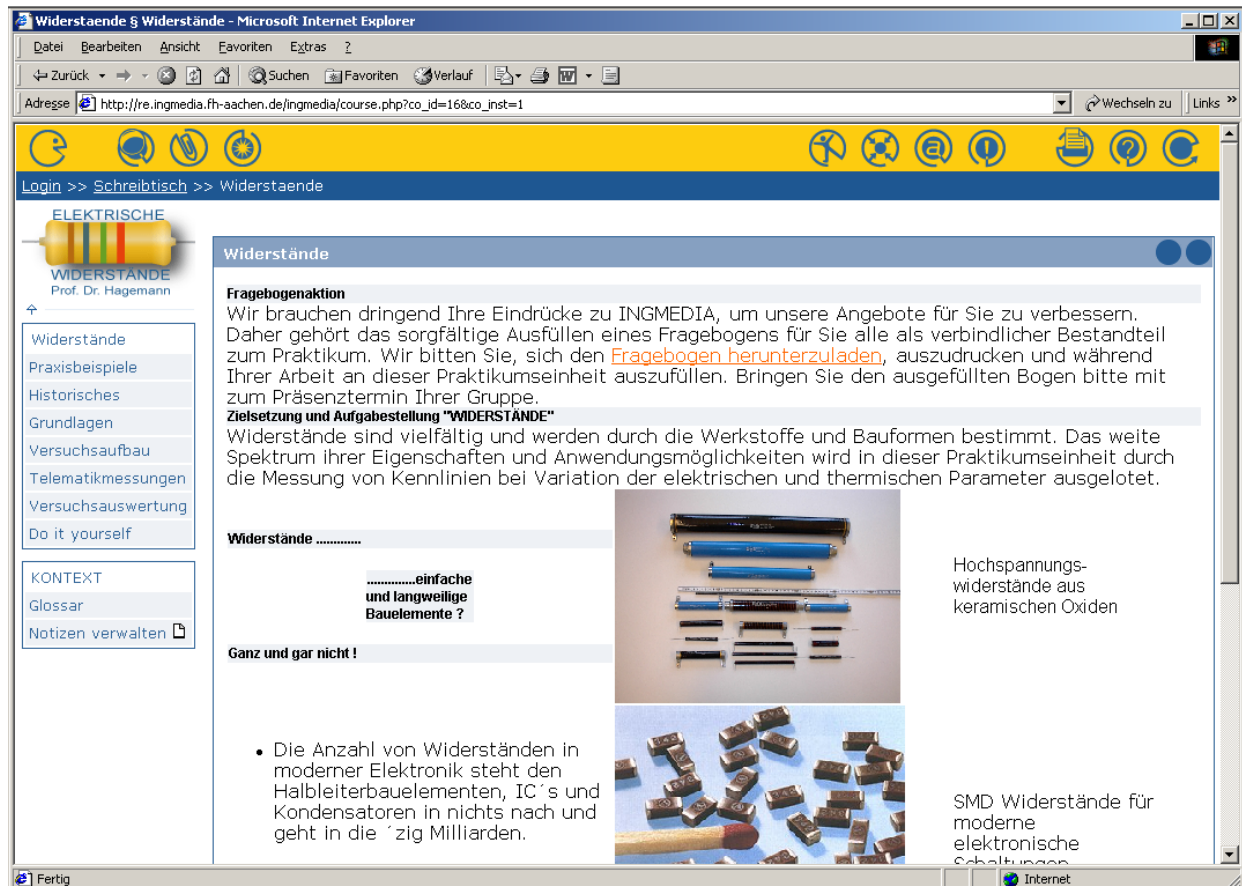


Abbildung: INGMEDIA-Lernplattform

Die Benutzer der INGMEDIA-Lernplattform werden in Benutzergruppen aufgeteilt, z.B. Studentengruppen je nach Studiengang oder Lehrveranstaltungen, Autoren und Dozenten, Administrator usw. Bei der Anmeldung an die Lernplattform wird der Benutzer automatisch anhand seiner Zugangsdaten einer Benutzergruppe zugeordnet. Die Steuerung der Zugangsberechtigungen aller Benutzer erfolgt in verschiedenen Benutzergruppen, mit denen festgelegt wird, auf welche Menüs und Funktionen in der Lernumgebung der einzelne Benutzer zugreifen darf.

So wird je nach Berechtigung des Benutzers die „Toolbar“ (Kopfleiste) der INGMEDIA-Lernplattform entsprechend dargestellt. Zusätzliche Schaltflächen für Autoren und den Administrator werden rot umfasst. Von der Kopfleiste aus kann man auf alle anderen Bereiche der Lernplattform zugreifen. Für die Benutzergruppe „Autor“ zeigt sich folgende Kopfleiste in der Lernumgebung.



Abbildung: Kopfleiste „Autor“ mit den Schaltflächen (von links nach rechts) persönlicher Schreibtisch, Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen, Entspannungsübungen, Online-Autorentool (rot umrahmt), in der Lerneinheit suchen, persönliche Linkliste, Druckassistent, Notizen speichern, Foren zur Lerneinheit, interne E-Mails, Forum zur Lernplattform, Hilfe zur Benutzung der Plattform, Logout.

Die Lernplattform bietet dem Autor die Möglichkeit, Lerninhalte mit dem Online-Autorensystem der Lernplattform zu erstellen. Ein Benutzer mit Autorenrechten hat Zugriff auf das Menü Autorenbereich um eine Praktikumseinheit online erstellen oder um eine vorhandene Praktikumseinheit zu editieren. Der Autor hat allerdings nicht die Berechtigung, eine Praktikumseinheit zu importieren oder zu exportieren. Dieses Recht besitzt nur die Benutzergruppe „Administrator“. Die Benutzergruppe „Administrator“ darf auf alle Menüs und Funktionen der Lernplattform zuzugreifen, so auch auf Im- und Exportfunktionen für die Lerneinheiten. Der Administrator verwaltet Lerneinheiten und Benutzergruppen und hat Zugang zu allen Grund- bzw. Systemeinstellungen.

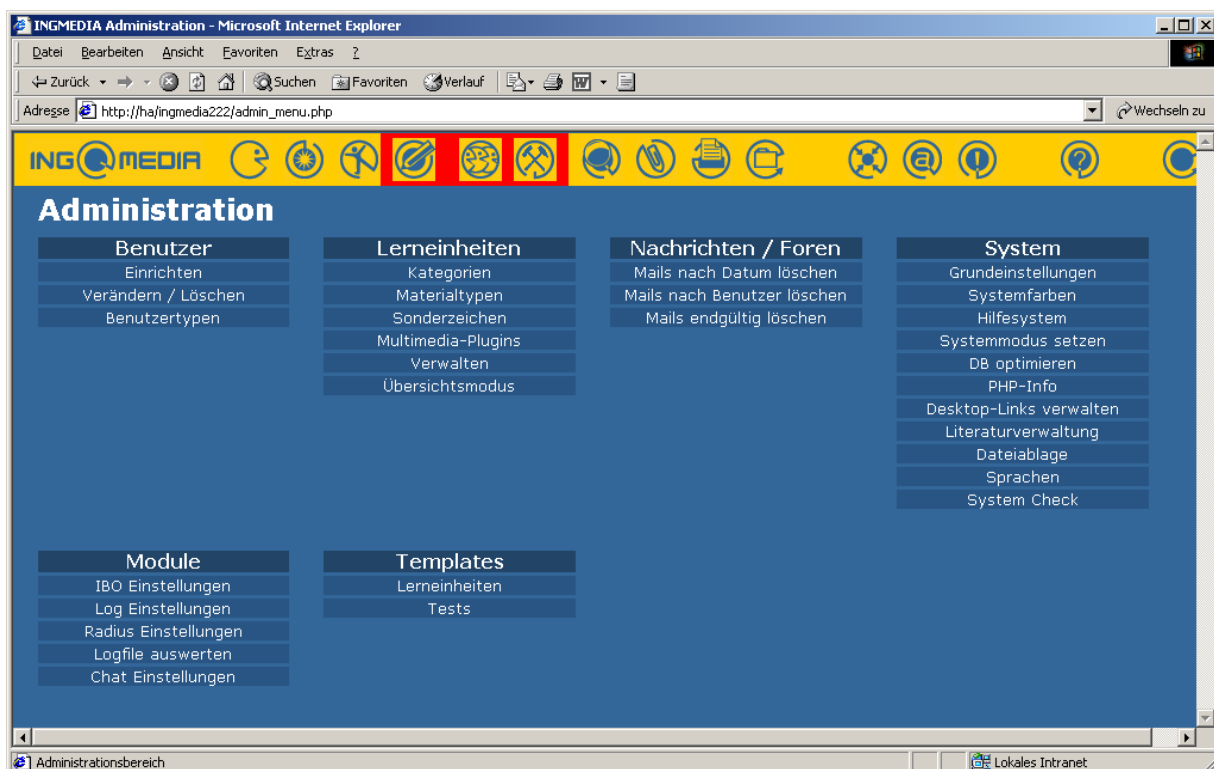


Abbildung: Oberfläche „Administration“

Parallel dazu wurde schon mit der Planung und Programmierung einer zweiten Version der INGMEDIA Lernumgebung auf der Basis von ILIAS 2.2.2 begonnen. In diese flossen vor allem Wünsche nach weiteren Funktionalitäten ein, die sich aus den Erfahrungen mit der praktischen Benutzung des ersten Systems ergeben hatten. Dazu zählen u. a. eine einfache, ständig sichtbare Übersicht über die Nachrichten, die ein Studierender empfangen hat, eine ebenfalls ständig sichtbare Möglichkeit für den Lerner, zu seinem letzten Arbeitspunkt innerhalb einer beliebigen Lerneinheit zurückzukehren und die Funktion „Wer ist Online“, welche einen Überblick über die zeitgleich angemeldeten User gibt, mit der Möglichkeit diesen direkt eine Nachricht zukommen zu lassen. Daneben beinhaltete die Programmierarbeit vor allem der Umgestaltung der Oberfläche, um ihr ein moderneres und benutzerfreundlicheres Design zu geben.



Für die benutzerfreundliche Verwendung von Videos in den Lerneinheiten wurde ein Videoserver installiert, welcher ein Betrachten schon während des Download-Vorgangs ermöglicht (Streaming Video). Diese Technik ist unerlässlich, da ein Großteil der Studenten nur über ISDN oder Modem auf unser System zugreift und ohne dieses Feature Download-Zeiten von mehreren Minuten in Kauf genommen werden müssten.

Das Angebot von Telematik-Praktikumseinheiten erforderte die Schaffung einer eigenen Schnittstelle des INGMEDIA-Webservers zu den einzelnen Telematikrechnern, welche die Versuche ansteuern. Damit ist es nun möglich, die Benutzerverwaltung der INGMEDIA/ILIAS-Plattform für den gesicherten Zugriff auf die Telematikrechner zu verwenden, d. h. nur im System bekannte und eingeloggte Benutzer dürfen und können die Telematikfunktion verwenden.

Auf der technischen Grundlage dieses System wurden zwei weitere Oberflächendesigns (FH Aachen 1 und 2) gestaltet, die alle auf dieselbe Datenbasis zugreifen und parallel betrieben werden können. Das hat wichtiges Know-how geschaffen für die Vermarktung und Nutzung der Lernumgebung durch externe Interessenten und Kunden.

Seit Beginn des Wintersemesters 2002/2003 wird die INGMEDIA-Lernumgebung von Studenten im Rahmen ihrer regulären Lehrveranstaltungen genutzt. Dabei greifen zurzeit mehr als tausend angemeldete Benutzer auf mehr als zwanzig Lerneinheiten zu<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> INGMEDIA Lernumgebung: <http://re.ingmedia.fh-aachen.de>, oder via <http://www.ingmedia.de>

## 1.4 OFFLINE-REDAKTIONSSYSTEM ERLKÖNIG FÜR INGMEDIA - AUTOREN

### 1.4.1 Übersicht

Neben den rein funktionalen und ästhetischen Aspekten hängt die Akzeptanz einer Lernumgebung wesentlich von der Qualität der angebotenen Inhalte ab. Eine wichtige Rolle bei der Etablierung einer Lernumgebung spielen daher die Möglichkeiten für Autoren, ihre Inhalte aufzubereiten und zur Verfügung zu stellen. Ein hierfür geeignetes Werkzeug muss auch medientechnisch weniger versierten Autoren ermöglichen, z.B. durch eine WYSIWYG Benutzeroberfläche und durch Unterstützung bei der Strukturierung von Lerninhalten.

ILIAS, das Zielsystem für INGMEDIA Inhalte besitzt zwar eine eigene Autorenschnittstelle, deren Verwendung hat sich jedoch als problematisch erwiesen. Eine Anpassung oder gar Neuentwicklung dieser Schnittstelle mit direkter Anbindung an ILIAS wäre zwar ideal, ist aber zu arbeits- und zeitaufwändig, so dass folgende Lösung gefunden wurde:

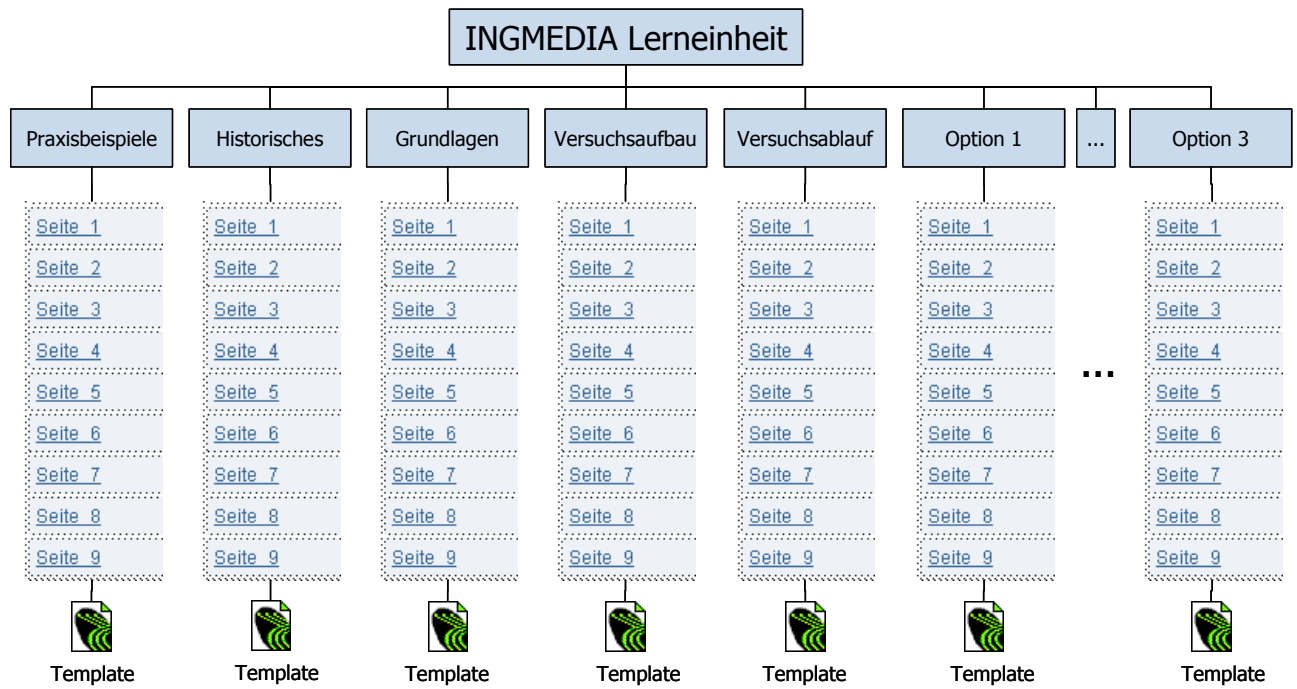
Um allen potenziellen Autoren und Lehrenden die Möglichkeit zu eröffnen, ohne Spezialkenntnisse nach kurzer Einarbeitungszeit Praktikums- und Lerneinheiten erstellen zu können, wurde als Template für die Praxiseinheiten ein Satz von ca. 150 HTML-Seiten geschaffen, in dem alle vorgesehenen Funktionalitäten, Tags und Metaangaben abgebildet sind<sup>15</sup>.

Autoren von Lerneinheiten bearbeiten mit einer vorbereiteten Vorlage statische HTML-Seiten, die dann zu einem späteren Zeitpunkt automatisiert in das ILIAS System übertragen werden. Der Autoren bearbeiten diese Vorlagen mit Macromedia Dreamweaver, einem kommerziellen wysiwyg-HTML-Editor. Die technischen Anforderungen dabei sind vergleichbar mit denen für MS Word und PowerPoint und die Autoren können sich ganz auf die inhaltliche Arbeit konzentrieren. So entsteht für die Autoren kein weiterer Aufwand. Damit dies funktioniert, erhalten Autoren eine Blanko-Lerneinheit, die aus präparierten Vorlagen (Templates) und bereits fertig verlinkten HTML-Seiten besteht. Für den späteren Transfer notwendigen interne Kennungen sind hier bereits enthalten, ebenso die Navigation zwischen den einzelnen Kapiteln und Seiten. Der Autor kann sich so weitgehend mit der inhaltlichen Gestaltung befassen.

Die folgende Abbildung zeigt die Struktur einer INGMEDIA Blanko Lerneinheit (LE).

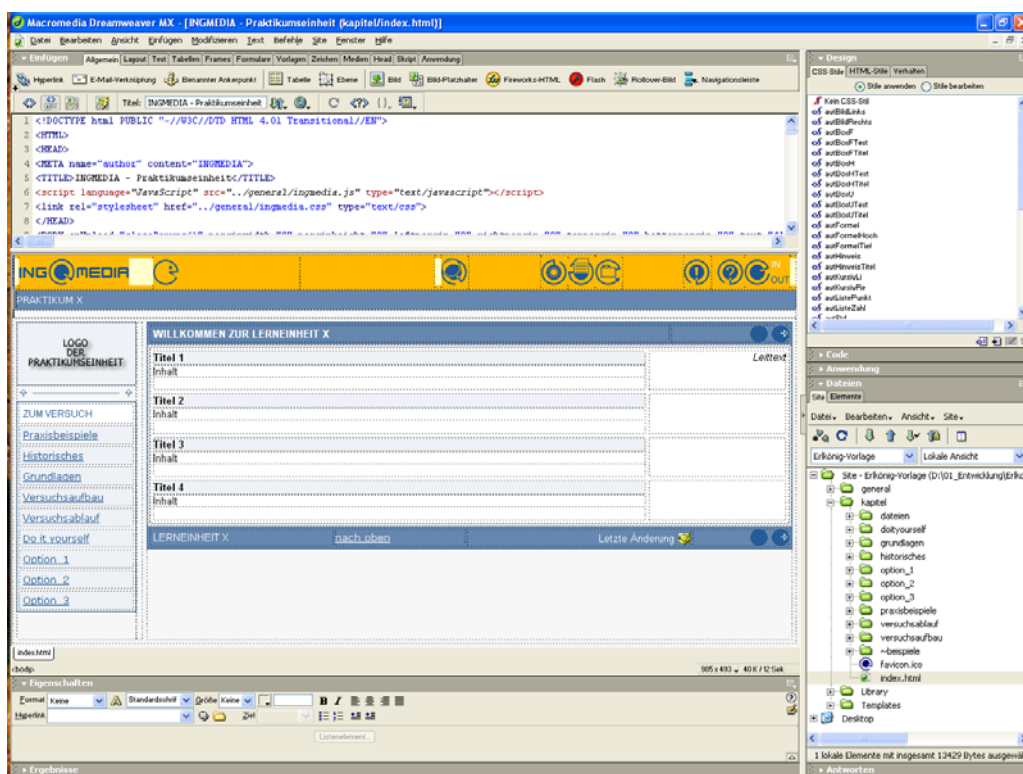
---

<sup>15</sup> H. Boldt, "Erlkönig: Offline Authoring Tool for ILIAS", Proc. 2nd International ILIAS Conference University of Cologne (Germany), October 1 and 2, 2003



## 1.4.2 Allgemeine Vorgehensweise bei der Erstellung von Lerneinheiten

Autoren erstellen zunächst die Startseite ihrer Lerneinheit und passen die Namen der Kapitel, sowie deren Unterseiten entsprechend ihren Vorstellungen an. Letzteres geschieht auf der Ebene der Vorlagen (Templates), so dass sich einmalige Änderungen auf alle Einzelseiten eines entsprechenden Kapitels beziehen. Das an zentraler Stelle der Lerneinheit liegende Blanko Logo wird gegen ein eigenes Logo ausgetauscht.



Anschließend werden auf den vorbereiteten Seiten die Inhalte platziert. Hierzu wurden einige Beispiele vorbereitet, die dem Autor innerhalb des Vorlagen Pakets zur Verfügung stehen. Für den Rahmen stehen ein Layout mit Marginalien sowie ein zwispaltiges Layout zur Verfügung. Darüber hinaus steht es dem Autor frei, eigene oder abgewandelte Layouts für die Darstellung der Inhalte zu nutzen.

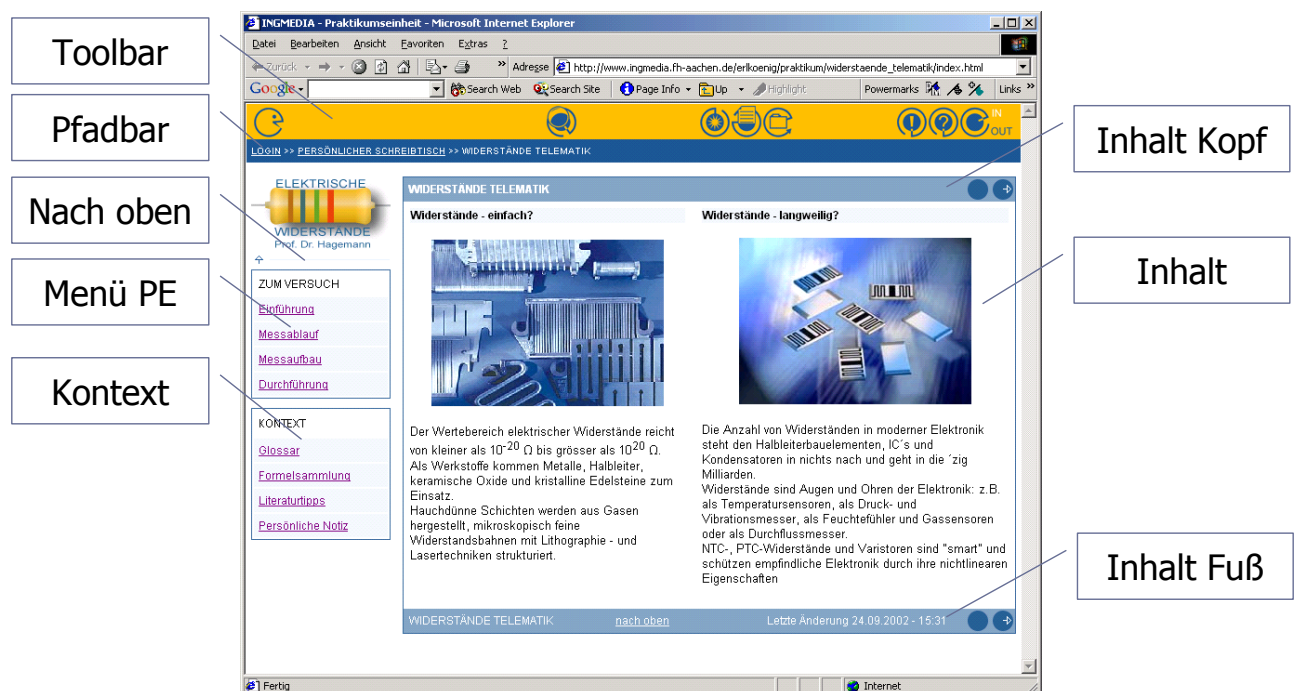
Zur weiteren Formatierung und Platzierung von Inhalten wurde ein INGMEDIA Stylesheet entwickelt, welches die Autoren direkt in der Dreamweaver

<p><b>Linksbindig mitlaufendes Bild</b> So können Sie Bilder mit Absätzen verbinden, deren Text rechts um das Bild fließt, ohne aufwendige Tabellen zu erstellen:</p>  <p>Schreiben Sie zunächst einen Absatz wie diesen und setzen Sie dann den Cursor vor den ersten Buchstaben des Textes. Fügen Sie nun ein Bild ein (Einfügen Bild = Strg+Alt+I). Markieren Sie das Bild mit der Maus und klicken Sie im Fenster CSS-Stile (Umschalt+F11) auf den Stil 'autMitlaufendLinks'. Fertig.</p> <p>Wenn Sie wie oben gezeigt vor den Absatz mit Bild einen weiteren Absatz einfügen wollen, klicken Sie auf das Bild und drücken Sie die 'CursorLinks'-Taste. Schreiben Sie den Absatz und betätigen Sie dann die Zeilenumbruch-Taste (Return).</p> <p><b>Popup Fenster</b> Beispiel für eine Bildanzeige Beispiel für eine Textanzeige Beispiel für die Anzeige einer HTML Seite</p>	<p><b>Rechtsbindig mitlaufendes Bilder</b> So können Sie Bilder mit Absätzen verbinden, deren Text links um das Bild fließt, ohne aufwendige Tabellen zu erstellen:</p>  <p>Schreiben Sie zunächst einen Absatz wie diesen und setzen Sie dann den Cursor vor den ersten Buchstaben des Textes. Fügen Sie nun ein Bild ein (Einfügen Bild = Strg+Alt+I). Markieren Sie das Bild mit der Maus und klicken Sie im Fenster CSS-Stile (Umschalt+F11) auf den Stil 'autMitlaufendRechts'. Fertig.</p> <p>Wenn Sie wie oben gezeigt vor den Absatz mit Bild einen weiteren Absatz einfügen wollen, klicken Sie auf das Bild und drücken Sie die 'CursorLinks'-Taste. Schreiben Sie den Absatz und betätigen Sie dann die Zeilenumbruch-Taste (Return).</p> <p><b>Liste</b> • Mehrere Zeilen mit Return abschließen • im HTML-Eigenschaften-Fenster den Typ 'Liste' einstellen • im Fenster CSS-Stile den Stil 'autListe' anklicken</p>
---	---

ver Umgebung nutzen können. Mit den INGMEDIA Styles ist es z.B. möglich, Bilder links oder rechtsbündig mit einem Absatz fließen zu lassen, Blocksatz einzustellen oder eine spezielle Listendarstellung einzustellen. Für das Einbinden von Medienobjekten existieren ebenfalls Beispiele, die ein/e Autor/in in der Regel aus dem Beispiel heraus kopiert und an geeigneter Stelle innerhalb der eigenen Lerneinheit einfügt.

Für zusätzliche, stoffvertiefende Informationen stehen dem Autor so genannte Popupfenster zur Verfügung, dies sind Zusatzfenster, die über einen Link aufgerufen werden um einen Text, ein Bild oder eine komplette HTML Seite anzuzeigen. Der Aufruf geschieht über einen Javascript Befehl, über den es ebenfalls möglich ist, die Größe des Popupfensters zu bestimmen.

Mit der im Dreamweaver aufrufbaren Browservorschau können Autoren das Ergebnis ihrer Arbeit direkt kontrollieren. Die folgende Abbildung zeigt die Browseransicht einer Erklönig Lerneinheit mit den Seitenelementen Toolbar, Pfadbar, Menü und zusätzliche Navigationsschaltflächen. Die Schaltflächen der Toolbar haben in der Erklönig Version keine Funktion, sie werden hier lediglich abgebildet, um dem Autor eine möglichst genaue Vorstellung davon zu vermitteln, wie sich die Lerneinheit in der INGMEDIA Lernumgebung präsentiert.



### 1.4.3 Transfer und Einbindung in die INGMEDIA - Lernumgebung

Die offline mit dem Autorenwerkzeug „Erlkönig“ erstellten Lerneinheiten müssen ohne weiteren Aufwand automatisch in die bestehende INGMEDIA-Lernumgebung überführt werden können<sup>16</sup>. Die Lösung wurde in zwei Teilschritte aufgeteilt. Als Schnittstelle zwischen den Teilschritten wurde ein eigenes XML-Format definiert, die IML (Ingmedia-Markup-Language).

Der erste Teilschritt wird durch eine im Teilprojekt 5 programmierte Applikation geleistet, die die Seiteninhalte der offline erstellten Lerninhalte aus dem Erlkönig einliest, analysiert und automatisch in das IML-Format der XML-Schnittstelle überführt. Durch die Speicherung von HTML-Daten im IML-Format, also in einem XML-Dokument mit wohldefinierter DTD, wird eine leichte, zukunftssichere Portierbarkeit erreicht. Zusammen mit den Multimediadateien wird das XML-Dokument in einer ZIP-Datei mit festgelegtem Aufbau abgespeichert. Diese ZIP-Datei ist die Schnittstelle zum zweiten Teilschritt, d.h. der automatischen Überführung der XML-Daten (d. i. der Inhalt einer kompletten Lerneinheit) in die relationale Datenbank der INGMEDIA-Lernplattform. Dem Benutzer bietet die Applikation eine einfache, intuitiv zu bedienende Oberfläche für die Eingabe von Metadaten und zur Darstellung des Importfortschritts. (vergl. die folgende Abbildungen).

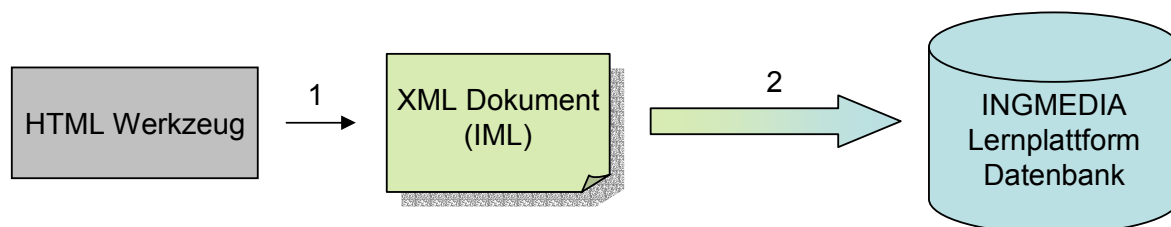


Abbildung: Überführung der offline erstellten Lerneinheiten in die INGMEDIA Lernumgebung

<sup>16</sup> A. Tysarzik, „Konzeption, Programmierung und Implementierung eines Werkzeugs zur automatischen Überführung von XML – Daten in eine relationale Datenbank“, Diplomarbeit Fachhochschule Aachen, 2003

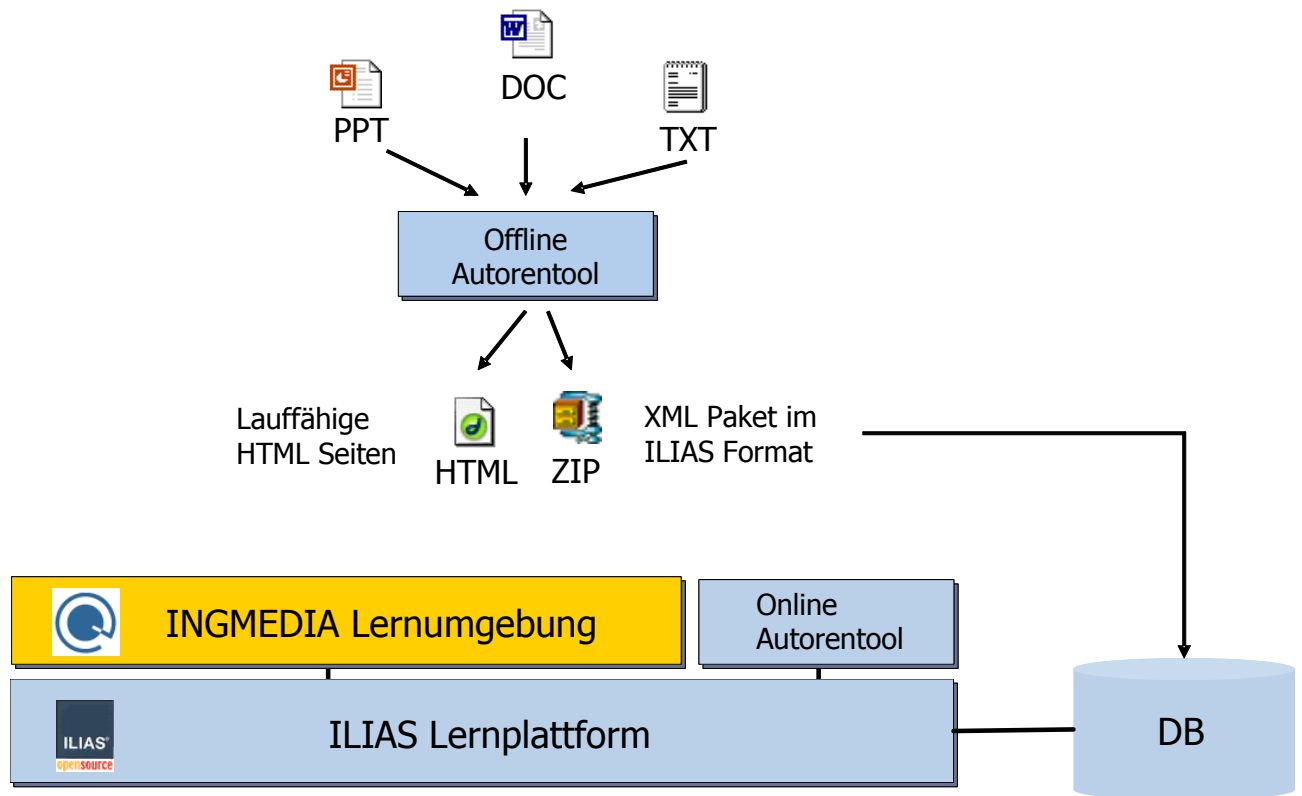
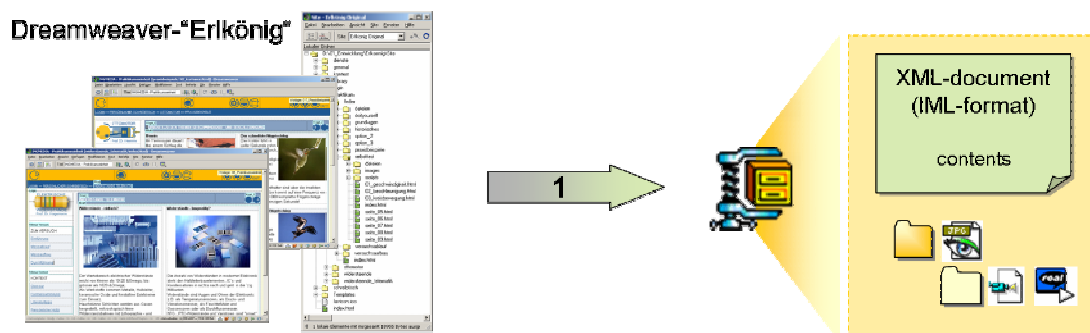


Abbildung: Der Weg vom Autorendokument zur dynamischen und interaktiven Online-Lerneinheit

#### 1.4.3.1 Teilschritt (IML-Export-Tool)

Der Autor erstellt eine Lerneinheit offline mit Macromedia Dreamweaver unter Verwendung des Erlkönigs, eine vorstrukturierte Sammlung von Templates. Nach Fertigstellung seiner Lerneinheit kann der Autor mit dem entwickelten „IML-Export-Tool“ die gesamte Lerneinheit automatisch packen und in das Format der XML-Schnittstelle überführen lassen.

Die Aufgabe des 1. Teilschritts bestand darin, die offline erstellten Lerninhalte automatisiert in die XML-Schnittstelle zu überführen.

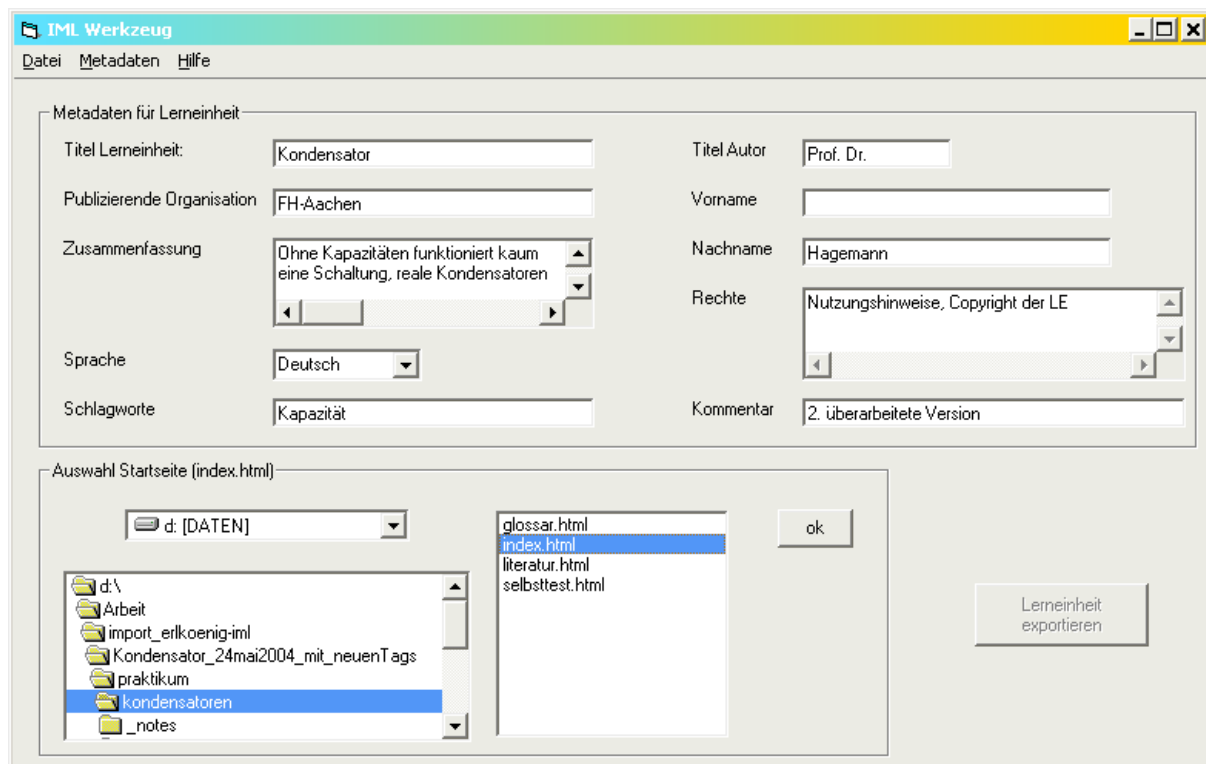


Eine bereits im Erbkönig erstellte Lerneinheit lässt sich mit wenigen Schritten in das entwickelte XML-Format für die INGMEDIA-Lernplattform(ILIAS 2.2.2) überführen:

Folgende Schritte sind auszuführen:

- IML-Export-Werkzeug starten
- Metadaten für Lerneinheit und Autor eingeben
- Startseite der Lerneinheit (index.html) wählen
- Zielverzeichnis wählen

In der entwickelten Applikation können zusätzlich Informationen zur Lerneinheit und dem Autor (Metadaten zur Lerneinheit) eingetragen werden. Als Pflichtfeld zur Eingabe ist nur „Titel Lerneinheit“ vorgesehen, zum Festlegen des Namens der Lerneinheit. Die anderen Felder im Menu „Metadaten zur Lerneinheit“ sind optional und lassen sich auch später online auf der Lernplattform ergänzen oder verändern.



Man wählt im lokalen Dateisystem des Autors das Verzeichnis „Praktikum“ der entsprechenden Lerneinheit (hier Verzeichnis „Kondensatoren“) aus. Nach Auswahl der Startseite „index.html“ und Eingabe der erforderlichen Metadaten wird das Feld „ok“ aktiviert.

Mit Drücken des „ok“-Buttons werden die eingegebenen Metadaten und die Position der ausgewählten Startseite übernommen. Weiterhin kann man nun mit dem Button „Lerneinheit exportieren“ fortfahren. Es öffnet sich ein Save-Dialog zum Speichern der ausgewählten Lerneinheit als Zip-Datei. Folgendes wird in der Zip-Datei (die XML-Schnittstelle) gespeichert:

- ein XML-Dokument „IML-document.xml“ in dem alle Informationen für die Lerneinheit enthalten sind



- ein Verzeichnis, das alle Multimedia-Objekte für diese Lerneinheit enthält.
- Die Zip-Datei, bestehend aus XML-Dokument und Verzeichnis für Multimediaobjekte.

Diese Zip-Datei bildet die XML-Schnittstelle zwischen ersten und 2. Teilschritt.

### 1.4.3.2 XML-Schnittstelle (Aufbau ZIP - und der XML - Datei )

Die komplette zu importierende Praxiseinheit (HTML-Seiteninhalte und Multimediaobjekte aus Erlkönig) wird in einer ZIP-Datei gespeichert, der Name der ZIP-Datei kann frei gewählt werden. Alle Seiteninhalte, sowie Glossar und Test (Fragenliste), werden in einem XML-Dokument mit dem Dateinamen *IML\_document.xml* gespeichert:

Multimediaobjekte werden in einem separaten Verzeichnis abgelegt. Der Namen dieses Verzeichnisses besteht aus dem Namen der Praxiseinheit, einem Unterstrich und einem Datum, z.B. *widerstaende\_24.4.2003*.

In diesem Verzeichnis können zur besseren Übersicht über die Multimediadateien natürlich weitere Unterverzeichnisse mit beliebigen Namen angelegt werden. Bei der Namensgebung der ZIP-Datei, Hauptverzeichnis, Unterverzeichnisse und Multimediadateien ist darauf zu achten, dass keine Leerzeichen, Umlaute oder sonstige Sonderzeichen verwendet werden.

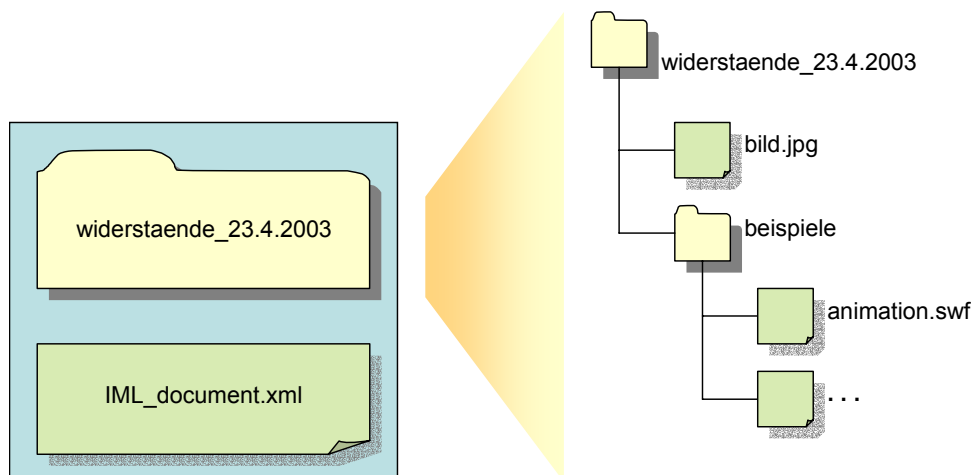
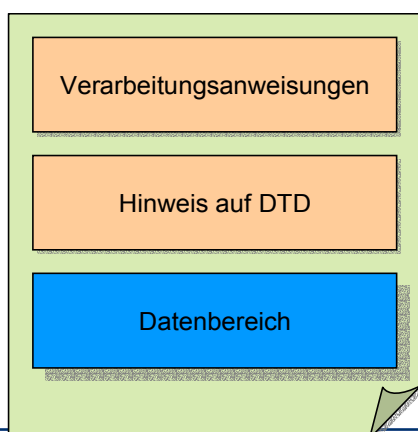


Abbildung: Aufbau der ZIP-Datei



Das Grundgerüst eines XML-Dokuments besteht aus 3 Datenteilen. Die ersten beiden Datenteile bilden den Informationsbereich. Der Informationsbereich enthält spezifische Angaben zum XML-Dokument. Diese Angaben sind in jedem Dokument gleich und beinhalten Angaben der XML-Version, des verwendeten Zeichensatzes und Angaben zu eingebundenen Dateien (DTD oder Schemadatei).

Abbildung: Aufbau des XML-Dokuments

Im dritten Datenteil, der Datenbereich, folgt der eigentliche darzustellende Inhalt. Dieser Teil enthält die Lerninhalte und Informationen zur Darstellung aller Seiteninhalte, das Glossar und den Test der Praxiseinheit.

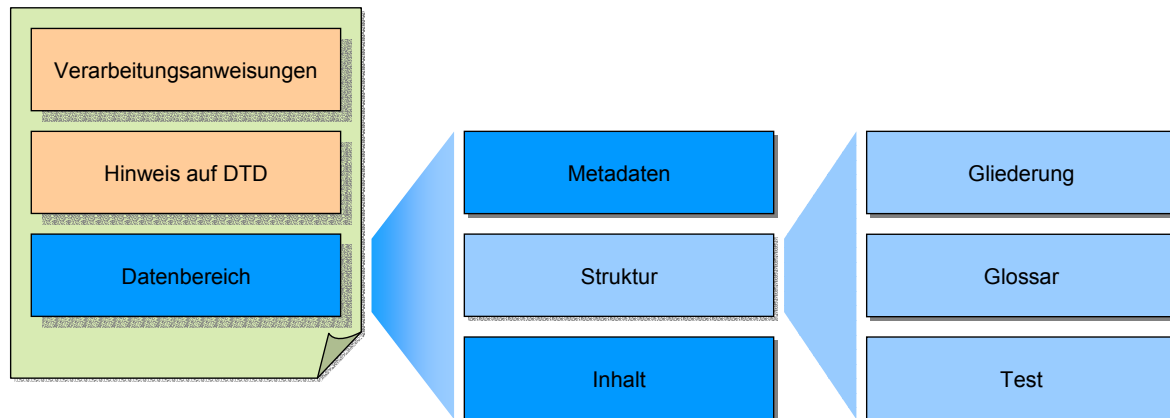


Abbildung: Aufbau des Datenbereichs im XML-Dokument

#### 1.4.3.3 Teilschritt Importvorgang

Die Vorlage besteht aus dem beschriebenen XML-Dokument im IML-Format und das Ziel ist die MySQL-Datenbank der ILIAS / INGMEDIA-Lernplattform.

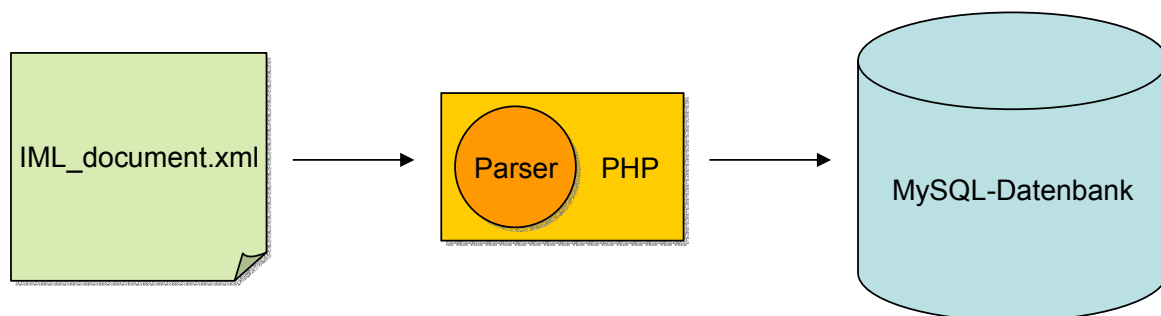


Abbildung: Schema Importvorgang

Mittels der Scriptsprache PHP werden die Inhalte der Elemente aus dem XML-Dokument ausgelesen und in die MySQL-Datenbank der Lernplattform gespeichert.

Im folgenden Beispiel wird das Auslesen der Seiteninhalte während des Importvorgangs dargestellt. Bezüglich der Einträge in der Datenbank werden hier die Relationen und die wichtigsten Einträge in den Tabellen erklärt. Zuerst werden die Strukturinformationen aus dem XML-Dokument ausgelesen. Als Ergebnis werden Kapitelnummer, Seitennummer und Titel geliefert.

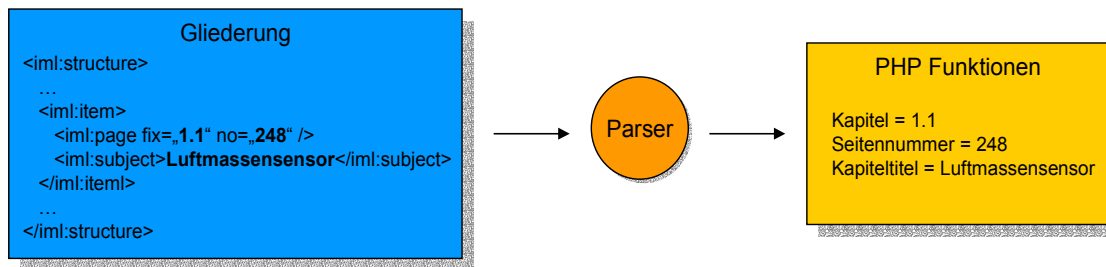


Abbildung: Ermittlung von Gliederungsdaten

Aus der eingelesenen Kapitelnummer werden zusätzliche Informationen gewonnen. Anhand der Kapitelnummer werden für Datenbankeinträge z.B. Vorgänger, Kapitelebene usw. bestimmt.

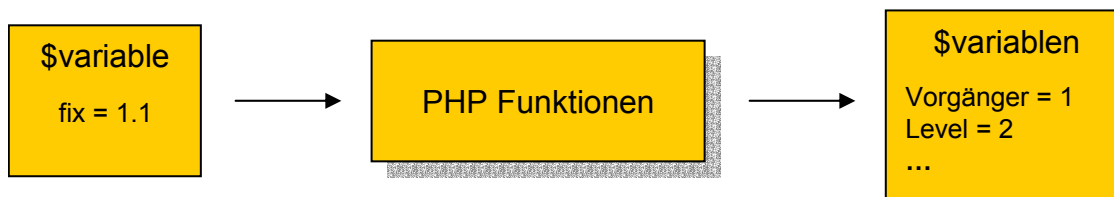


Abbildung: Ermittlung von Strukturdaten

Für die vorzunehmenden Einträge in der Datenbank wird als erstes in der Tabelle „lerneinheit“ eine neue „id“ für die neu zu importierende Praktikumseinheit vergeben und ein Wert „inst“ für die Installations-ID angelegt. Mit diesen beiden Primärschlüsseln lassen sich alle weiteren Datenbankeinträge für diese Praktikumseinheit zuordnen. So werden z.B. die Metadaten in der Tabelle „meta“ anhand dieser beiden Primärschlüssel und eines weiteren Schlüssels zur genauen Identifizierung zugeordnet. Für den Import der Seiteninhalte werden zunächst jeweils ein neuer Datensatz in den Tabellen „gliederung“ und „page“ angelegt. In der Tabelle „gliederung“ stehen alle Informationen zur Strukturierung der Kapitel, hier werden die durch die PHP-Funktionen bestimmten Werte wie z.B. Vorgänger und Level in „mutter“ und „level“ eingetragen. Die Tabelle „page“ enthält spezifische Informationen zu jeder einzelnen Seite z.B. Angaben zum Seitentyp (Seiteninhalt, Glossar, Fragenliste) und Angaben zum Anzeigestatus (aktiv, inaktiv). Die Tabelle „lerneinheit“ steht mit den beiden Tabellen „gliederung“ und „page“ jeweils in einer 1:n Beziehung.

Die Tabelle „struktur“ ist eine Zwischentabelle. In diesem Datensatz lassen sich einem Kapitel mehrere Inhaltseiten zuordnen. Die Tabelle „struktur“ steht mit der Tabelle „gliederung“ in einer 1:1 Beziehung und mit der Tabelle „page“ in einer 1:n Beziehung.

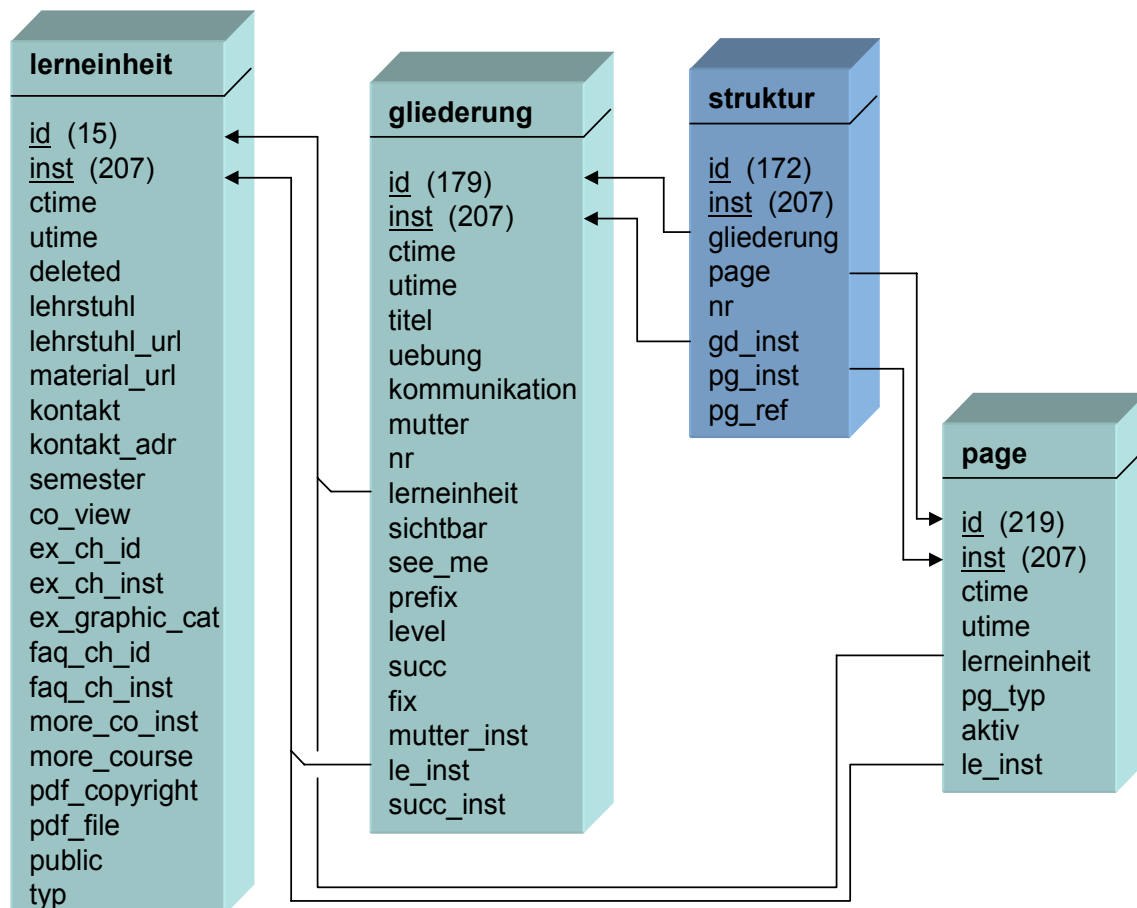


Abbildung: Erstellen neuer Datensätze und Zwischentabelle „struktur“

Damit der zugehörige Seiteninhalt aus dem Inhaltsbereich des XML-Dokumentes ausgelesen werden kann, wird die Seitennummer aus dem Strukturbereich mit denen aus dem Inhaltsbereich verglichen. Beim Auffinden der zugehörigen Seitennummer im Inhaltsbereich kann der Seiteninhalt ausgelesen werden, der in einem CDATA-Bereich eingebettet ist. Der Parser wird bei einem CDATA-Bereich angewiesen, den Inhalt nicht auszuwerten und insbesondere Markup-Befehle zu ignorieren. Der ausgelesene Inhalt wird zunächst in einer Variablen gespeichert.

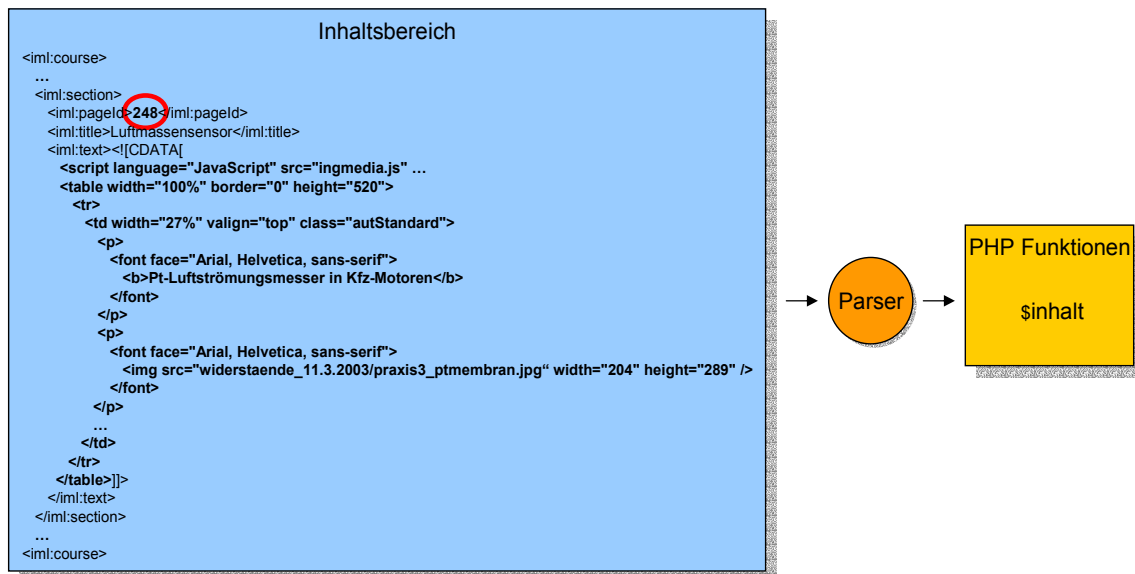


Abbildung: Parsen von Seiteninhalte

Die Multimediadateien befinden sich alle in der ZIP-Datei unter einem Hauptverzeichnis. Die ZIP-Datei wird zunächst auf dem Server temporär entpackt und beim automatischen Importvorgang in für den Autor unbekannte Verzeichnispfade kopiert. Deshalb müssen alle relativen Pfade der Multimediaobjekte angepasst werden, bevor die Seiteninhalte in der Datenbank gespeichert werden können.

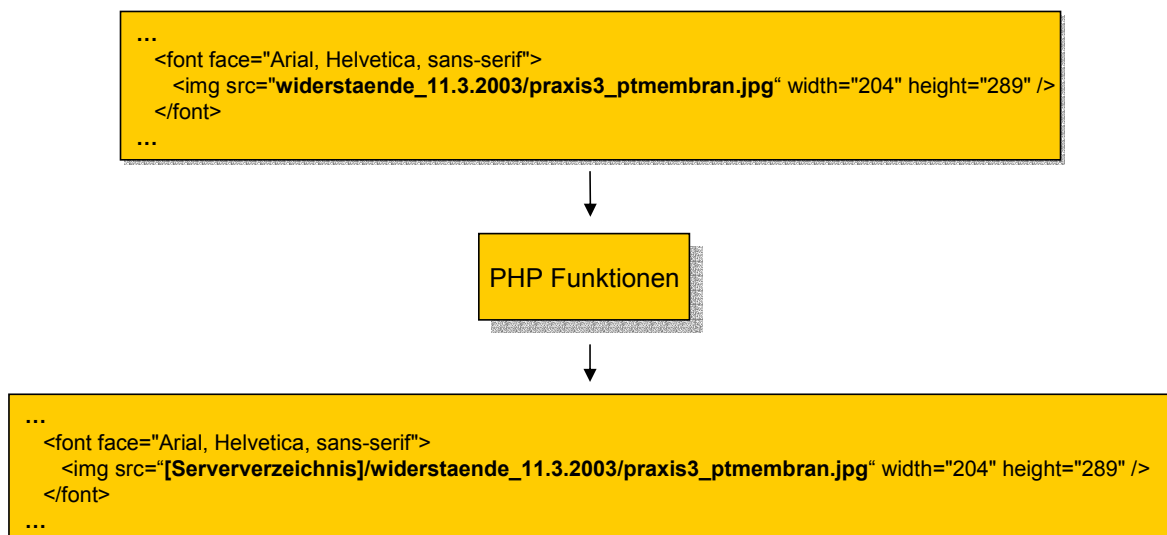


Abbildung: Anpassung der Verzeichnisstrukturen in Seiteninhalte

Zum Speichern der angepassten Seiteninhalte wird zunächst ein neuer Datensatz in der Tabelle „element“ erstellt und u. a. die Art des Elementes (z.B. type = text) gespeichert. Relationen zum Datensatz in der Tabelle „page“ werden hergestellt. Als letztes wird ein Datensatz in der Tabelle „el\_text“ angelegt, der die Primärschlüssel des angelegten Datensatzes der Tabelle „element“ übernimmt. Es erfolgt die Speicherung der angepassten Seiteninhalte in der Tabelle „el\_text“.

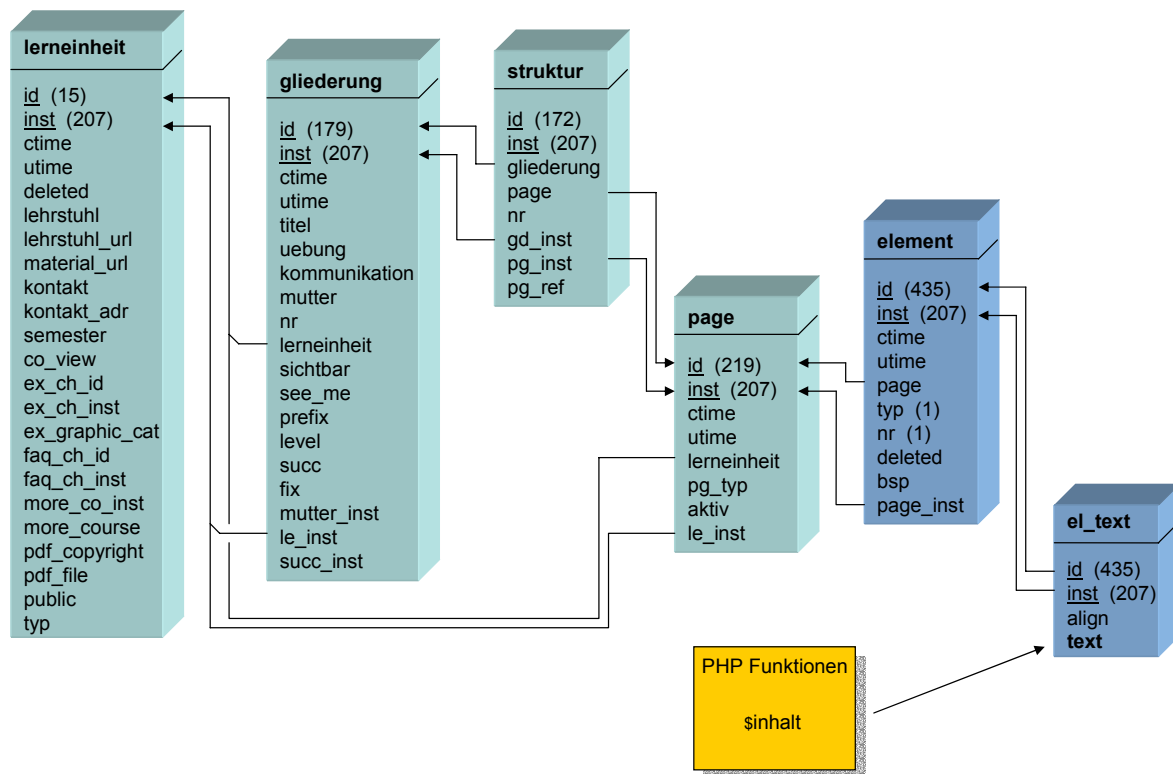


Abbildung: Datenbankeintrag für Seiteninhalte

Mit dem Online-Autorensystem der Lernplattform können interne Verlinkungen erstellt werden. Interne Verlinkungen sind Verweise, die den Benutzer in der Lernumgebung von einer Kapitel-seite zu einer anderen beliebigen Kapitel-seite führen. Verlinkungen werden durch so genannte VRI-Tags (Virtual Resource Identifier realisiert, eine eigene Seitenverlinkung der Lernplattform und dort in einem ganz speziellen Format erstellt:

```
<vri=!207!st!467!>Link auf eine andere Kapitel-seite</vri>
```

Die Installations-ID lautet hier 207, verlinkt wird auf eine Ressource vom Typ st, eine Seite, und die ID dieser Seite ist 467. Als Link erscheint der Text "Link auf eine andere Kapitel-seite". Mit dem End-Tag wird der Link geschlossen. Nach diesem Muster müssten alle internen Verlinkungen in den Seiteninhalten des XML-Dokuments erstellt werden. Aber das ist für den Autor nicht möglich, da der Autor nicht wissen kann, welche Ressourcen-ID in den freien Datensätzen der Datenbank während des Importvorganges vergeben werden. Der Autor hat nur Kenntnis darüber, zu welcher Kapitel-seite die Verlinkung führen soll. Mit der Erkenntnis dieser Tatsache wurde eine Möglichkeit entwickelt, möglichst einfach interne Verlinkungen auch schon bei der Anfertigung einer neuen Praktikums-einheit erstellen zu können:

```
<a href="kapitel=2.2">Link auf eine andere Kapitel-seite</a>
```

Diese Verlinkung kann wie ein HTML-Verweis erstellt werden, als Ziel wird der zusammengesetzte String aus „kapitel=" und z.B. 2.2, die Nummer des Kapitels, angegeben. Mit dieser entwickelten Lösung kann der Autor auf sehr einfacher Weise interne Verlinkungen im XML-Dokument erstellen.

Da die internen Verlinkungen auf neue Einträge in den Datensätzen der Datenbank aufbauen, werden die Seiteninhalte zuerst in der Datenbank abgelegt, die neu vergebenen Datensatz-ID's gespeichert, und nach entsprechender Anpassung der Verlinkungen werden die Seiteninhalte in den entsprechenden Datensätzen ersetzt. Im folgenden Beispiel wird beschrieben, wie interne Verlinkungen während des Importvorganges automatisch in die Datenbank eingepflegt werden.

Wenn eine Inhaltsseite interne Verlinkungen besitzt, müssen die Verlinkungen des Autors durch interne Verlinkungen in einem bestimmten Format ersetzt werden. Dazu wird die Inhaltsseite zerlegt und in einem mehrdimensionalen Array abgespeichert. Die Seitenzuordnung findet in der 1. Dimension statt, für jede neu zu speichernde Seite wird eine neue Seiten-ID vergeben. In der 2. Dimension wird jeweils die Positionen der zu speichernden Daten festgehalten, jede Position ist in dem Beispiel mit einer anderen Farbe gekennzeichnet. Die 3. Dimension des Arrays gibt an, welche Daten gespeichert werden. Es werden zum einen für jede Verlinkung der Name, Ziel und Informationen der neu angelegten Datensätze und zum anderen der jeweilige Inhaltsabschnitt gespeichert.

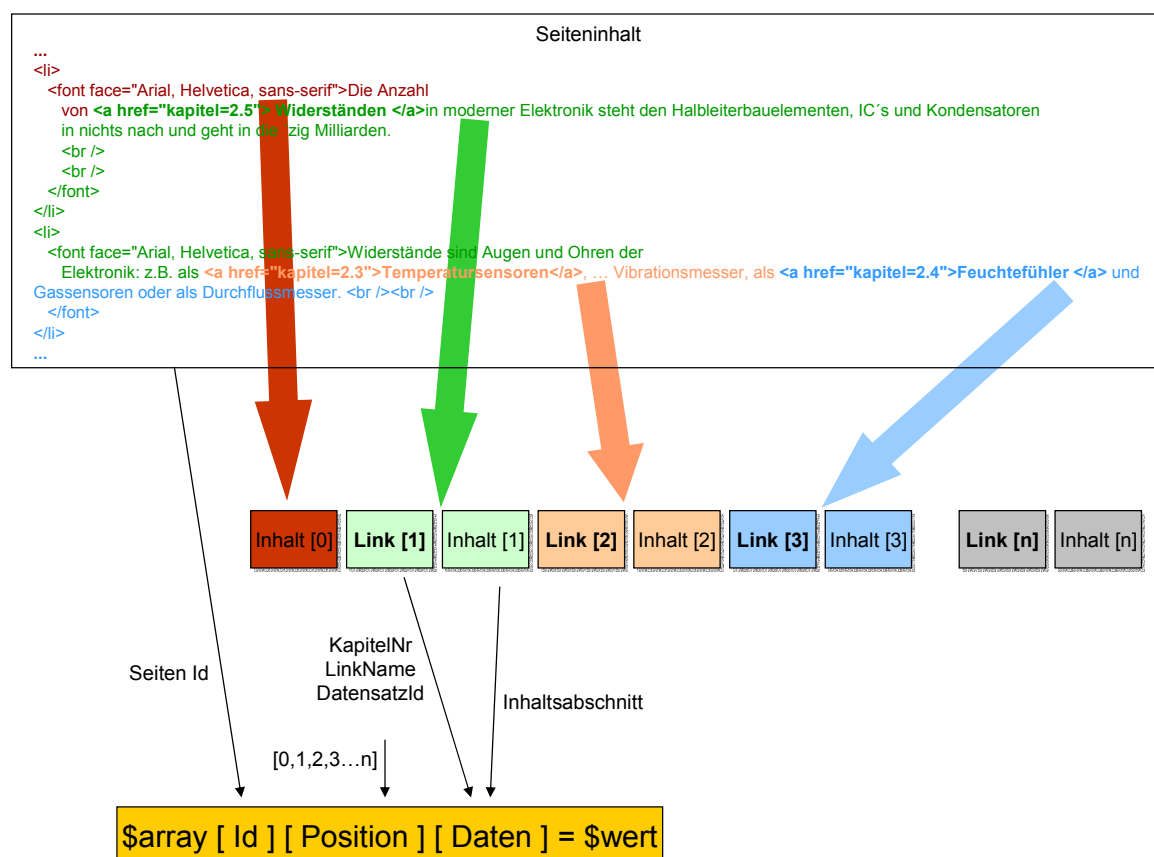


Abbildung: Zerlegung Seiteninhalte

Beim Importvorgang der Seiteninhalte wurden die benötigten ID's der neu angelegten Datensätze in dem mehrdimensionalen Array gesammelt. Anhand der im mehrdimensionalen Array gespeicherten Informationen können für jeden Seiteninhalt alle durch den Autor erstellten Verlinkungen durch neue eigene VRI Verlinkungen der Lernplattform ersetzt werden. Gleichzeitig

wird bei diesem Vorgang die Seite wieder Stück für Stück zusammengesetzt. Nach diesem Prinzip werden alle zu ändernden Seiteninhalte durchlaufen.

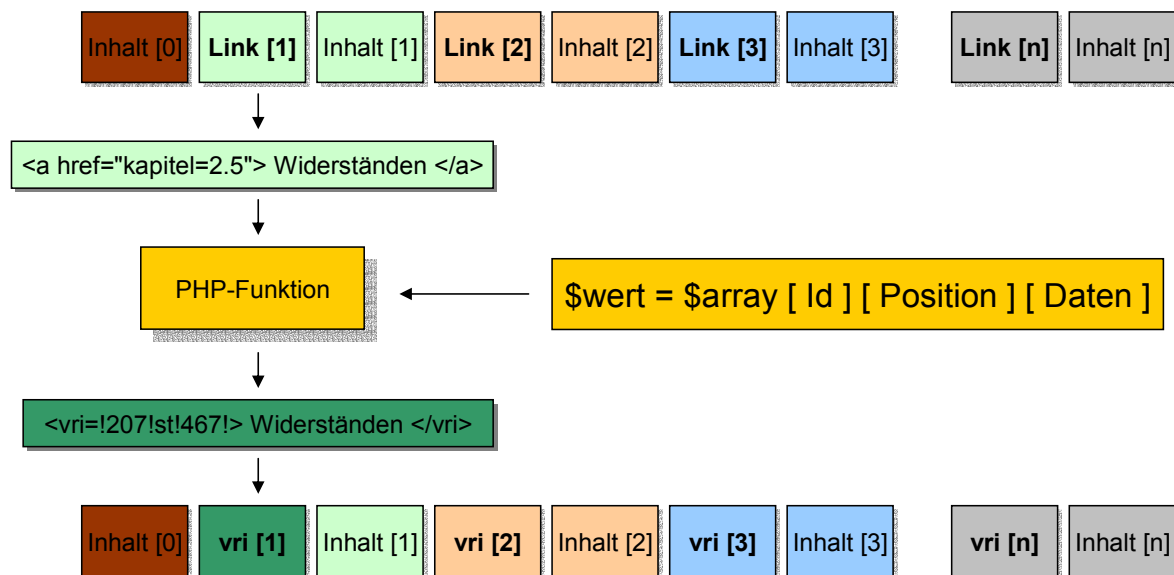


Abbildung: Erstellung VRI

In der Tabelle „vri\_link“ wird für jede einzelne VRI-Verlinkung ein neuer Datensatz angelegt, in dem die Position der VRI-Verlinkung und das Ziel der VRI-Verlinkung abgespeichert werden muss. Anhand der vom Autor eingetragenen Kapitelnummer (z.B. kapitel=2,5) wird in der Tabelle „struktur“ der entsprechende Datensatz ermittelt und jeweils in der Tabelle „vri\_link“ eingetragen. Das mehrdimensionale Array liefert die aktuelle Position aller Verlinkungen, die auf dieser Inhaltsseite stehen. Die vorläufig gespeicherte Inhaltsseite wird durch die neu erstellte Inhaltsseite mit angepassten Verlinkungen in der Datenbank ersetzt.

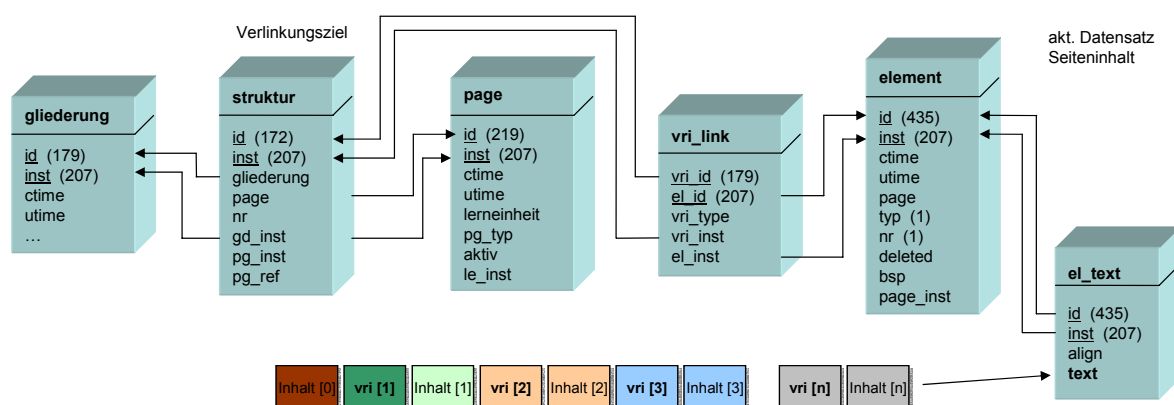


Abbildung: Ersetzen von Seiteninhalte mit VRI

Falls ein Glossar im XML-Dokument vorhanden ist, werden für die Glossarbegriffe und Erklärungstexte neue Datensätze in den entsprechenden Tabellen angelegt und Relationen untereinander hergestellt. Zudem kann der Autor nach dem Importvorgang im Autorenbereich der



---

INGEMEDIA Lernplattform noch zusätzlich so genannte Auto-Verknüpfungen für Glossareinträge erstellen lassen. Die Voraussetzung dafür wird durch Einträge in den Datensätzen während des Importvorganges geschaffen. Für den enthaltenen Test im XML-Dokument werden ebenfalls während des Importvorganges neue Datensätze in den dafür vorgesehenen Tabellen angelegt und Relationen untereinander hergestellt. Unter der Voraussetzung, dass im XML-Dokument die Inhalte für Glossar und Test in einem CDATA-Bereich eingebettet sind, steht dem Autor hier die gleiche gestalterische Freiheit wie für die Gestaltung der Seiteninhalte zur Verfügung, er kann zusätzlich zu den Inhalten Multimediaobjekte einfügen.

## 1.5 EXEMPLARISCHE UMSETZUNG VON PRAKTIKUMSEINHEITEN

Eine detaillierte Beschreibung der zum Ende des Berichtszeitraums über 25 Lerneinheiten würde den Rahmen dieser Dokumentation sprengen und auch wenig Sinn machen, da die Multimediaelemente und die interaktiven und kommunikativen Möglichkeiten nur auf der Lernplattform selber zugänglich sind<sup>17</sup>.

### 1.5.1 Fachübergreifende Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen

Allgemeine Kompetenzen und Schlüsselqualifikationen sind wichtige Qualifikationsmerkmale für die Studierenden, die nicht zu einem bestimmten Praktikumsversuch oder einer speziellen Lerneinheit gehören. Lernmaterial und allgemeingültige Hilfen zur Laborarbeit werden im Rahmen der INGMEDIA Lernumgebung als eigenständige Einheiten angeboten, sie stehen aber auch jederzeit in jeder Praktikumsinheit über die horizontale INGMEDIA – Toolbar zur Verfügung. Folgende Beispiele sind innerhalb der Projektlaufzeit realisiert worden:

#### Messgerätebedienung:

Messschieber, Messuhr, Funktionsgenerator, Digitalmultimeter, Speicheroszilloskop, LCR – Messbrücke, Konstantstromquelle.

#### Lerntipps:

Lesetechniken, Selbstreflexion, Aufgaben lösen, Beratung, Weiterbildung

#### Mathematik Vorkurs:

Brüche, Potenzen, Wurzeln, quadratische Binome, Gleichungen, Ungleichungen, Potenzfunktionen, Exponentialfunktionen, Logarithmusfunktionen, trigonometrische Funktionen, Arcusfunktionen, mathematischer Begriff der Funktion, Programme zur graphischen Darstellung von Funktionen.

#### Messen und Dokumentieren:

Wichtige Laborkompetenzen wie Messwerte und Messreihen aufnehmen, Messwerte darstellen, Größe von Diagrammen, Beschriftung von Achsen, Ausgleichskurven, Funktionsbestimmungen („fitten“) werden mit Hilfe der neuen Medien interaktiv und multimedial vermittelt.

Damit werden Studienanfänger optimal auf erste praktische Arbeiten im Labor vorbereitet. Internetbasierte, interaktive Lerneinheiten sollen dialogbasiert das Lernen erleichtern, effizienter machen und die Studierenden zusätzlich motivieren. Anhand von einfachen Beispielen (Volumenausdehnung einer Flüssigkeit, Radioaktiver Zerfall von Radon, Freier Fall, Absorption von Licht, Dehnung eines Drahtes, Luftwiderstand eines Motorrades) wird eine Teilnahme an Grundlagenpraktika im Grundstudium erleichtert. Die Software ermöglicht den Studierenden, mit Hilfe von vorgegebenen Versuchsdaten online Messwerte in eine Tabelle einzutragen und aus dieser Tabelle ein Diagramm zu zeichnen. Dabei werden die für Erstsemester typischen Fehler abgefangen. Die Fehler werden kommentiert, um dann von den Studierenden selbst kor-

---

<sup>17</sup> <http://re.ingmedia.fh-aachen.de>, "Neu als Benutzer anmelden", Name etc. wählen, "ja" für Nutzung in der Lehre anklicken und Anmeldung abschicken, log-in mit gewähltem Namen und Passwort, unter "alle Angebote" Lerneinheiten abonnieren (Klick auf "abo")

rigiert zu werden. So werden das Erstellen von Tabellen und das Zeichnen von Diagrammen bereits vor dem Präsenzpraktikum geübt.

Versuchsbeschreibung >> Tabelle erstellen Interaktive Messreihen und Diagramme

**Anweisungen:**  
Bitte korrigieren Sie die farbig markierten Fehler und kontrollieren Sie die Tabelle erneut!

**Hilfe:**  
Die Tabelle enthält noch Fehler! Diese sind farbig markiert! Überprüfen Sie, ob Sie die richtigen Einheiten gewählt haben oder einen Rechenfehler gemacht haben! Achten Sie bitte auch auf

**Messwerte:**  
Gemessene Wertepaare für Delta T und Delta s:  
0.0 K; 0.0 cm | 1.0 K; 1.1 cm |  
2.0 K; 2.1 cm | 3.0 K; 3.8 cm |  
4.0 K; 5.3 cm | 5.0 K; 8.3 cm |  
6.0 K; 8.3 cm |

delta T/K	delta s/cm	delta V/cm <sup>3</sup>	
0.000	0.0	0.0	0.0
1.0	1.1		
2.0	2.1	0.9	
3.0	3.9	1.7	
4.0	5.3	2.3	
5.0	6.3	2.8	
6	8.3	3.7	

← →

Spalte -- Spalte ++

Zeile -- Zeile ++

Feld leer
  Eintrag zuviel

Eintrag falsch
  Eintrag zu lang/kurz

Fehler beim Ausfüllen der Tabelle!

Abbildung: Tabelle zum Ausfüllen, hier mit einigen Fehlern und fehlenden Einträgen auf die die Übenden hingewiesen werden.

Versuchsbeschreibung >> Tabelle erstellen >> Diagramm zeichnen Interaktive Messreihen und Diagramme

**Anweisungen:**  
Bitte zeichnen Sie jetzt das Steigungsdreieck mit Hilfe der Maus ein!

**Hilfe:**  
Sie haben die Ausgleichsgerade korrekt eingezeichnet! Hier sollen Sie das Steigungsdreieck mit Hilfe der Maus einzeichnen! Es sollte möglichst repräsentativ gewählt werden! Wenn Sie das

**Tabelle:**

Delta T/K	Delta s/cm	Delta V/cm <sup>3</sup>
0.0	0.0	0.0
1.0	1.1	0.5
2.0	2.1	0.9
3.0	3.6	1.6
4.0	5.4	2.4

The graph displays a linear relationship between Delta T/K (x-axis, 0.0 to 6.0) and Delta V/cm<sup>3</sup> (y-axis, 0.0 to 4.0). A red line of best fit passes through the origin and several data points marked with green 'x's. The data points are approximately at (1.0, 0.5), (2.0, 0.9), (3.0, 1.6), (4.0, 2.4), (5.0, 2.8), and (6.0, 3.7).

← →

Ausgleichsgerade OK. Zeichnen des Steigungsdreiecks!

*Abbildung: Von den Übenden erstelltes Diagramm mit Achsenskalierung, Achsenbeschriftung, Messwerten und Ausgleichsgeraden.*

Darauf aufbauend wird für fortgeschrittenere Studierende eine Schritt-für-Schritt-Anleitung zum Erstellen von fach- und normgerechten Diagrammen mit Microsoft Excel angeboten.

#### Software – Qualitätsmanagement:

Bedienung und Nutzung, was ist Qualität, Qualitätsmanagement, Software QM in der Praxis, Literatur und Links.

## 1.5.2 Physikalische Grundlagenpraktika (Teilprojekt 1)

Die Praktikumseinheiten bestehen aus einem internetbrowser-basierten, multimedialen Vorbereitungsteil, Gruppenarbeit im Präsenzlabor zur Durchführung der Versuche und Messungen und einem internetbasierten multimedialen Nachbereitungsteil für die Auswertung, Interpretation und Dokumentation bzw. Präsentation der Arbeit aus der Präsenzphase. Es konnten sechs Einheiten der Physikpraktika für Studierende des Maschinenbaus, der Elektrotechnik und der Informatik entwickelt werden. Davon sind folgende Lerneinheiten über die INGMEDIA-Plattform für die Nutzung im regulären Lehrbetrieb zur Verfügung gestellt worden:

### Otto-Motor:

Geschwindigkeit und Beschleunigung sind Themen, mit denen wir täglich konfrontiert werden. Wenn wir unterwegs sind, beim Sport, oder wenn wir die Maus unseres Computers bewegen. Aber was ist das eigentlich genau?

Der vorliegende Versuch OTTOMOTOR soll die theoretischen Zusammenhänge von Geschwindigkeit und Beschleunigung erklären und deren Relevanz für das ingenieurmäßige Arbeiten verdeutlichen. In dieser Einheit bereiten sich die Studierenden auf Messungen am Motorblock im Präsenzpraktikum vor, lernen den Zusammenhang zwischen den physikalischen Größen wie Ort, Geschwindigkeit und Beschleunigung zu verstehen und üben das numerische Differenzieren.

### Federkonstante:

Federn können durch Kräfte gedehnt oder gestaucht werden. Umgekehrt üben gedehnte oder gestauchte Federn Kräfte aus. Bei diesen auch „Spannen“ genannten Vorgänge speichern Federn Energie, die sie wieder abgeben, wenn sie sich entspannen. Hieraus ergeben sich die viele Verwendungen von Federn, beispielsweise zur Arbeitsspeicherung in Uhren oder Spielzeugen, zur Stoß- und Schwingungsdämpfung bei Autos und Maschinen, als Pufferfeder bei Eisenbahnwaggons oder als Rückholfeder bei Ventilen.

In diesem Praktikum ermitteln die Studierenden, wie die Federkraft von der Federgeometrie und von der Dehnung abhängt. Diese Einheit ist zugeschnitten auf Studierende des ersten Semesters. Anhand der Bestimmung der Federkonstanten und ihrer Abhängigkeit von einzelnen Federparametern wie Windungszahl und Windungsdurchmesser wird geübt, wie Messreihen zu planen sind und Daten systematisch aufgenommen und ausgewertet werden.

#### Kundt'sche Staubfiguren:

Diese Praktikumeinheit ist in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern des Instituts für Didaktik der Physik an der Universität Duisburg Essen entwickelt worden, um unterschiedlichen Lerngruppen im Niveau angepasste Einblicke in die faszinierende Welt der Schwingungen und Wellen zu vermitteln. Exemplarisch für andere Lerneinheiten sind hier viele interaktiv nutzbare Animationen und Simulationen zur Veranschaulichung der Vorgänge und Zusammenhänge realisiert worden. Die Lerneinheit Kundt ist daher sehr umfangreich und angebotsorientiert aufgebaut mit Bereichen für Basiskenntnisse, Schnelldurchgang, Vertiefung, mathematische Behandlung, Praxisbezüge, Historisches etc.

In diesem Praktikumsversuch geht es darum, Schallgeschwindigkeit in Festkörpern und Gasen zu bestimmen. Die Methode beruht darauf, einen Metallstab zu Schwingungen anzuregen. Der Stab erzeugt dann seinerseits Schwingungen in dem Gas eines Rohres. Diese sind besonders heftig, wenn die Länge des Rohres zu der Frequenz der Stabschwingung "passt". Man spricht dann von Resonanz. In diesem Fall lässt sich ein Resonanzmuster erzeugen, das eine einfache Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in dem Gas ermöglicht.

#### Fahrradfelge:

Die Größe der Masse und des Massenträgheitsmoments sind zwei wichtige Kenngrößen eines jeden mechanischen Bauteils, die ein Ingenieur bei Konstruktionen beinahe immer benötigt. Während die Masse eines Gegenstandes mit einer Waage im Prinzip sehr leicht messbar ist, ist das Massenträgheitsmoment deutlich schwieriger zu ermitteln. In dieser Praktikumeinheit wird zunächst ein Verfahren vorgestellt, mit dem man das Massenträgheitsmoment bestimmen kann. Mit Hilfe dieses Verfahrens wird anschließend im Präsenzpraktikum das Massenträgheitsmoment einer Fahrradfelge gemessen.

#### Federschwingung:

Federn aller Art begegnen uns fast täglich. In den meisten Fahrzeugen, in vielen Uhren, manche schlafen sogar auf (und in) Federn. Haben Sie sich schon mal Gedanken darüber gemacht, nach welchen Gesetzmäßigkeiten sie funktionieren? Haben Sie eine Feder schon einmal in Schwingungen versetzt? Was konnten Sie beobachten?

In diesem Praktikum haben Sie die Gelegenheit, mehr darüber zu erfahren. Die Lerneinheit vermittelt, angereichert mit vielen multimedialen, interaktiv nutzbaren Elementen, den Studierenden zwei Methoden zur Bestimmung von Federkonstanten.

#### Schallgeschwindigkeit von Metallen:

Mit Hilfe vieler interaktiv nutzbarer Animationen und Simulationen lernen Studierende unterschiedliche Methoden zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit von Metallen kennen.

## Gekoppelte Pendel:

Gekoppelte Schwingungen stellen eine Vorstufe zum Verständnis der Wellen dar. In diesem Versuch wird das Schwingungsverhalten zweier mit einer Feder gekoppelter Schwerependel untersucht und den Kopplungsgrad bestimmt. Wasserwellen, Erdbebenwellen, Schallwellen - so unterschiedlich diese Naturphänomene sind, basieren sie doch alle auf demselben physikalischen Prinzip: Eine Störung breitet sich im Raum aus: Es entsteht eine Welle. Allgemein gilt: Sind schwingungsfähige Systeme miteinander verknüpft, können sich die einzelnen Objekte nicht unabhängig voneinander bewegen, es kommt zu so genannten gekoppelten Schwingungen.

## Glühlampe:

Edison entwickelte die Glühlampe zur Serienreife. Seitdem ist sie aus unserem Leben nicht mehr wegzudenken. Fasst man Glühlampen, die schon seit längerer Zeit leuchten, mit der Hand an, fühlen sich einige lauwarm an, andere sind so heiß, dass man sich die Finger daran verbrennt.

**Der Edisonomat**  
Hier gibt es ein kleines Beispiel für die Verwendung unterschiedlicher Materialien in einer Glühlampe  
Quelle: www.wissen.swr.de

**Licht Hören- ein Küchenprojekt**  
Ein Beispiel, wie man Licht hören kann.  
 $I_{\nu} = 0.6 \cdot 10^{-11} \text{ W/cm}^2$   
 $r = 1000 \text{ km}$   
Quelle: www.ipn.uni-kiel.de

**Die Super Glühlampe**  
Laut Guinnessbuch der Rekorde, die am längsten brennende Glühbirne  
Quelle: www.marzinzik.de

**14./15. August 2003: Stromausfall in Nordamerika**  
Der größte Stromausfall in der nordamerikanischen Geschichte hat allein der Stadt New York wirtschaftliche Verluste in Höhe von 1,05 Milliarden Dollar (942 Millionen Euro) zugefügt. Das gab der Stadtkämmerer William Thompson bekannt. 800 Millionen Dollar entfielen auf entgangene Geschäfte und weitere 250 Millionen auf Lebensmittel und andere Güter, die ohne Kühlung verderben und weggeworfen

Doch was man dabei immer nur spürt, ist die Temperatur des äußeren Glaskolbens. An den Glühfaden selbst, der das Licht erzeugt, kommt man nicht heran. Deshalb kann man auch nicht seine Temperatur fühlen. Auch ein Thermometer kann man nicht an den Glühfaden halten. Folglich kann man seine Temperatur nicht direkt messen. In diesem Praktikum soll deshalb die Temperatur des Glühfadens indirekt bestimmt werden. In diesem Praktikum den Zusammenhang zwischen Temperatur und elektrischem Widerstand und die Grundlagen einfacher elektrischer Schaltungen erarbeitet.

## Linsen:

Optische Linsen kannte man schon in der Antike. Gewölbte Gläser und Kristallkugeln, die wahrscheinlich zum Feueranzünden benutzt wurden, fand man in römischen Ruinen, und eine plan-konvexe Linse wurde in Pompeji entdeckt. Der römische Philosoph Seneca (3 v. Chr. - 65 n.

Chr.) beschrieb, wie man eine mit Wasser gefüllte Glaskugel zum Vergrößern benutzen kann. Vom 13. bis 17. Jahrhundert wurde dann die Theorie der Strahlenoptik entwickelt, und es wurden optische Geräte wie Brillen, Fernrohre und Mikroskope gebaut.

Aus unsere heutigen Welt sind Linsen und optische Geräte mit Linsen nicht mehr fortzudenken. Sie begegnen uns selbst im Alltag überall: Brillen, Fernbedienungen, CD-Spieler, Ferngläser, Lupen, Taschenlampenbirnen und vieles mehr. In diesem Praktikum werden Sie zwei Modelle kennenlernen, mit denen man in der Physik Licht beschreibt, und außerdem auch das Brechungsgesetz, eines der Grundgesetze der Strahlenoptik.

#### Magnetische Felder:

Magnetfelder spielen in der Natur und in der Technik eine große Rolle. So schützt uns das natürliche Erdmagnetfeld vor der kosmischen Teilchenstrahlung. In einem Kernfusionsexperiment werden mit Hilfe riesiger Spulen starke Magnetfelder erzeugt, die heiße Plasmen einschließen, Magnetfelder im Schienensystem lassen den Transrapid schweben. Im Rahmen dieses Praktikumsversuchs werden mit Hilfe einer Spule, bzw. zweier Spulen in Helmholtz-Anordnung Magnetfelder erzeugt und ausgemessen.

#### Supraleitung:

Legt man an einen Leiter eine elektrische Spannung, so fließt ein elektrischer Strom entsprechend seinem elektrischen Widerstand. Der Widerstand hängt nicht nur vom Material ab, sondern auch von der Temperatur des elektrischen Leiters. Im Extremfall kann der Widerstand bei sehr tiefen Temperaturen schlagartig zu null werden, der Leiter wird supraleitend. Ein äußeres Magnetfeld wird von einem Supraleiter vollständig verdrängt. Er schwebt auf dem Magnetfeld

Im Rahmen des Praktikumsversuchs wird die elektrische Leitung eines Hochtemperatur-Supraleiters im Vergleich zu einem Metall (Kupfer) untersucht. Im Einzelnen wird der Widerstand in Abhängigkeit von der Temperatur gemessen, die Sprungtemperatur eines Supraleiters bestimmt und seine kritische Stromstärke gemessen.



### 1.5.3 Reale Laborexperimente übers Internet: Telematik (Teilprojekt 2)

Das Konzept der Telematikpraktika für Studierende gegen Ende des Grundstudiums sieht vor, dass die Studierenden sich vorab mit Hilfe des Angebots der jeweiligen Praktikumseinheit auf der INGMEDIA-Lernplattform via PC und Internet die für die Praktikumsaufgaben notwendigen Vorkenntnisse erwerben. Danach folgt in einigen Fällen eine Einführungsphase im Messlabor, wo sich die Studierenden vor Ort unter Anleitung der Tutoren mit den Messgeräten und den Messplätzen vertraut machen können und exemplarische Messungen zur Orientierung vornehmen. Danach führen sie systematische und kontrollierte Reihenmessungen von ihrem PC aus über das Internet real durch („remote experiments“) und erhalten so die für die Aufgaben relevanten Messdaten. Ihre persönlichen Messdaten laden sie sich auf ihren Client-PC herunter, werten die Daten aus und erstellen den schriftlichen Praktikumsbericht, der zur Bewertung abzugeben ist.

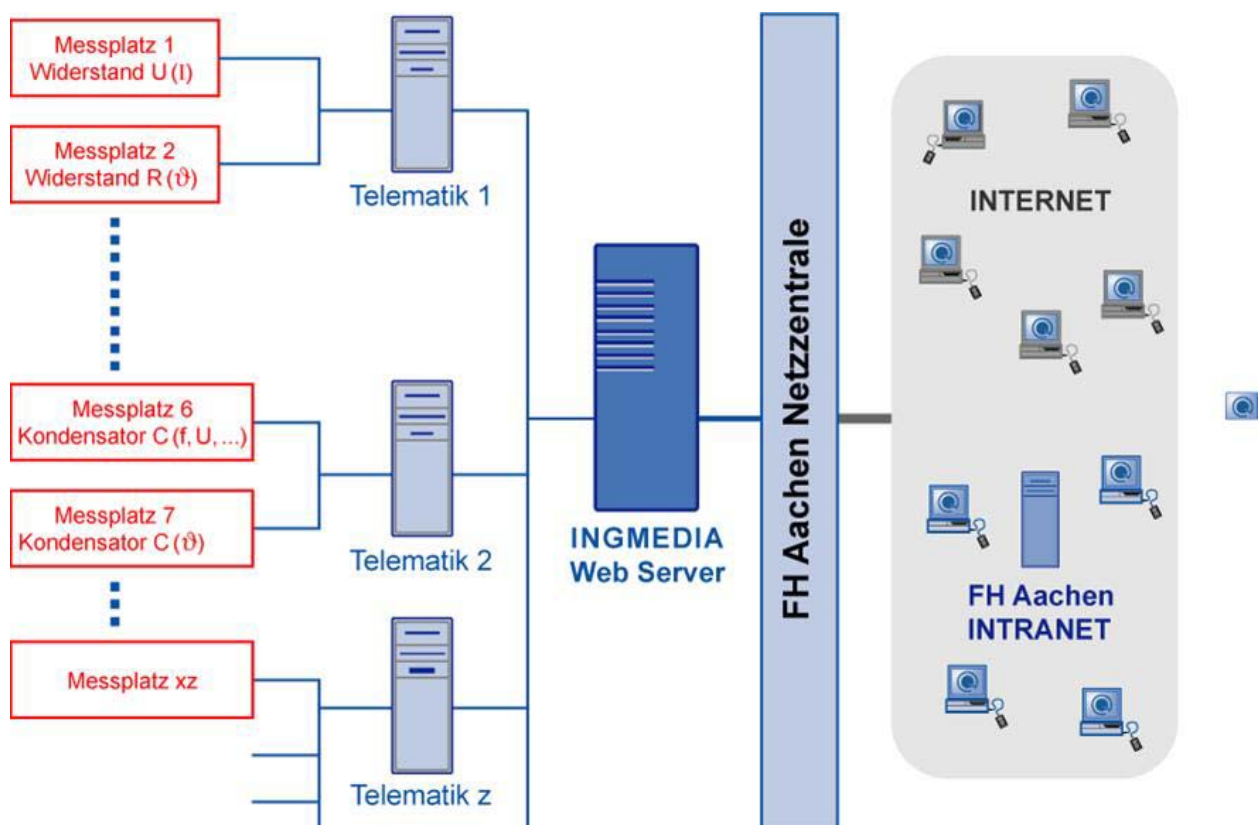


Abbildung: Einbindung der Telematikmessplätze „Elektronische Bauelemente“ ins Internet.

#### 1.5.3.1 Technische Realisierung der Telematikmessplätze

Ein Beispiel für den Aufbau eines Telematik- Messplatzes zeigt die folgende Abbildung<sup>18</sup>. Über einen „DUT“- Multiplexer können verschiedene Bauteile („DUT“ = Device under Test) mit einer

<sup>18</sup> A. vom Hemdt, G. Schmitz, S. Breitschuh, S. Graber: „Virtuelle Praktika für die Ingenieurausbildung“, VDE (Hrsg.) NetWorlds, Band 1, Leben und Arbeiten in vernetzten Welten - VDE Kongress 2002 NetWorlds, Tagungsberichte der ITG/ETG, Band 1, S. 69-74 (2002)

Meßschaltung verbunden werden. Über einen Mess- Multiplexer können verschiedene Messgeräte sowie die Spannungsquellen bzw. Signalgeneratoren auf die Messschaltung zugreifen.

Die Messgeräte sind über einen IEEE-488-Bus mit dem Messplatz-PC verbunden. Die Programmierung und die Steuerung der Telematikmessplätze erfolgt mittels LabVIEW® (National Instruments).

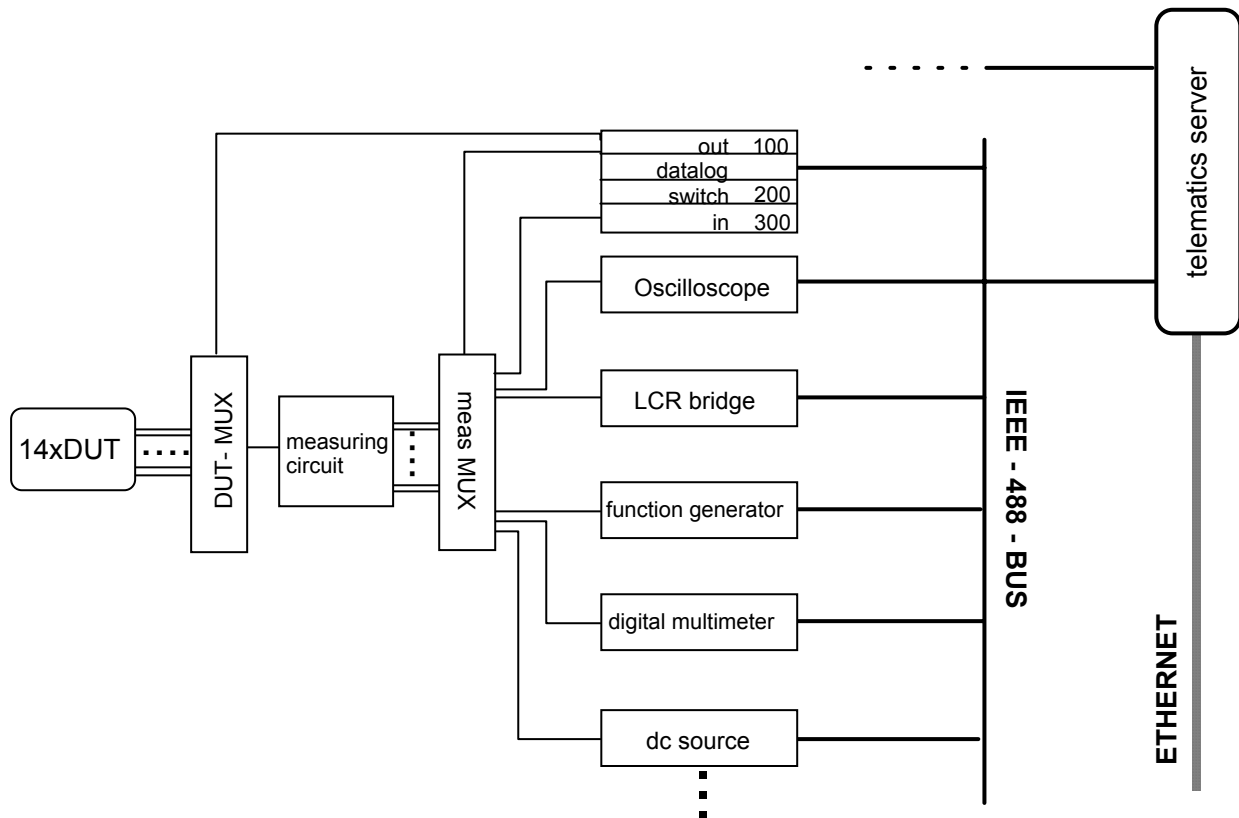


Abbildung: Beispiel für den Aufbau eines Telematikmessplatzes. Nach diesem Prinzip wurden z.B. die Messplätze „Kondensatoren“, „Widerstände“ „und Magnetische Bauelemente“ aufgebaut.

In einer ersten Variante der Telematikmessplätze wird der seit LabView 6.1 vorhandene Webserver genutzt mit einem clientseitigen LabVIEW-Browser-Plugin genutzt. Dabei erhalten die Studierenden Zugang zu den Messplatzrechnern, nachdem sie sich über die INGMEDIA-Lernumgebung angemeldet haben. Da die Kommunikation des LabVIEW-Browser-Plugins direkt mit der Messplatzsoftware erfolgt, musste hierfür eine eigene Authentifizierungsschnittstelle zwischen Messplatz und INGMEDIA-Server geschaffen werden. Durch die integrierte Benutzerverwaltung der INGMEDIA-Lernumgebung wird sichergestellt, dass nur Studenten mit den nötigen Rechten die Telematik-Praktikumseinheit benutzen dürfen. Innerhalb dieser Einheit haben sie die Möglichkeit, das LabVIEW-Programm zur Steuerung der Hardware aufzurufen. Für die Identifizierung eines Benutzers während einer Sitzung werden die eindeutige Benutzer-ID und die IP-Adresse herangezogen, die dynamisch für jede Sitzung generiert wird.

Diese beiden Informationen werden dem Messplatzrechner, wie oben beschrieben, zur Verfügung gestellt. Dort nimmt der Student über das Browser-Plugin direkten Kontakt ohne Login auf. Also ist hier die einzige, abfragbare Information über die Identität des Clients seine IP-Adresse. Diese wird mit den Daten aus der Lernumgebung verglichen. Sind die IP-Adressen iden-

tisch und handelt es sich bei der Benutzer- ID um eine gültige Kennzeichnung, bekommt der Lernende Zugang zum Telematikpraktikum. Damit ist sichergestellt, dass nur ein im INGMEDIA - System bekannter Benutzer mit entsprechenden Rechten „sein“ Telematik-praktikum durchführen kann.

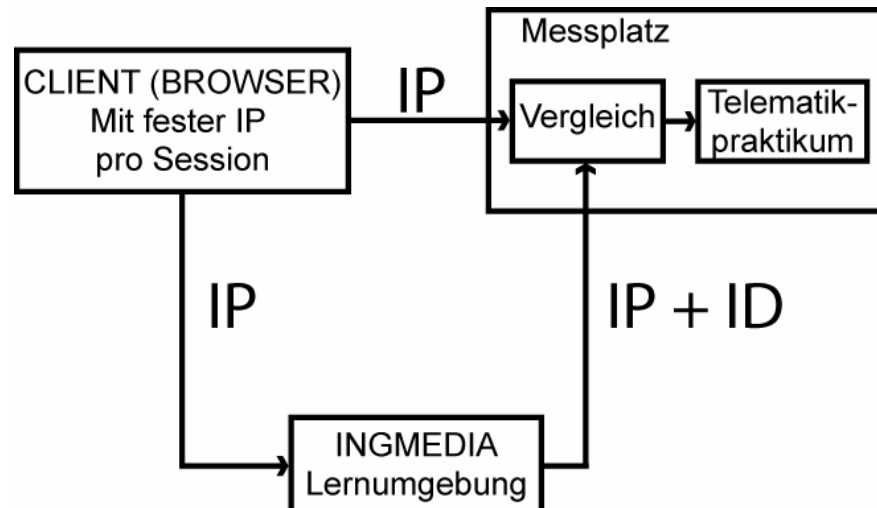


Abbildung: Authentifizierung eines bei INGMEDIA angemeldeten Benutzers während einer Sitzung durch die eindeutige Benutzer-ID und die IP-Adresse

Über die Benutzer-ID werden die Messergebnisse gezielt für den Benutzer aufbereitet und nur ihm persönlich zur Ansicht und zum Download angeboten. Die Lernenden arbeiten sowohl mit realitätsnahen Abbildern der Bedienfelder von Messgeräten als auch mit grafischen Bedienoberflächen für ganze Messabläufe. Zur besseren Veranschaulichung dafür, dass wirklich real gemessen und gesteuert wird und nicht etwa Simulationen verwendet werden, wurden Life-Webcams installiert, welche die Messgeräte als Streaming-Video als Ansicht zur Verfügung stellen. Damit sieht der Benutzer, dass hinter der vom ihm bedienten LabView Oberfläche echte Geräte stehen, die er über das Internet fernsteuert.

Als zweite Variante wurde ein Telematikkonzept entwickelt, welche es Studenten ermöglicht, ohne die Installation eines Plugins, direkt über eine HTML-Oberfläche im Browser Messungen durchzuführen<sup>19</sup>. Auch hier erhalten die Studenten Zugang über die INGMEDIA-Lernplattform. Ein speziell entwickeltes Authentifizierungssystem stellt sicher, dass nur angemeldete User auf die Programme zugreifen können.

Wie bei der Variante 1 ist die eigentliche Messplatzautomatisierung auf dem Telematikserver mit LabView realisiert. Das LabView System nimmt im Hintergrund Befehle vom Client entgegen, führt die entsprechenden Messungen durch und gibt die Messergebnisse an den Client zurück. Als Schnittstelle zwischen Client und Messprogramm wurden einfache Textdateien ge-

<sup>19</sup> S. Breitschuh: "Aufbau eines Telematikmessplatzes für einen Operationsverstärker-Versuch", Master-Arbeit, Fachhochschule Aachen, 2004

wählt in denen nach einem genau definierten Schema Informationen ausgetauscht werden. Diese einfache, universelle Art Daten auszutauschen macht dieses System sehr flexibel.

Zum Zeitpunkt der Schnittstellen-Definition (LabVIEW 6.1) konnten nur Textdateien verwendet werden. Als Schnittstelle zwischen dem HTML-Interface und LabVIEW wurde daher eine Textdatei im ASCII-Code definiert. Die Kommunikation ist in der folgenden Abbildung schematisch dargestellt. Ein LabVIEW-Programm (→Data-Server) liest die Einstellungen aus dieser Text-Datei und bereitet die Daten auf. Mit dem Übertragungsprotokoll TCP/IP werden die aufbereiteten Daten an das LabVIEW-Programm (→Hardware-Server) übermittelt, das die Daten wiederum an die Messhardware überträgt.

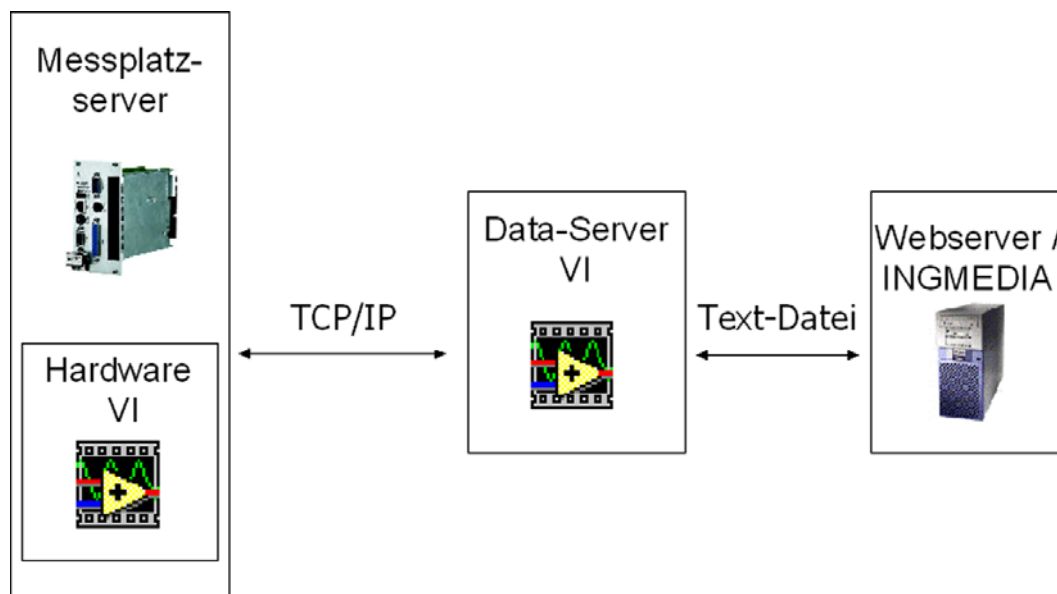


Abbildung: Datenfluss zwischen Telematik Hardware und Webserver

Durch die Trennung von Daten-Aufbereitung und Hardware-Ansteuerung konnte der Data-Server in reinem „LabVIEW-Code“ erstellt werden und kann somit sowohl auf Linux- als auch auf Windows-Servern betrieben werden. Der Hardware-Server übernimmt die Daten und gibt diese sequenziell an die Hardware ab. Anschließend werden die Messdaten wieder an den Data-Server übermittelt, der die Daten für den PHP-Code aufbereitet und in eine Text-Datei schreibt. Über die sequenzielle Abarbeitung der Benutzerdaten ist es möglich, mehrere Benutzer gleichzeitig zu bedienen und verschiedene Versuche und unterschiedliche Versuchsaufbauten anzusteuern.

Über das HTML-Interface werden die Benutzerdaten und -eingaben verwaltet und via PHP-Code an den Data-Server weitergegeben. Dazu sind die Benutzerdaten, die aus der Benutzer-Identifikationsnummer innerhalb der INGMEDIA - Lernumgebung bestehen, und deren Zuordnung zu dem entsprechendem Versuchsaufbau zu verwalten. Überdies werden die Messwerte und Tabellen vorheriger Messungen aus den unterschiedlichen Versuchen und Versuchsaufbauten, individuell für jeden Benutzer gespeichert und zugeordnet. Weiterhin ist es die Aufgabe des HTML-Interfaces, die Benutzereingaben aufzubereiten und über PHP in eine Text-Datei zu schreiben. In Abbildung 1.1 ist die Benutzerverwaltung dargestellt. Jedem Versuchsaufbau ist ein Ordner auf dem Webserver des Lernsystems zugeordnet. Dort befindet sich die Datei

„messplatz.txt“. Sobald sich ein Benutzer bei einem Versuchsaufbau anmelden will, wird die Benutzer-ID in diese Datei eingetragen. Gleichzeitig wird ein untergeordneter Order entsprechend der Benutzer-ID angelegt oder ,falls schon vorhanden, geöffnet. Hier werden die Benutzerdaten für den Versuchsaufbau verwaltet. Eine Datei Namens apin.txt (→ArbeitsPlatzIn) wird verwendet, um die Benutzereingaben abzulegen. Bezüglich der Messanfragen „n“ werden die Messdaten vom Data-Server in die messwert\_x\_.txt Datei abgelegt. Wobei x eine ganze Zahl von 1 bis n ist (Beispiel: Sollen die negative Eingangsspannung und die Ausgangsspannung des OP gemessen werden, ergibt sich „n = 2“; unabhängig davon wie viele Messpunkte pro Messung angefragt werden).

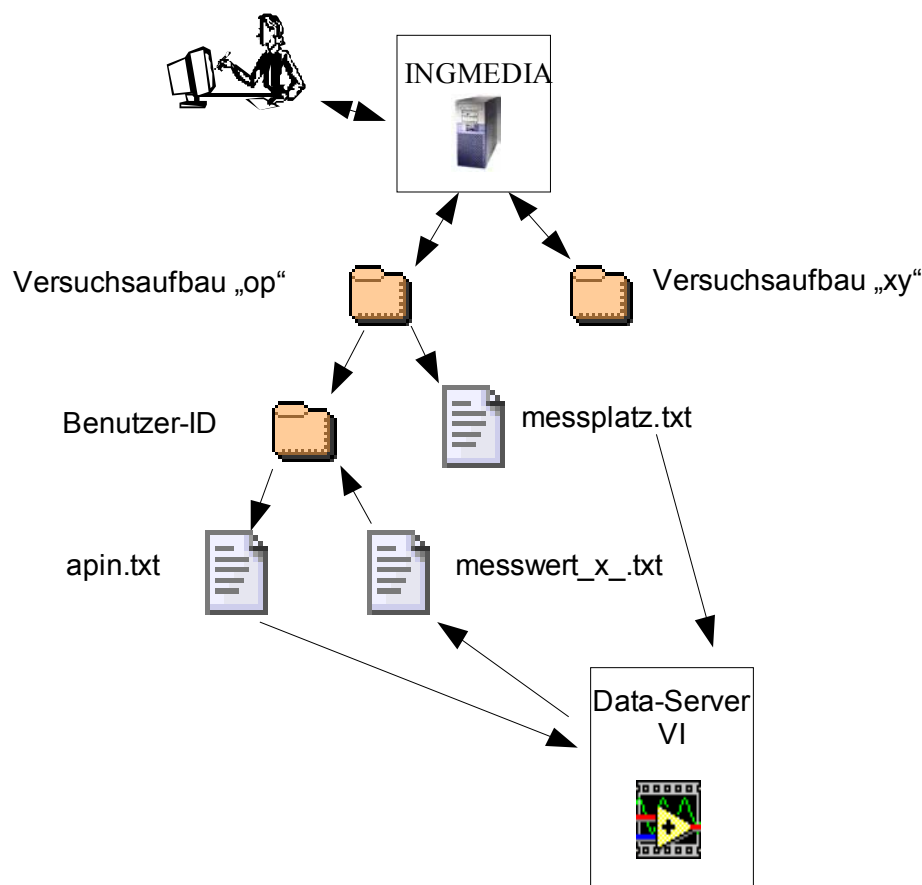


Abbildung: Benutzerverwaltung durch das HTML - Interface

Die Vorteile gegenüber der Lösung mit LabVIEW Webserver und Run-Time-Engine als Browser-Plugin liegen auf der Hand. Die Lösung ist nicht-proprietär. Clientlizenzen für den Betrieb des LabView Programms als Server entfallen. Multiplexing mit Timesharing für parallele Messungen verschiedener Benutzer ist möglich, wenn die Messvorgänge nicht zu zeitaufwändig sind. Der Client – PC (Lerner) benötigt lediglich einen Internetbrowser.

Andererseits kann nicht auf vorgefertigte Treiber und graphische Entwickler- und Benutzeroberflächen einer professionellen Entwicklungsumgebung zurückgegriffen werden. Um LabView Anwendungen online zu bringen, ist praktisch nur ein Schritt nötig, nämlich die Erstellung der Messsoftware. Das Darstellen im Internet übernimmt dann das Programm automatisch. Für dynamisch generierte HTML Seiten ist diese Software ebenfalls zu erstellen und zusätzlich

noch eine weiteres, PHP basiertes System, welches die Messungen ohne Plugin möglich macht. Teile solcher Anwendungen sind durchaus modular aufgebaut und mit kleinen Anpassungen wiederzuverwenden. Doch gerade bei komplexen Abläufen muss immer wieder neu programmiert werden, was die Entwicklungszeit stark ansteigen lässt.

Oft ist es auch ein Ziel Oberflächen von Messgräten so realistisch wie möglich abzubilden. Hier sind den Möglichkeiten von HTML, Java Skript und CSS ganz klar Grenzen gesetzt. Es ist also im Einzelfall abzuwägen ob man für die Vorteile einer einfacheren Darstellbarkeit und einer besseren Ressourcenausnutzung die Nachteile einer eingeschränkten Gestaltungsmöglichkeit und eines Mehraufwands für eine HTML-Oberfläche toleriert.

### 1.5.3.2 Telematikmessplätze „Elektronische Bauelemente und Schaltungen“

#### 1.5.3.2.1 Lineare und nichtlineare Widerstände:

Widerstände sind vielfältig und werden durch die Werkstoffe und Bauformen bestimmt. Das weite Spektrum ihrer Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten wird in dieser Praktikumsinheit durch die Messung von Kennlinien bei Variation der elektrischen und thermischen Parameter ausgelotet. Der Widerstandswert  $R$  von technischen Widerständen hängt von geometrischen Parametern des Widerstandskörpers bzw. der Widerstandsschicht und vom spezifischen Widerstand  $\rho$  des Widerstandswerkstoffes ab. Der spezifische Widerstand  $\rho$  ist selten konstant, sondern hängt in ziemlich komplexer Weise von Parametern wie elektrische Spannung, Temperatur oder Frequenz ab, wie z.B. bei nicht-linearen PTC- und NTC-Widerständen oder bei Varistoren und Sensoren.

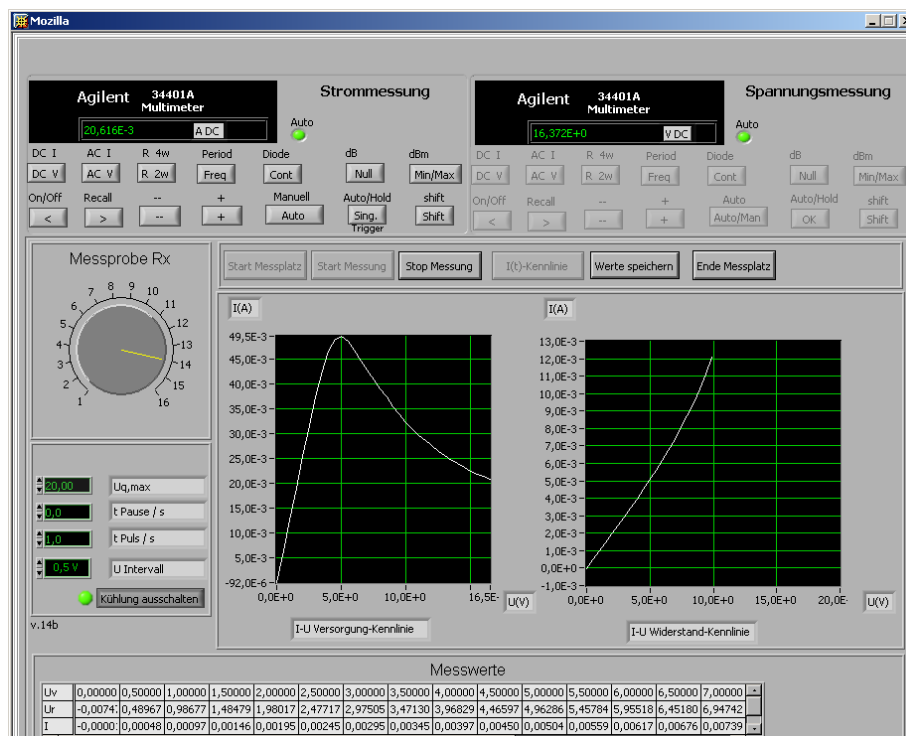
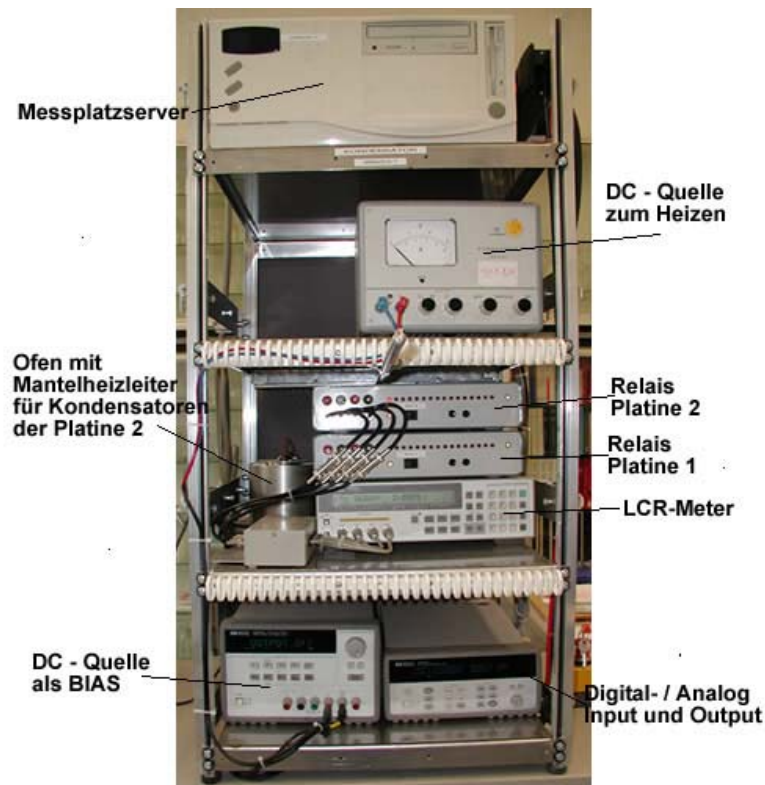


Abbildung: Bedien- und Steuereinheit zur Messung von Kennlinien elektronischer Bauelemente

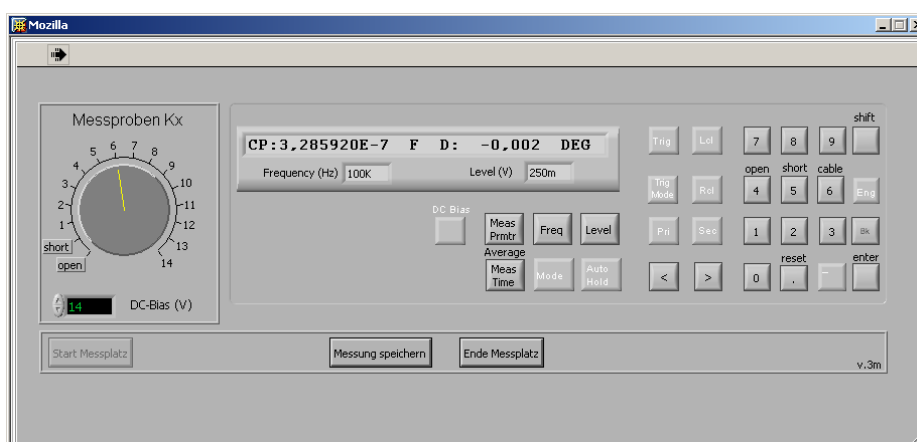
Im Telematikpraktikum „Widerstände“ werden  $I(U)$  und  $I(t)$  – Kennlinien unter verschiedenartigsten experimentellen Bedingungen aufgenommen und bearbeitet. Die vorangehende Abbildung zeigt das LabVIEW – Panel zur Online-Steuerung und –Messdatenerfassung.

### 1.5.3.2.2 Technische Kondensatoren:

Ohne Kapazitäten funktioniert kaum eine Schaltung, reale Kondensatoren können aber nicht durch einen einzigen Kapazitätswert charakterisiert werden. Die Kapazität hängt vielmehr von zahlreichen Parametern ab. Außerdem besitzen Kondensatoren parasitäre Induktivitäten und Widerstände, was u. a. durch die Angabe von sog. Verlustfaktoren berücksichtigt wird. Je nach Anwendung werden ganz unterschiedliche Kondensatoren eingesetzt.



In der Praktikumseinheit Kondensatoren werden Kapazitäten, Verlustfaktoren und komplexe Widerstände von Polymerfolien-, Elektrolyt- und Keramikkondensatoren gemessen, um deren Eigenschaften und ihre Abhängigkeiten von Frequenz, Spannung und Temperatur kennenzulernen.



Abbildungen: Bedienpanel zur Steuerung eines LCR - Meters

### 1.5.3.2.3 Bipolare Transistoren:

Einen Transistor kann man mit einem Bachbett vergleichen, das einen steuernden Zufluss und einen gesteuerten Durchfluss hat. Eine kleiner Zufluss steuert in diesem Beispiel über einen Klappenmechanismus den großen Durchfluss.

Das Praktikum besteht aus Fragen zum Versuch und 6 Versuchsteilen zum Thema Transistor:

- Aufnahme der Eingangskennlinie  $I_B = f(U_{BE})$  nach Schaltung
- Aufnahme der Stromverstärkungskennlinie  $I_C = f(I_B)$  nach Schaltung
- Aufnahme einer Kennlinie  $U_{CE} = f(I_C)$  Arbeitswiderstand  $R_C = 470 \Omega$  nach Schaltung, festes  $U_B$
- Aufnahme einer Ausgangskennlinie  $U_{CE} = f(I_C)$  Arbeitswiderstand  $R_C = 470 \Omega$  nach Schaltung und zeichnen eines Transistorkennlinienfeldes
- Transistor als Verstärker, Bestimmung der Wechselspannungsverstärkung
- 2-stufige Transistorschaltung, Experiment mit Licht

Die Abbildung zeigt eine der Benutzeroberflächen des Transistor-Telematikversuchs, der mit Variante 2 „HTML – Interface erstellt wurde.

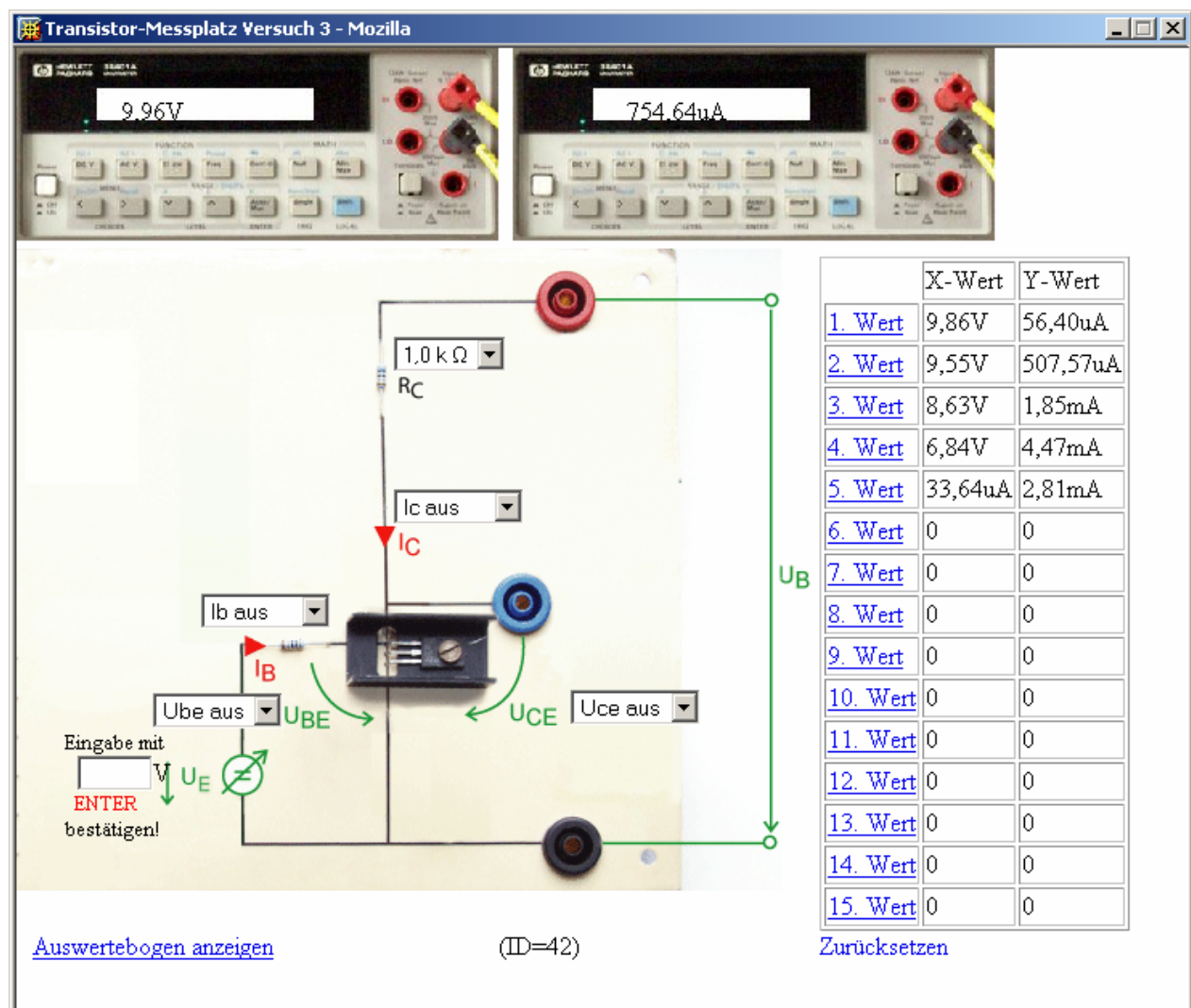
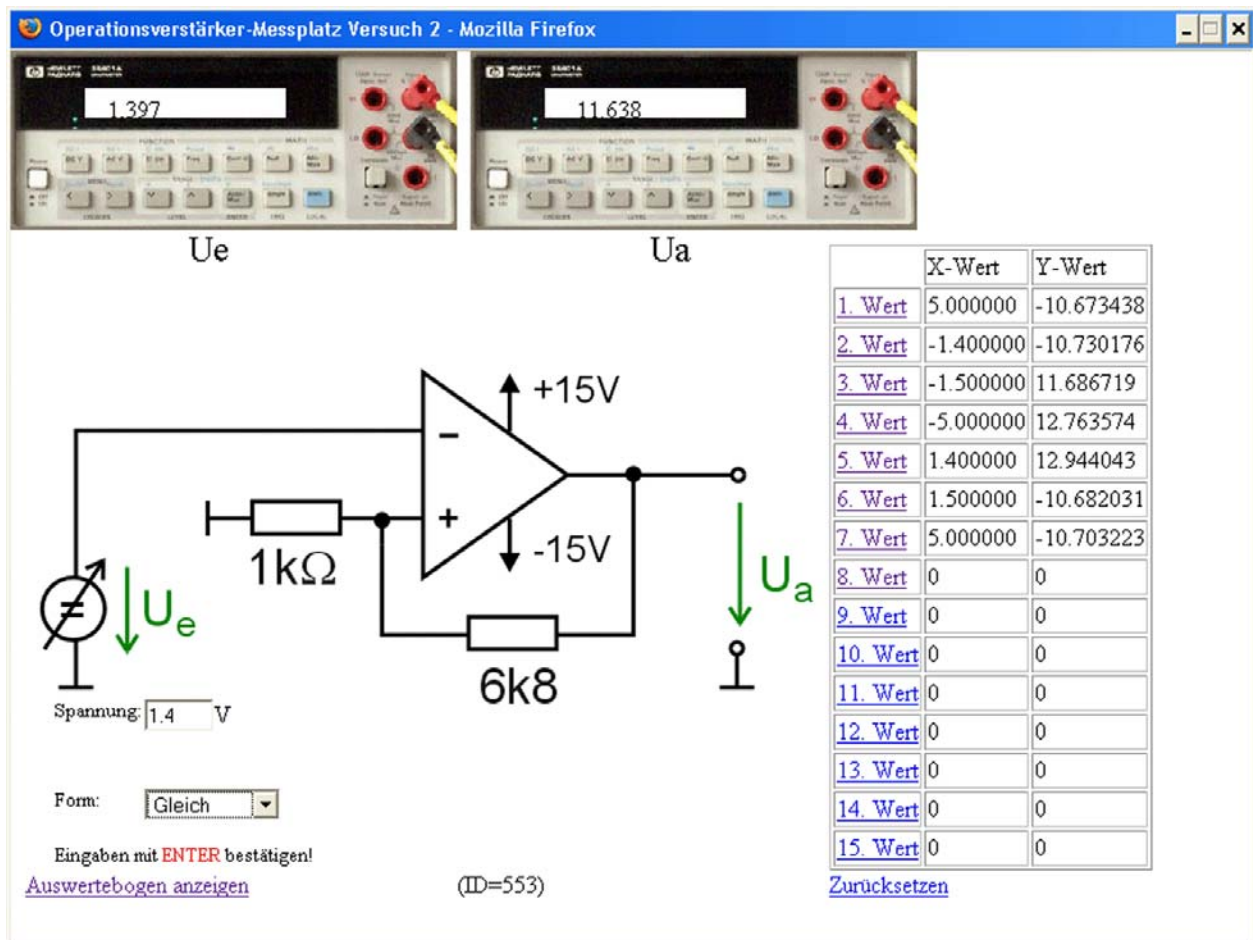


Abbildung: Telematische Messungen von Transistorkennlinien



### 1.5.3.2.4 Operationsverstärker:

Bei den Telematikmessungen an Operationsverstärkern muss die Spannungsform variiert werden. Im Gegensatz zu dem Transistor-Versuch, bei dem zwei unterschiedliche Oberflächen benutzt werden, wird nur noch eine Oberfläche für die unterschiedlichen Versuche verwendet. Für das Ein- und Ausblenden der unterschiedlichen Objekte wird PHP-Code und Javascript verwendet. Das Hauptaugenmerk liegt auf der Darstellung der Messwerte. Das bedeutet, dass bei Einstellung einer Gleichspannung durch den Benutzer eine oszilloskopartige Darstellung nicht ausreicht, da sie dann keine hinreichend genaue Anzeigegenauigkeit bietet. Folglich muss in diesem Falle eine digitale Anzeige verwendet werden. Zusätzlich muss der Benutzer die aktuellen Messwerte in einer Tabelle abspeichern können. Exemplarisch wird in der folgenden Abbildung die Oberfläche für den Versuch „Operationsverstärker als Schmitt-Trigger“ dargestellt.



Anhand der nächsten Abbildung werden die Unterschiede deutlich. Für die Messung der Ausgangsspannung ist die Ausgabe von mit Multimetern gemessenen Spannungen (zum Beispiel Effektivwert, Mittelwert usw.) nicht ausreichend. Erst eine oszilloskopartige Darstellung gibt den Studierenden eine Information über die zeitlichen Verläufe von Spannung und Amplitude und über die Frequenz. In dieser Einstellung können keine Werte in die Wertetabelle eingetragen werden, da die Anzahl der Messwerte, die Anzahl der Felder in der Tabelle deutlich übersteigt. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird die Tabelle ausgeblendet. Neben der Amplitude, ist auch die Frequenz der Eingangsspannung veränderbar.

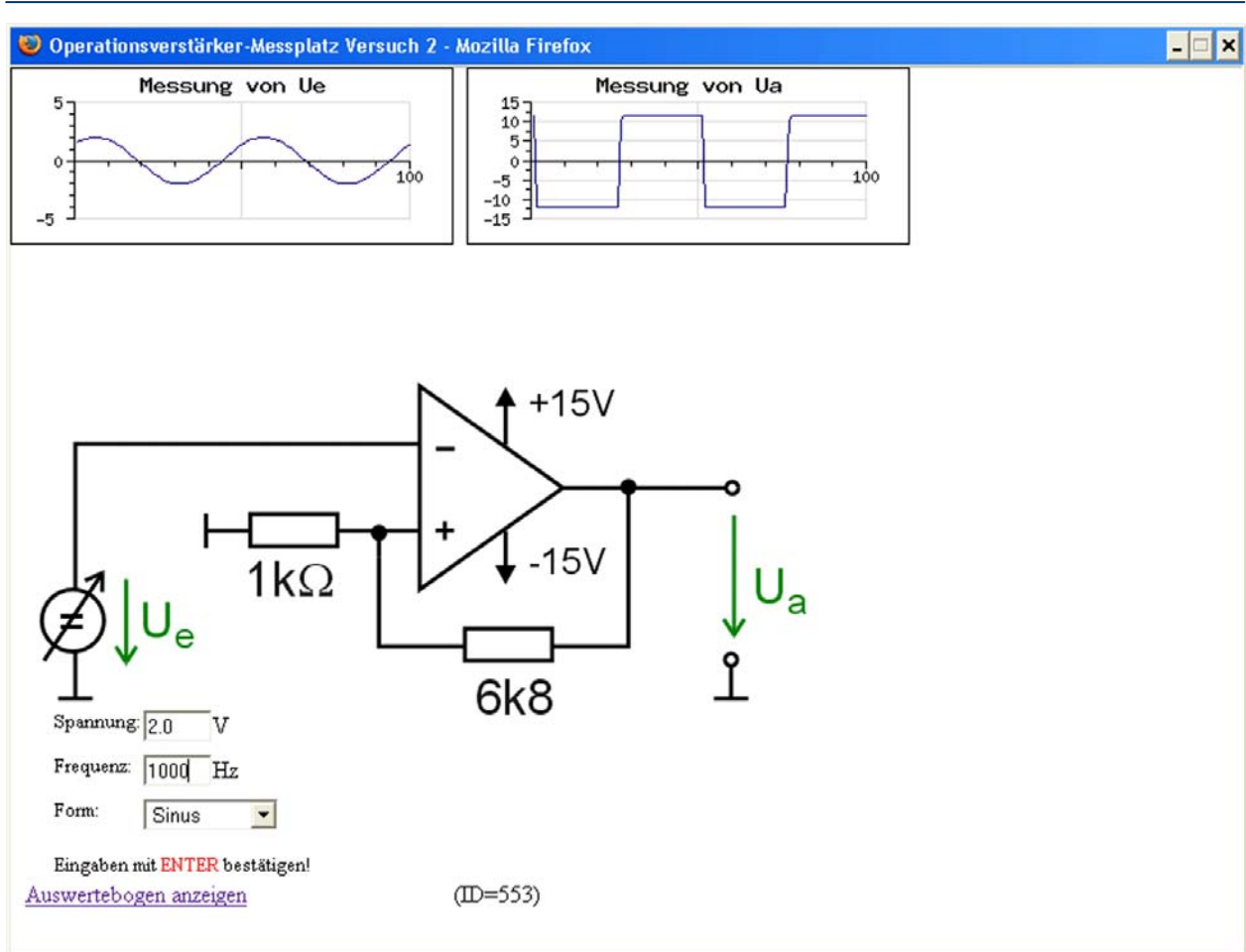


Abbildung: Schmitttrigger mit sinusförmiger Spannung am negativen Eingang

## 1.5.4 Virtuelles Technologiepraktikum Mikrofertigung (Teilprojekt 3)

### 1.5.4.1 Übersicht über Ziele und Inhalte des Praktikums Mikrofertigung

Im Teilprojekt 3 wird das Ziel verfolgt, die Ausbildung im Rahmen kompakter Praktika an realen Fertigungsmaschinen der Mikrosystemtechnik durch ein vorgeschaltetes Training an virtuellen Maschinen substantiell zu verbessern. Als Leitprozess wurde hierzu die Herstellung eines Silizium-Drucksensors gewählt. Im Rahmen dieses Herstellungsprozesses müssen über hundert Einzelschritte durchgeführt werden. Die komplexe Bedienung der dafür notwendigen Fertigungsgeräte innerhalb einer speziellen Reinraumumgebung sollte soweit und so realistisch wie möglich an simulierten Anlagen am heimischen PC trainiert werden können<sup>20</sup>.

Das Technologiepraktikum Mikrofertigung besteht aus der Kombination eines virtuellen Labors und eines realen Praktikums, das in einem Reinraum stattfindet. Das virtuelle Labor bzw. Technologiepraktikum setzt sich aus virtuellen Maschinen in Form von Computersimulationen und Animationen zusammen und bildet den Reinraum in seiner Gesamtheit ab. Ziel des Technologiepraktikums ist, mit den Studierenden einen exemplarischen Fertigungsprozess durchzuführen, wobei die Studierenden möglichst eigenständig agieren sollen, um den Lernerfolg zu erhöhen. Daher übernimmt das virtuelle Labor die Funktion einer intensiven Vorbereitungsphase, bevor die Studierenden das reale Praktikum absolvieren. Als Fertigungsverfahren wurde ein Herstellungsprozess gewählt, der im Vergleich zur Herstellung von z.B. Speicherchips oder Mikroprozessoren relativ einfach ist aber doch die wesentlichen Prozessschritte für die Fertigung eines mikrotechnischen oder mikroelektronischen Bauteils enthält. Ziel des virtuellen Labors ist daher, das Verständnis für den Herstellungsprozess und Bedienfertigkeiten für die eingesetzten Maschinen zu vermitteln. Dieses wird durch entsprechend didaktisch aufbereitetes Schulungsmaterial und realitätsnahe Maschinenoberflächen erreicht. Das Schulungsmaterial enthält Beschreibungen zur Bedienung der virtuellen Maschinen mit Hinweisen zu Unterschieden zu den realen Maschinen, Abbildungen der realen Anlagen, Bilder zu den virtuellen und realen Bedienoberflächen, Erläuterungen zu allgemeinen Bedienfehlern und Hinweise zum benötigten theoretischen Hintergrund. Die Schulungen selbst werden als betreute Praktika in Einzel- oder Blockveranstaltungen durchgeführt und sind weitestgehend orts- und zeitunabhängig möglich. Als einzelne Schulungsmodule für das virtuelle Technologiepraktikum wurden in Aachen vier Simulationen und eine Animation mit den zugehörigen Unterlagen erstellt. In die virtuellen Maschinenoberflächen wurde eine zusätzliche Navigationsleiste integriert, um mit dem Anwender interaktiv kommunizieren zu können. Die jeweiligen Module können separat oder verkettet eingesetzt werden, so dass eine Teilprozesskette aus dem gesamten Fertigungsprozess durchge-

---

<sup>20</sup> S. Merten, K. Kämper, M. Brill, A. Picard, D. Cassel, A. Jentsch, M. Rollwa: „Vom virtuellen Wafer zum realen Drucksensor“, W. Fischer, F. Flückiger (Hrsg.); Information – Communication – Knowledge engineering education today; Referate des 32. Symposiums der Internationalen Gesellschaft für Ingenieurpädagogik Karlsruhe, Schriftenreihe Ingenieurpädagogik Band 49 ISBN 3-00-012081-5, S. 318 – 321 (2003)

S. Merten, K.P. Kämper, M. Brill, A. Picard, D. Cassel, A. Jentsch, M. Rollwa, „Virtuelle Sensor-Fertigung: Hightech mit LabVIEW“, R. Jamal, H. Jaschinski (Hrsg.), Virtuelle Instrumente in der Praxis, Begleitband zum Kongress VIP 2003, ISBN 3-7785-2909-0, Hürthig Verlag Heidelberg, S. 465-470 (2003)

führt werden kann. Parallel zu den fünf in Aachen entwickelten virtuellen Maschinen wurden an der FH Kaiserslautern/ Zweibrücken eine weitere Simulation, drei Animationen und etliche Videos erstellt. Die virtuellen Maschinen verteilen sich auf insgesamt sechs einzelne Lerneinheiten, die in Tab.1 zu sehen sind.

Eine einfache Darstellung der exemplarischen Prozesskette Drucksensor ist in Abb. 1 zu sehen. Der Herstellungsprozess gliedert sich in sechs Hauptprozesse, die wiederum aus weiteren Teilprozessen bestehen. Jeder einzelne Prozessschritt wird mit einer bestimmten Anlage durchgeführt und baut auf den vorherigen Schritten auf:

1. Vorbereitung der Wafer
2. Masken-Prozess 1: Erzeugen der piezoresistiven Widerstände
3. Masken-Prozess 2: Erzeugen der Membranen
4. Masken-Prozess 3: Erzeugen der Kontaktlöcher
5. Masken-Prozess 4: Erzeugen der Leiterbahnstrukturen
6. Aufbau- und Verbindungstechnik

Zu Beginn jeder Anlagenumsetzung erfolgte die Erstellung eines Konzeptes, das Prozessparameter, Geräteparameter und alle Schritte enthält, die wichtig sind für die Erstellung der virtuellen Maschinen und für die Schulungsunterlagen. Die benötigten Prozessparameter wurden während des Projektes fortlaufend im realen Laborbetrieb optimiert und kontinuierlich in den virtuellen Maschinen angepasst. Zum Ende des Projektes liegen somit zahlreiche virtuelle Maschinen vor, die einen vollständigen mikrotechnischen Prozess abbilden, im laufenden Lehrbetrieb getestet wurden und nun dauerhaft eingesetzt werden können. Die fünf in Aachen erstellten virtuellen Maschinen werden nachfolgend näher beschrieben.

Lernmodul	Prozessschritt	Virtuelle Maschinen
Thermische Oxidation von Silizium (Aachen)	Masken-Prozess 1: Teilschritt Oxidation	Simulation Hochtemperatur-ofen
Kontakt- und Proximity-lithografie (Zweibrücken)	Masken-Prozess 2: Teilschritt Lithografie	Animation Spin Coater, Simulation Mask Aligner, Animation Entwicklerbank
Abscheidung dünner Schichten mittels Sputtern (Aachen)	Masken-Prozess 4: Teilschritt: Beschichtung	Animation Sputter Coater, Simulation Sputter Coater
Anodisches Bonden (Aachen)	Aufbau- und Verbindungstechnik: Teilschritt Anodisches Bonden	Simulation Anodischer Bonden
Bestimmung optischer Parameter (Aachen)	Messtechnik und Qualitätssicherung	Simulation Ellipsometer
Schichtdickenmessung (Aachen, Zweibrücken)	Messtechnik und Qualitätssicherung	Animation FTP 500 (Film Thickness Probe) Simulation FTP 500

*Tabelle: Einordnung der Lernmodule in den realen Fertigungsprozess Drucksensor mit Zuordnung der virtuellen Maschinen*

#### 1.5.4.2 Navigationsleiste

Für alle drei virtuellen Anlagen wurde auf der programmiertechnischen Seite eine Navigationsleiste entwickelt, die eine einheitliche maschinenübergreifende Programmbedienung erlaubt. Die Navigationsleiste (Abb. 2) enthält als Elemente allgemeinen Funktionen wie „Zurück“, „Drucken“, „Info“, „Hilfe“ und spezielle Funktionen wie z.B. „Werkzeugbox“, „Video“, „Laborbuch“ u. a. Die allgemeinen Elemente sind für alle Maschinenoberflächen gleich und erlauben eine übergreifende Bedienung der virtuellen Anlagen. Die speziellen Funktionen sind auf die einzelnen Maschinen angepasst und liefern hier weitere Hilfsmittel, die vor allem im realen Laborbetrieb den Bedienern zur Verfügung stehen.



Abbildung: Navigationsleiste für virtuelle Maschinen

#### 1.5.4.3 Virtuelle Maschine Hochtemperaturofen

Die reale Maschine gehört zum Gebiet der chemischen Beschichtungsverfahren. Mit der realen Anlage Hochtemperaturofen werden verschiedene Oxidationsschichten auf einem Substrat erzeugt. Der Hochtemperaturofen besitzt vier Etagen mit vier Ofenrohren, von denen drei belegt sind. Ein Ofenrohr wird für die Feucht- und Trockenoxidation z.B. im Drucksensorprozess verwendet. Als Prozessgase können Stickstoff und Sauerstoff verwendet werden. Die Feuchtoxidation wird über einen beheizbaren Bubbler (Kolbengefäß) realisiert. Neben einem manuellen Handpult wird die Anlage vollständig über einen Prozessrechner gesteuert. Mit dem Prozessrechner werden die Ofenrohre bedient, Prozesse gestartet und beendet, ausgelöste Fehler quittiert sowie Parameter in Rezepten geschrieben. Über diese Rezepte werden die Beschichtungsvorgänge gesteuert. Über das Handpult kann ein laufender Prozess abgebrochen werden. Im Fertigungsprozess Drucksensor wird die Anlage im 2. Hauptprozess (Masken-Prozess 1, Teilprozess Oxidation) eingesetzt. Für die Umsetzung der Simulation (s. Abb.) wurden die wesentlichen Prozessparameter, Maschinenvorgänge und manuellen Handlungen berücksichtigt. Zu den manuellen Handlungen gehört das Einschalten bzw. Überprüfen der Prozessgase, das sehr vereinfacht an der virtuellen Maschine umgesetzt wurde. Von den Oberflächen des Prozessrechners wurden für die virtuelle Maschine die vier wesentlichen Fenster realisiert, wobei das Rezept sehr vereinfacht, von ca. 20 Seiten auf 2 Seiten gekürzt wurde. Außerdem wurde ein Startfenster speziell für die virtuelle Maschine erstellt, da es ein solches am Prozessrechner nicht gibt. Als Parameter, die Einfluss nehmen auf das Ergebnis des Oxidationsvorgangs, wurden die Temperaturen des Ofenrohres, die verschiedenen Zeiten (Aufheizzeit, Oxidationszeit, Abkühlzeit) und die Prozessgase berücksichtigt. Außerdem wurde die Synchronisation der Einfahrmaschine (Kalibrierung des Ofenrohres) als Video hinterlegt. Da der reale Prozess ca. 10 h dauert, wurde eine Zeitraffung in die Simulation eingebaut.

Die Schulungsunterlagen enthalten eine Aufgabenstellung, Erläuterungen zur virtuellen Maschine und zum realen Prozess sowie eine Musterlösung. Während des virtuellen Praktikums

haben die Studenten außerdem die Möglichkeit, sich das Originalhandbuch der Maschine und weitere Bilder zur realen Anlage oder zum Prozessrechner anzusehen. Gleiches gilt für alle anderen virtuellen Maschinen.

Die Aufgabe der Studierenden besteht in der Erzeugung einer Siliziumdioxidschicht bestimmter Dicke in Abhängigkeit der variierbaren Prozessparameter. Das Ergebnis ihrer Einstellungen können sich die Studierenden im Laborbuch der Navigationsleiste ansehen.

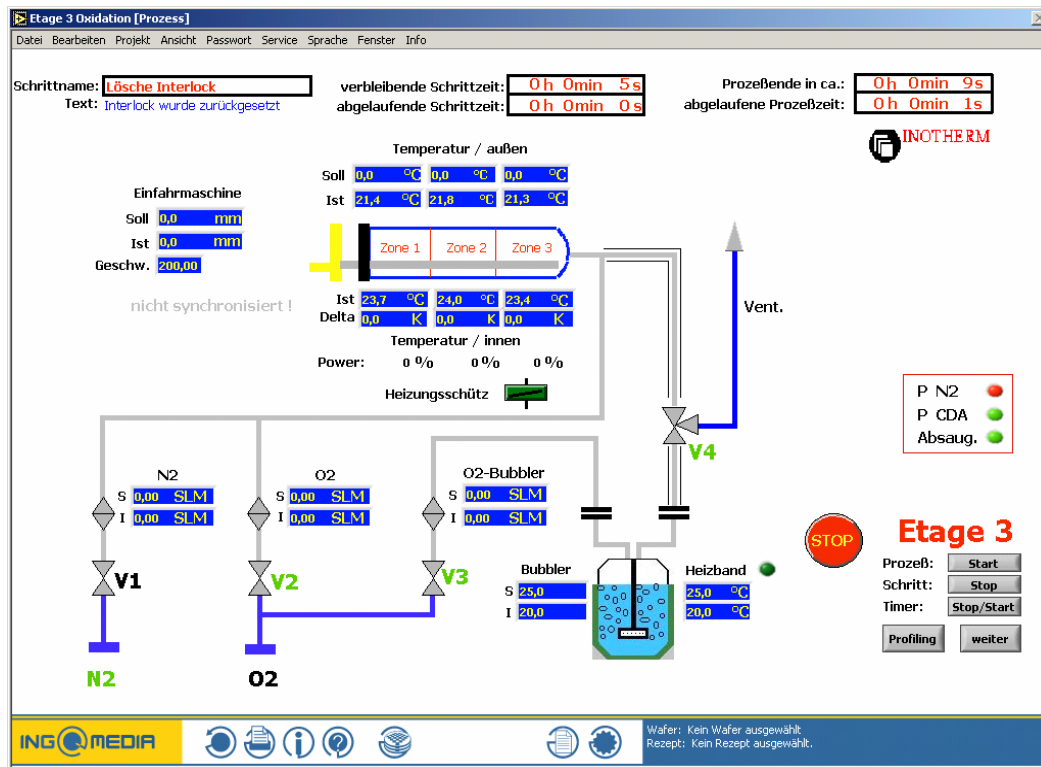


Abbildung: Prozessrechner Hochtemperaturofen – virtuelle Oberfläche

#### 1.5.4.4 Virtuelle Maschine Sputter Coater

Die reale Maschine gehört zum Gebiet der physikalischen Beschichtungsverfahren. Mit dem Sputter Coater (Beschichtungsanlage) werden dünne Schichten auf einem Substrat wie z.B. Aluminiumschichten im Drucksensorprozess erzeugt. Die Anlage wird beim Herstellungsverfahren im 5. Hauptprozess (Masken-Prozess 4, Teilschritt Aluminium-Beschichtung) eingesetzt. Zwei wesentliche Komponenten der realen Anlage sind die Vakuumkammer und die Schleuse. Über die Schleuse werden die Substrate in die Maschine eingebracht. Die Kammer bietet Platz für maximal sechs Substrate, die unterschiedlich beschichtet werden können. Für die Beschichtung stehen drei Kathoden zur Verfügung. Als Kathodenmaterial werden Aluminium, Kupfer, Titan etc verwendet. Als Prozessgase können Argon, Stickstoff und Sauerstoff eingesetzt werden. Die Anlage wird, abgesehen vom manuellen Schließen der Schleuse, vollständig über den Prozessrechner gesteuert. Mit dem Prozessrechner werden die Substrate ein- und ausgeschleust, Prozesse gestartet und beendet, ausgelöste Fehler quittiert sowie Parameter in Rezepten geschrieben, nach denen wieder die Beschichtungsvorgänge gesteuert werden. Die Beschichtungsrate ist abhängig von der Sputterleistung, dem Abstand zwischen Kathode und Substrat und dem Kathodenmaterial.

Da die Bedienung der realen Maschine über den Prozessrechner sehr kompliziert ist und gleichzeitig diese Komplexität der Anlage in der Simulation wiedergegeben wird, wurden bei der virtuellen Umsetzung sowohl eine Animation der Anlage wie auch eine Simulation erstellt. Dabei wird die Animation als Erklärung bzw. Vorbereitung auf die Simulation eingesetzt.

Die Oberfläche der Animation (s. Abb.) setzt sich aus drei sehr verschiedenen Ansichten zusammen. In der ersten Ansicht sind mehrere Bilder der realen Anlage mit einer Beschriftung der Anlagenteile zu sehen. In der zweiten Ansicht ist eine Skizze zum prinzipiellen Aufbau eines Sputter Coaters mit Beschriftung sowie Erläuterung der verschiedenen Komponenten dargestellt. Die dritte Ansicht gibt schließlich die Animation wieder, in der mit Bildern und Text gezeigt wird, wie prinzipiell ein Beschichtungsprozess an der realen Maschine durchgeführt wird. In der Animation wurden die vier wichtigsten Fenster realisiert. Die gesamte Animation wird als Beispiel zur Erklärung des Aufbaus eines Sputter Coaters und zum theoretischen Hintergrund bei Einstellung der wesentlichen Parameter eingesetzt. Als Parameter, die Einfluss nehmen auf das Ergebnis der Beschichtung wurden die Sputterleistung, die Sputterzeit, der Abstand zwischen Substrat und aktiver Kathode, die Drehgeschwindigkeit des Substrathalters sowie das Kathodenmaterial berücksichtigt. Die Studierenden haben an dieser Maschine zwei Aufgaben. Zunächst sollen sie sich mit den verschiedenen Anlagenkomponenten und ihren Funktionen vertraut machen. Danach sollen sie verstehen, wie ein Sputterprozess prinzipiell durchgeführt wird und welche Parameter auf das Ergebnis Einfluss nehmen. Die Studierenden bekommen zu allen Zwischenschritten und zum Ergebnis des Prozesses eine textliche Erläuterung mit Hinweisen. Der Beschichtungsprozess wurde bei der Animation im Gegensatz zur Simulation als geführte Version umgesetzt. Nach dem Arbeiten mit der Animation können die Studierenden ihre Kenntnisse direkt in der Simulation anwenden. Die Animation Sputter Coater wurde mit dem Programm Macromedia Flash erstellt.

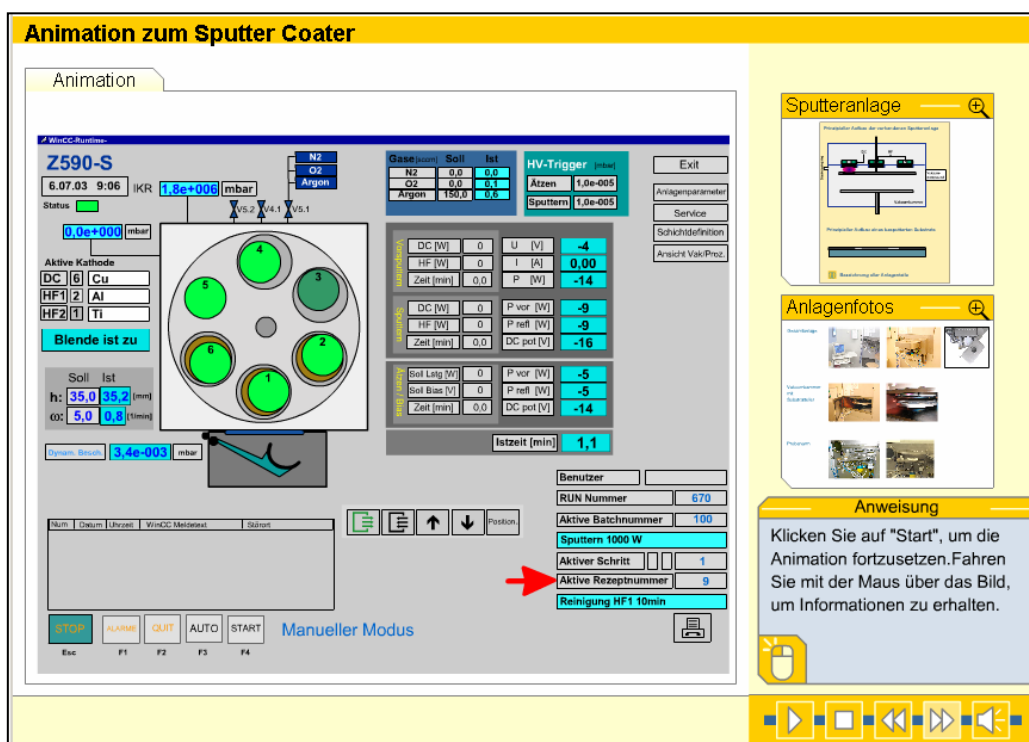


Abbildung: Prozessrechner Sputter Coater – virtuelle Oberfläche der Animation

Stand bei der Animation das Kennen Lernen der realen Anlage und der prinzipielle Ablauf eines Sputterprozesses im Vordergrund, so sollen die Studierenden bei der Simulation (s. Abb.) die Abhängigkeit der verschiedenen Parameter verstehen. Von den Oberflächen des Prozessrechners wurden auch für die Simulation ähnlich wie bei der Animation die fünf wesentlichen Fenster realisiert. Als Parameter, die Einfluss nehmen auf das Ergebnis der Beschichtung wurden die Sputterleistung, die Sputterzeit, der Abstand zwischen Substrat und aktiver Kathode, die Drehgeschwindigkeit des Substrathalters sowie das Kathodenmaterial berücksichtigt. Zu den manuellen Einstellungen, die an der realen Maschine vorgenommen werden müssen, zählt das Öffnen und Schließen der Schleuse. Dieses wurde an der virtuellen Maschine über den Mauszeiger vereinfacht umgesetzt. Der reale Prozess dauert ca. 45 min, daher wurde eine Zeitraffung in die Simulation eingebaut.

Die Aufgabe der Studierenden besteht in der Erzeugung einer Aluminium-Schicht bestimmter Dicke in Abhängigkeit der variierbaren Prozessparameter. Die Studierenden können sich das Ergebnis ihrer Einstellungen im Laborbuch der Navigationsleiste ansehen. Die Simulation ist sehr komplex und wurde mit dem Programm LabView in Aachen erstellt.

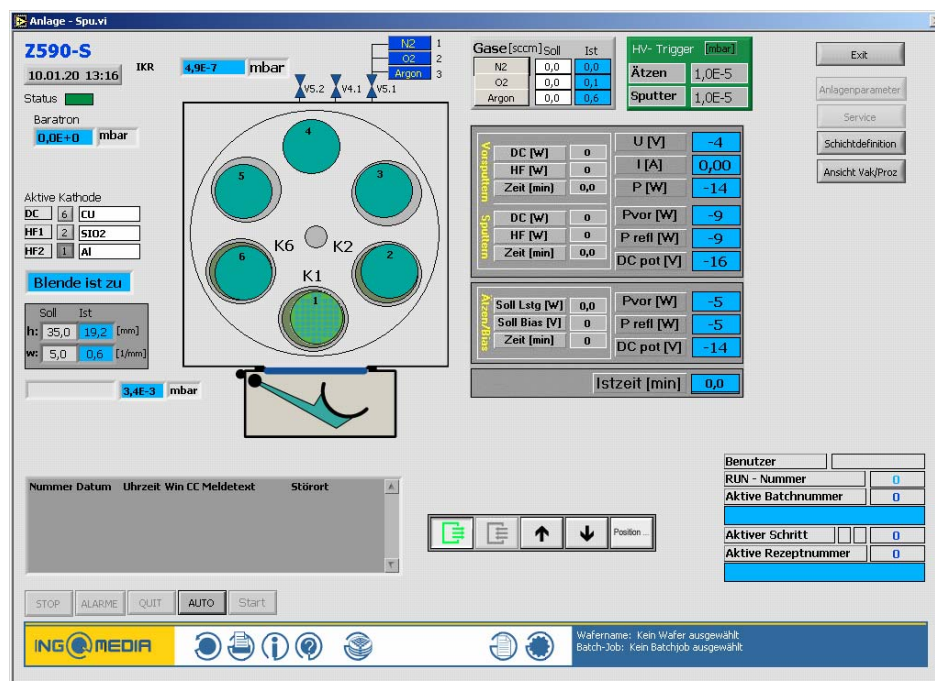


Abb. 5: Prozessrechner Sputter Coater – virtuelle Oberfläche der Simulation

#### 1.5.4.5 Virtuelle Maschinen Anodischer Bonder

Die reale Maschine gehört zum Gebiet der Aufbau- und Verbindungstechnik und wird im Drucksensorprozess für die dauerhafte Verbindung des prozessierten Substrates (Wafer) mit einem Glaswafer eingesetzt. Dieser Prozess dient zur Stabilisierung der Substrate und zum Schutz vor Verunreinigungen. Die Anlage wird beim Herstellungsverfahren im 6. Hauptprozess eingesetzt. Der anodische Bonder wird überwiegend über einen Prozessrechner gesteuert. Zu den manuellen Tätigkeiten zählen das Beladen des Ladearms mit den Proben und das Einschleusen des Ladearms in die Prozesskammer. Über den Prozessrechner werden die Wafer in der Kammer



ausgerichtet, Prozesse gestartet und beendet, ausgelöste Fehler quittiert sowie Parameter in Rezepten, nach denen der Bondprozess gesteuert wird, geschrieben. Die Güte eines Bondprozesses ist abhängig vom Prozessdruck, den Prozesstemperaturen am Wafer und am Pyrexwafer, der angelegten Spannung sowie der Stromstärke.

Für die Umsetzung der Simulation (s. Abb.) wurden die wesentlichen Prozessparameter, Maschinenvorgänge und manuellen Handlungen berücksichtigt. Von den Oberflächen des Prozessrechners wurden für die virtuelle Maschine die sechs wesentlichen Fenster realisiert. Als Parameter, die Einfluss nehmen auf das Ergebnis des anodischen Bondens, wurden die obere und die untere Substrattemperatur von Glaswafer und Wafer, das Kammervakuum, der Prozessdruck und die Prozessspannung berücksichtigt. Manuelle Einstellungen, die an der realen Maschine vorgenommen werden müssen, sind das Einschalten der Maschine und der Druckluft, das Auflegen von Wafer, Glaswafer, Klammern und Abstandshaltern auf die Einspannvorrichtung sowie das Ein- und Ausfahren des Ladearms. Von diesen wurden an der virtuellen Maschine alle vereinfacht umgesetzt.

Die Aufgabe der Studierenden besteht in der Erzeugung einer stabilen Wafer-Glas-Verbindung in Abhängigkeit der variierbaren Prozessparameter. Die Studierenden können sich das Ergebnis ihrer Einstellungen im Laborbuch der Navigationsleiste ansehen. Die virtuelle Maschine Anodischer Bonder ist eine komplexe Simulation und wurde mit dem Programm LabView erstellt.



Abbildung: Prozessrechner Anodischer Bonder – virtuelle Oberfläche

#### 1.5.4.6 Virtuelle Maschine FTP 500 (Film Thickness Probe)

Die reale Maschine gehört zum Bereich der Messtechnik und Qualitätskontrolle und wird mehrfach im laufenden Herstellungsprozess bei verschiedenen Hauptprozessen benötigt. Das FTP 500 arbeitet mit einem variablen Wellenlängenbereich von 500 – 900 nm. Das Messgerät wird

zur Bestimmung von Schichtdicken transparenter sowie halbtransparenter Schichten eingesetzt. Bei der Herstellung des Drucksensors werden z.B. Oxidschichten gemessen, die zuvor im Hochtemperaturofen erzeugt wurden. Für die Kalibrierung des Gerätes wird ein Referenzwafer benötigt. Das Messgerät wird überwiegend über den Prozessrechner gesteuert. Rein manuelle Einstellungen werden an dem Mikroskop durchgeführt. Die zu messenden Schichten müssen im Bereich von 100 bis 4000 nm liegen.

Für die Umsetzung der Simulation (s. folgende Abbildungen) wurden die wesentlichen Messparameter und manuellen Handlungen berücksichtigt. Von den Oberflächen des Prozessrechners wurden für die virtuelle Maschine die drei wesentlichen Fenster realisiert. Als Parameter, die Einfluss nehmen auf das Messergebnis des FTP 500, wurden die Kalibrierung des Messgerätes, das zu messende Material und die Zusammenstellung der Schichten berücksichtigt. Manuelle Einstellungen, die an der realen Maschine vorgenommen werden müssen, sind das Auflegen eines Substrates oder eines Referenzwafers, das Einstellen von Lichtintensität, Lichtreflektion und Strahlengang für den Detektor sowie die Fokussierung auf die Probe. Von diesen wurden an der virtuellen Maschine alle umgesetzt.

Die Aufgabe der Studierenden besteht in der Messung der Schichtdicke eines bekannten Materials. Die Studierenden können sich das Ergebnis Ihrer Einstellungen im Laborbuch der Navigationsleiste ansehen. Die virtuelle Maschine FTP 500 ist eine komplexe Simulation und wurde mit dem Programm LabView erstellt.

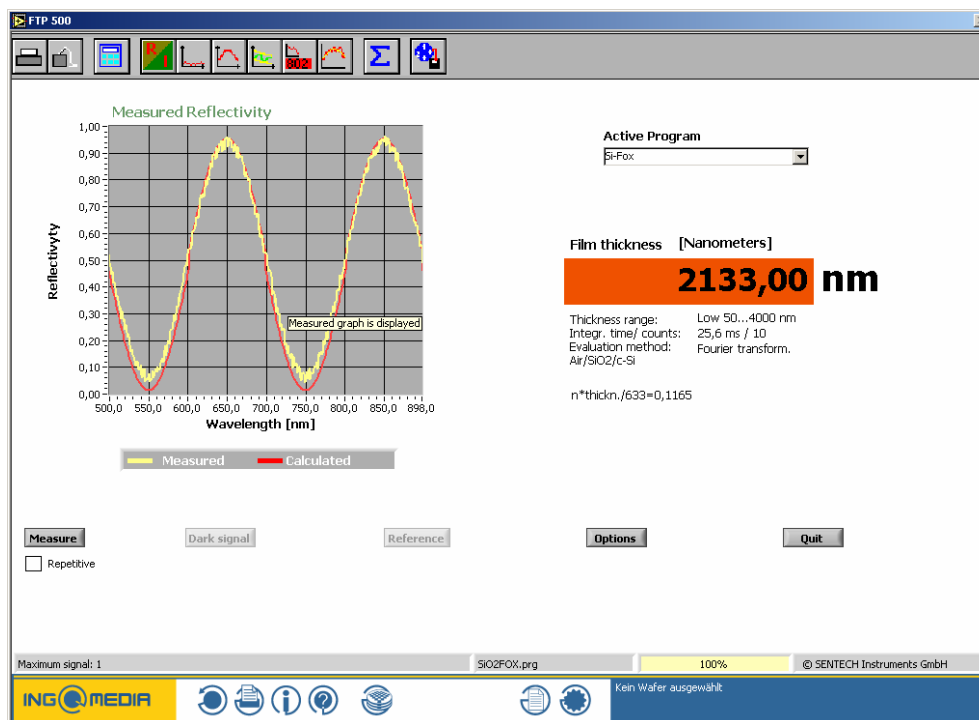


Abbildung: Prozessrechner FTP 500 – virtuelle Oberfläche

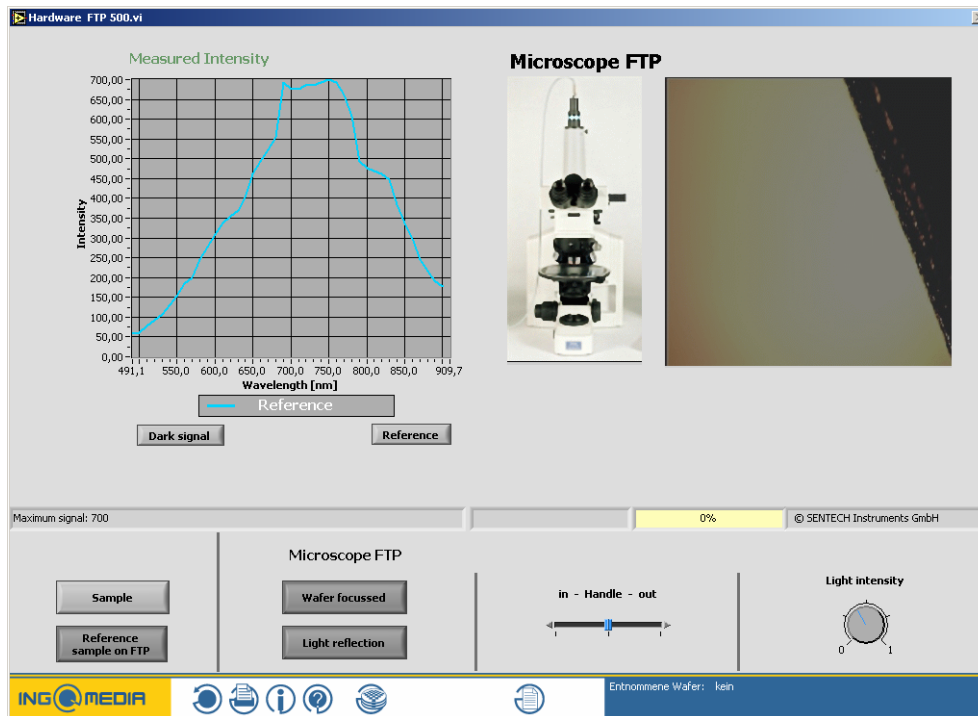


Abbildung: Manuelle Einstellungen – virtuelle Oberfläche

## 1.6 EVALUATION ALS HOCHSCHULDIDAKTISCHE AKTIONSFORSCHUNG

Teilprojekt 4b)

### 1.6.1 Einleitung und systematische Grundlegung

Die Entwicklung eines Evaluationskonzepts als hochschuldidaktische Aktionsforschung war bei INGMEDIA von Beginn an wesentlicher Bestandteil der Projektidee. Die INGMEDIA-Initiatoren der Fachhochschule Aachen - vier Professoren, eine Professorin aus ingenieurwissenschaftlichen Fachbereichen sowie der Leiter der Arbeitsstelle für Hochschuldidaktik und Studienberatung (HDSB) - kannten sich u. a. aus der Teilnahme an und Durchführung von hochschuldidaktischen Weiterbildungsveranstaltungen, die von der HDSB als Koordinierungsstelle des landesweiten hochschuldidaktischen Weiterbildungsnetzwerks der Fachhochschulen in NRW (HDW-NRW-FH) durchgeführt werden. Neben dem hochschuldidaktischen Interesse und Engagement der Lehrenden stützten langjährige Evaluationserfahrungen zu ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen an deutschen Hochschulen die Projektidee von Beginn an ebenso wie die Zuständigkeit des Leiters der HDSB als Evaluationsbeauftragter der Fachhochschule Aachen. Gemeinsam war den INGMEDIA-Initiatoren von Beginn an ferner das ausdrückliche Bestreben einer inzwischen zunehmend geforderten (vgl. Kerres 2001 und HRK 2003) nachhaltigen e-Learning-Entwicklung. Das Ziel der Erprobung und Implementierung der Lernsoftware im alltäglichen Regelbetrieb der Hochschullehre bildet daher einen zusätzlichen Ausgangspunkt für das Evaluationskonzept: hochschuldidaktische Aktionsforschung.

Bzgl. der speziellen Lehr-/Lernsituation in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen an technischen Universitäten und Fachhochschulen sind immer wieder markante Brüche und Widersprüchlichkeiten zwischen Wunsch und Wirklichkeit festzustellen. Die offiziellen Vorgaben (Ziele, Zeiten, Formen etc.) aus Curricula werden im Lehr- und Studienalltag vielfach nicht wirklich eingefordert bzw. realisiert (vgl. Morsch, Neef, Wagemann 1986; Heger 1987 und Heger 1996). Erklärungsmodelle wie „Der heimliche Lehrplan. Was wirklich gelernt wird.“ (Zinnecker/Geisler 1973) sowie die Habitus- und Lehrkulturforschung (vgl. Mai 1987) lösen dieses Problem der Unverbindlichkeit selbst im scheinbar verschulten Ingenieurstudium nicht. Sie lassen aber das im Ingenieurstudium immer wieder beobachtbare „defensive Lernen“ als zumindest auch curricular bzw. institutionell bedingt besser verstehen:

„Es muss in dieser Konstellation lediglich darum gehen, der Situation, in welcher die Lernanforderung gestellt ist, möglichst umgehend ohne den drohenden Verlust an Verfügung / Lebensqualität – damit auch an sozialer Zuwendung und Unterstützung – zu entkommen. Im Extremfall, d.h. wenn die Prämissenlage dies zulässt, mag man dabei sogar gänzlich ohne wirkliches Lernen auszukommen meinen (etwa, indem man durch das in der Schule verbreitete Abschreiben, Sich-Vorsagen-lassen etc. den Lernerfolg zur Gänze vortäuscht, s. u.). Aber auch soweit Lernen zur Situationsbewältigung in mehr oder weniger großem Umfang erforderlich scheint, färbt die bloß defensive Begründetheit des Lernens notwendigerweise auf dessen Art und Erfolg ab: Da es hier nicht primär um das Eindringen in den Lerngegenstand, sondern um die Abrechenbarkeit des Lernerfolgs bei den jeweiligen Kontrollinstanzen geht.....“ (Holzkamp 1995, S. 192f)

Um hier nachhaltig Veränderungen zu erzielen, muss für die eLearning-Entwicklung neben den offiziellen, institutionell vorgegebenen Zielorientierungen und Handlungsbedingungen sowie den alltäglichen, tatsächlich sanktionierten (z.B. prüfungsrelevante bzw. kollegial verträgliche) „Spielregeln“ vor allem die Wahrnehmung dieser Aspekte durch die Beteiligten verstanden und angemessen aufgegriffen werden. Gleiches gilt für die individuellen Voraussetzungen (Vorkenntnisse bzw. Kompetenzen, persönliche Lern- bzw. Arbeitsbedingungen, technische Ausstattung etc.) und vor allem die individuellen Lehr- / Lernparadigmen der beteiligten Lehrenden und Studierenden. Wie soll/ kann Hochschullehre und Studium aus ihrer Sicht erfolgreich verlaufen? Lehre: als Stoffdarstellung bzw. Instruktion bis hin zu konstruktivistischer Lernbegleitung, -moderation, -organisation? Studium als: defensives Bestehen bis hin zu verstehendem, studierendem Lernen im Rahmen eines Konzepts des lebenslangen Lernens?

Für das ingenieurwissenschaftliche Laborpraktikum (LP) muss man in diesem Zusammenhang ein Bedeutungs dilemma feststellen: offiziell, potenziell hat es gerade im Lehrangebot der Fachhochschulen eine sehr hohe, inoffiziell, im Hochschulalltag aber nur eine geringe Bedeutung. Verkürzt dargestellt heißt das: ganzheitliches, anwendungsbezogenes Lernen in Kleingruppen vs. defensives Abfahren nicht prüfungsrelevanter Versuche.

Das hochschuldidaktische (Evaluations- und Aktionsforschungs-) Interesse lautet also: (inwieweit tragen?) neue Medien tragen in diesem Hochschulkontext zu aktivierenderen Lehr- / Lernformen und „expansivem Lernen“ (vgl. Holzkamp a. a. O., S. 190) bei!

Ganz grob können grundsätzlich zwei Funktionen der Evaluation unterschieden werden: Rechenschaftslegung (Legitimation) und Qualitätsentwicklung (Innovation). Diese beiden Funktionen wirken in der Evaluationspraxis vielfach gegenläufig. Alibievaluationen, Hochglanzbroschüren und Erfolgsmeldungen dienen auf der Makro- und Mesoebene (vgl. Beitrag Schmidt-Lauff in diesem Band) gelegentlich leider immer noch der Legitimation (vgl. Beitrag Schwarz in diesem Band), behindern bzw. „ersetzen“ aber Innovation anstatt sie zu befruchten. Innerhalb INGMEDIA wurde von Beginn an eine „echte Evaluation“ (vgl. Baumgartner 1999, S.81) nach der Leitlinie „Legitimation durch Innovation“ verfolgt. Daraus erklärt sich die Entscheidung von INGMEDIA für eine im Zeitraum des Projekts interne, formative und responsive Evaluation (Beyl 1988) mit einem Evaluationskonzept der Aktionsforschung, das in den 70iger Jahren (Haag u.a.1972, Heinze u.a..1975, Moser 1975) aus den USA adaptiert wurde.

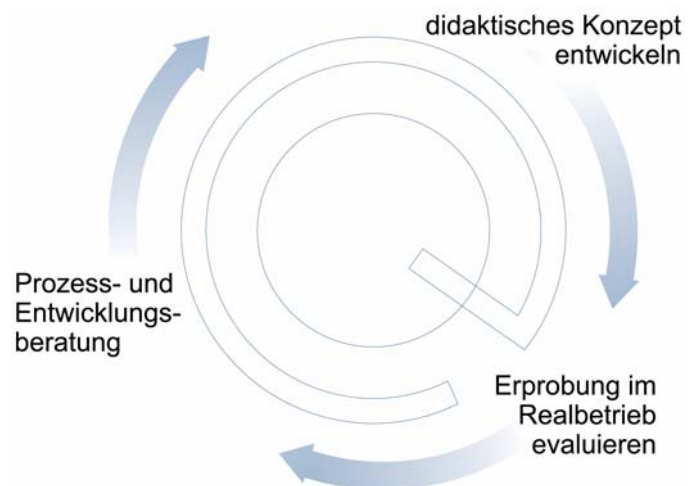
Derart verstandene Aktionsforschung verspricht neben ihren ganz offensichtlichen Vorzügen für die Standarderfüllung bzgl. Nützlichkeit, Durchführbarkeit und Fairness der Evaluation auch bzgl. ihrer Genauigkeit valide und reliable Informationen sowie systematische Fehlerüberprüfung. Gerade für den Kontext der Hochschule und insbesondere für die Evaluation von E-Learning sieht der Autor diese Aktionsforschung als den gebotenen, bisher hier aber kaum verwirklichten „realistischen“ Evaluationsansatz (vgl. Tergan in diesem Band) und keineswegs als klassisch etabliert, schon unmodern oder gar den Neuen Medien und ihren Möglichkeiten nicht gerecht werdend.

Das Ziel der AF ist nicht die Generalisierbarkeit der Ergebnisse, sondern ihre Realitätshaltigkeit und ihre Praxisrelevanz. Entsprechend der vorstehend angesprochen hochschuldidaktischen Kontextanalysen besitzt auch bei der Evaluation von E-Learning, integriert in das blended lear-

ning, die unmittelbare Kommunikation und Interaktion der Beteiligten (bei Schmidt-Lauff in diesem Band „Dialogfunktion“) übergeordnete Bedeutung gegenüber etwa nur elektronisch / virtuell vollzogenen Lernwegsanalysen (bei Schmidt-Lauff in diesem Band unter „Erkenntnisfunktion“). Bei INGMEDIA fokussierte die Dialogfunktion der Evaluation von Beginn an vor allem auf die Nutzung bereits vorhandener Kontakte und die Konkretisierung und Umsetzung im Team allgemein bereits vorhandener hochschuldidaktischer Orientierungen im Projekt- und Hochschulalltag.

Die Dialogfunktion der hier skizzierten Aktionsforschung bezieht sich zentral natürlich auch auf die Studierenden. Dies umfasst u. a.: schriftliche Befragungen, Interviews, Dokumentenanalyse (z.B. Versuchsauswertungen), einschließlich entsprechender Rückkopplungen und Gruppengespräche, aber auch Verfahren des stimuliert recall (Lautes Denken, Beobachtung, Videomitschnitt, gemeinsame Auswertung). Gerade dieses Verfahren verbindet ganz im Sinne der AF und der hochschuldidaktischen Perspektive die Binnenperspektive der Handelnden mit der Außenperspektive und objektiver Erfassung, aber im unmittelbar kommunikativ validierenden Dialog. Hier lassen sich leitende Kontextinterpretationen /-einflüsse und das konkrete studentische Arbeiten mit der Lernsoftware an den Inhalten gleichzeitig erfassen und rückkoppeln (vgl. teilnehmerorientierte Ansätze Baumgartner 1999, S. 88 ff). Dabei geht es im Rahmen des Blended Learning-Ansatzes immer auch um die Evaluation des Präsenzpraktikums, nicht nur der Lernsoftware.

Aktionsforschung mündet für INGMEDIA daher in den Dreierschritt als fortlaufenden Zyklus: 1. Hochschuldidaktisches Konzept (weiter-) entwickeln, 2. Erprobung im Realbetrieb evaluieren, 3. INGMEDIA nachhaltig nutzen.



## 1.6.2 Evaluation der physikalischen Grundpraktika: Begleituntersuchung „Multimedia versus Skript“

### 1.6.2.1 Ausgangssituation

Die Frage: „Kann eine Lernumgebung erfolgreich zur Vorbereitung auf ein Praktikum eingesetzt werden?“ wurde im Rahmen einer Begleituntersuchung in TP1 (Grundlagenpraktika) behandelt. Von Erfolg kann gesprochen werden, wenn es berechtigten Grund zu der Annahme gibt, dass die Studierenden, die sich mit der Lernplattform vorbereiten, besser vorbereitet ins Praktikum kommen, als es bisher der Fall war (Vorbereitung mit Skripten und sonstiger Literatur).

Untersuchungsgegenstand waren die in die Lernplattform eingestellten Lerneinheiten Ottomotor und Feder sowie das Angebot zum Thema Laborkompetenz. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht, über die quantitative Ausstattung der Lerneinheiten.

Typ	Laborkompetenz	Feder	Ottomotor
Text (Umfang)	ca. 14 DIN A-4 Seiten zu Messwerten Messreihen Diagrammen Achsenbeschriftungen (Doppelt-) logarithmische Auftragung	ca. 16 DIN A-4 Seiten zu 4 Praxisbeispiele Historisches Selbsttest Grundlagen Versuchsaufbau Versuchsablauf Kontextinformationen	ca. 22 DIN A-4 Seiten zu 8 Praxisbeispiele Historisches Selbsttest Grundlagen Versuchsaufbau Versuchsablauf Kontextinformationen
Betextete Fotos, Grafiken	24	14	12
Betextete Videos, Animationen	-	4	3
Interaktive Lernmodule, Applets	2	2	2
Übungen	4	-	2
Beispiele	2	-	1
Selbsttest	-	4 Aufgaben	13 Aufgaben

### 1.6.2.2 Evaluierte Lerneinheiten

#### 1.6.2.2.1 Praktikumseinheit Ottomotor

Der Versuch „Ottomotor“ soll die theoretischen Zusammenhänge von Geschwindigkeit und Beschleunigung erklären und deren Relevanz für das ingenieurmäßige Arbeiten verdeutlichen. Neben den historischen Informationen und den Kuriositäten werden Grundlagen zu den Themen Geschwindigkeit, Beschleunigung und Drehbewegung sowie ein Multiple-Choice-Selbsttest angeboten (11 Fragen).

Für die Versuchsdurchführung soll angenommen werden, dass die Kurbelwelle eine konstante Drehzahl von  $1667 \text{ min}^{-1}$  hat.

1. Die Teilnehmer messen und zeichnen für einen sinnvollen Zeitraum die Weg-Zeit-Diagramme für eine Kolbenfläche.
2. Sie errechnen und zeichnen aus ihren Messdaten für einen sinnvollen Zeitraum die Geschwindigkeit-Zeit-Diagramme für den Kolben.
3. Sie errechnen und zeichnen aus ihren Messdaten für einen sinnvollen Zeitraum die Beschleunigung-Zeit-Diagramme für den Kolben.
4. Sie diskutieren die drei Diagramme. Das heißt, sie erläutern schriftlich, was die Maxima, die Minima und die Nullstellen der drei Kurven bedeuten, wie sie zustande kommen und wie sie zusammenhängen. Die Zeitachse sollte in allen drei Diagrammen den gleichen Bereich und den gleichen Maßstab haben (erleichtert den Vergleich der drei Diagramme untereinander).

#### 1.6.2.2.2 Praktikumseinheit Feder

In diesem Praktikum soll ermittelt werden, wie die Federkraft von der Federgeometrie und von der Dehnung abhängt. Vom Aufbau entspricht die Lerneinheit *Feder* der Lerneinheit *Ottomotor*, d. h. es zeigt ebenfalls die Kapitel Grundlagen, Praxisbeispiele, Selbsttest, Versuchsaufbau und Versuchsablauf. Die Teilnehmer...

1. messen die Abhängigkeit der Federkraft  $F$  von der Dehnung  $s$  der Feder für eine beliebige Feder ihrer Wahl und nehmen dazu zehn Messwertpaare auf.
2. tragen die Messwerte in ein Federkraft Dehnungs-Diagramm ein, und zeichnen durch die Messpunkte eine Ausgleichskurve. Diese Ausgleichskurve ist die Federkennlinie.
3. überprüfen anhand der Federkennlinie, ob die untersuchte Feder eine Hooke'sche Feder ist, und bestimmen die Federkonstante.
4. bestimmen für vier verschiedene Drahtdurchmesser  $d$  die Federkonstante  $k(d)$ , tragen die vier Messwertpaare in ein doppeltlogarithmisches  $k$ - $d$ -Diagramm ein und ermitteln mit der Ausgleichskurve den Exponenten  $u$ .
5. bestimmen für vier verschiedene mittlere Federdurchmesser  $D$  die Federkonstante  $k(D)$ , tragen die vier Messwertpaare in ein doppeltlogarithmisches  $k$ - $D$ -Diagramm ein und ermitteln mit der Ausgleichskurve den Exponenten  $v$ .
6. ermitteln den Wert der Konstante  $a$  aus ihren Messkurven.



### 1.6.2.2.3 Laborkompetenz – Schlüsselqualifikationen bei der Laborarbeit

Potentielle Arbeitgeber erwarten zunehmend von Hochschulabgängern neben soliden fachlichen Kenntnissen und Fertigkeiten fachübergreifende Kompetenzen. Zu diesem Thema wurde eine Lerneinheit entwickelt, mit der Studierende am PC erfahren und erarbeiten können, welche grundlegenden Abläufe, Handlungsweisen und Risiken bei der Durchführung von Versuchen existieren, wie Messungen erfasst, dokumentiert und interpretiert werden, kurz: was Laborarbeit ausmacht. Das Modul behandelt die Themen:

- Was ist ein Messwert?
- Warum Messreihen?
- Größe von Diagrammen
- Achsen beschriften
- Ausgleichskurven
- Funktionsbestimmung
- Übungsaufgaben
- Interaktives Labor (wurde nach der Evaluation hinzugefügt)

### 1.6.2.3 Fragen und Bewertungsmerkmale

Mit dem oben beschriebenen Angebot ergeben sich zwei wesentliche Fragen:

#### *Frage 1*

*Sind die Studierenden, die sich mit dieser ersten Ausbaustufe der INGMEDIA-Lernplattform vorbereiten anders vorbereitet als Studierende, die sich, wie bisher, per Skript vorbereiten?*

Wenn die Studierenden, die sich mit der Lernplattform vorbereiten, besser vorbereitet ins Praktikum kommen, als es bisher der Fall war, kann dies eine positive Wirkung der Lernplattform sein.

Kommen die Studierenden genauso gut/schlecht vorbereitet, wie bisher ins Praktikum, kann dies ebenfalls positiv bewertet werden, denn die jetzige Version ist eine erste Ausbaustufe mit noch wenig interaktiven Elementen – insbesondere diesbezüglich wird das Angebot in Zukunft erweitert werden. Eine Nichtverschlechterung der Situation lässt vermuten, dass Nachteile, wie erforderlicher Einarbeitungsaufwand in das neue System und die Einschränkung, dass nur online gelernt werden kann, in irgendeiner Form kompensiert wurden.

Möglicherweise sind die Studierenden schlechter vorbereitet als bisher. In diesem Fall sollten schnellstmöglich Defizite erkannt und beseitigt werden – Schwachstellen sind in den Bereichen Konzeption, Technik, Inhalt, Kommunikation zu vermuten.

**Bewertungsmerkmale für Fragestellung 1**

- 1.1 Vorkenntnisse
- 1.2 Beweggründe zur Wahl des Studiums
- 1.3 Versuchsrelevante Grundlagenkenntnisse
- 1.4 Kenntnisse über Vorgehensweisen bei der Laborarbeit
- 1.5 Art der Vorbereitung

Insbesondere die Möglichkeit der Situationsverschlechterung lässt eine Untersuchung notwendig erscheinen. Um in diesem Fall gezielt gegen steuern zu können, wurde die folgende Frage von vornherein mit behandelt:

*Frage 2*

*Welche Maßnahmen zur Verbesserung des multimedialen Angebots sind für die Bereitstellung der nächsten Version sinnvoll?*

Das didaktische Konzept der INGMEDIA-Lernplattform sieht vor, Lerngewohnheiten, Möglichkeiten und Anforderungen der Studierenden in die weitere Planung und Umsetzung mit einfließen zu lassen. Erkenntnisse zu den Lerngewohnheiten und Möglichkeiten lassen sich aus den Untersuchungsergebnissen zu Frage 1 ableiten. Die Anforderungen der Studierenden ergeben sich aus deren Beurteilung des Gesamtangebots bezüglich Verständlichkeit, Vollständigkeit, strukturellem Aufbau, Spaßfaktor, Motivation und Stoffmenge. Darüber hinaus gibt die Frage danach, wie wichtig den Studierenden die einzelnen Punkte sind, weitere Hinweise zur Verbesserung des Angebots.

**Bewertungsmerkmale für Fragestellung 2**

- 2.1 Verständlichkeit (Beurteilung und Bedeutung)
- 2.2 Vollständigkeit (Beurteilung und Bedeutung)
- 2.3 Struktureller Aufbau (Beurteilung und Bedeutung)
- 2.4 Spaßfaktor (Beurteilung und Bedeutung)
- 2.5 Motivation (Beurteilung und Bedeutung)
- 2.6 Stoffmenge (Beurteilung und Bedeutung)
- 2.7 Grad der Nutzung der Vorbereitungsmaterialien
- 2.8 Gesamteindruck, Weiterempfehlung

### 1.6.2.4 Untersuchungsplanung, Operationalisierung, Methoden

An der FH Aachen wurden in den vergangenen Jahren bereits Untersuchungen zur Eignung der Vorbereitungsunterlagen und zur Qualität der Vorbereitung auf Praktika durchgeführt. Da diese sich nicht konkret genug auf die o. a. Fragestellungen beziehen und die zeitliche Distanz Rückschlüsse erschwert, wurde eine zeitgleiche Untersuchung mit zwei Vergleichsgruppen vorgesehen.

- Die Erstsemester der Fachbereiche FB 6 (160 Studierende) und FB 8 (123 Studierende), erhalten in den Grundlagen der Physik ein übereinstimmendes Stoffangebot. Um die beschriebenen Fragen zu untersuchen, wurde folgende Situation hergestellt:
- Die Versuche Feder und Ottomotor werden mit jeweils identischer Aufgaben und Durchführung in beiden Fachbereichen angeboten.
- Während die Studierenden des FB 6 sich mit Skripten vorbereiten, benutzen die Studierenden des FB 8 die Lernplattform zur Vorbereitung auf die Praktika.
- Text- und Bildmaterial der Scripte für FB 6 wurden so aufbereitet, dass sie formell und inhaltlich exakt die Informationen liefern, die die Studierenden des FB 8, neben den erwähnten Funktionalitäten, über die Lernplattform erhalten.
- Beide Gruppen werden im Vorfeld, d. h. in den Semester-Einführungsveranstaltungen, auf die bevorstehende Untersuchung aufmerksam gemacht.
- Es wird darauf geachtet, dass die Studierenden des Fachbereichs 6 von der Existenz der Lernplattform nichts erfahren (es gibt erfahrungsgemäß in den ersten Semesterwochen kaum Querkommunikation).
- Der Zeitpunkt der Befragung ist jeweils unmittelbar vor Beginn der Versuchsdurchführung.
- 

**Fragestellung:**

Zeigt die INGMEDIA Lernplattform Auswirkungen hinsichtlich der Qualität der Vorbereitung?

**Untersuchungsdesign:**

Zwei bzgl. Vorbildung vergleichbare Gruppen bereiten sich auf identische Praktika vor.

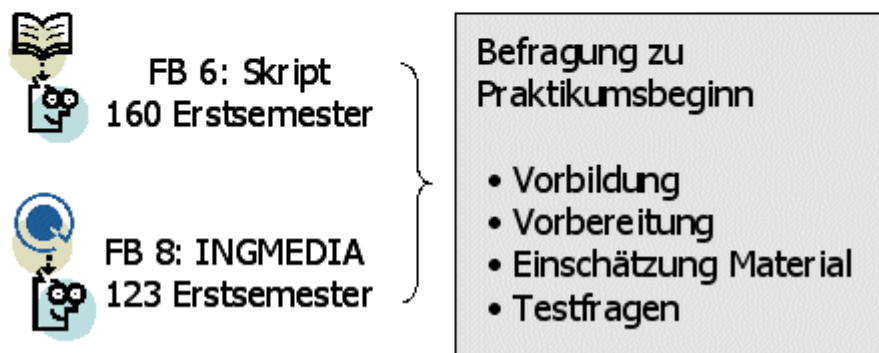


Abbildung 1: Untersuchungsdesign der INGMEDIA Begleituntersuchung

**Fragen 1.1 – 1.2:** Um Aussagen darüber machen zu können, wie vergleichbar die beiden Gruppen bzgl. fachlicher Vorkenntnisse und Medienkompetenz sind sowie deren Beweggründe zur Wahl des Studiums, soll eine Erstsemesterbefragung mit einbezogen werden, die bereits seit 1995 im Fachbereich 8 durchgeführt wird und in der diese Informationen per Fragebogen eingeholt werden. Der Fragebogen wurde für die vorliegende Untersuchung für beide Fachbereiche vorgesehen und ergänzt um Fragen zur PC- und Internet-Erfahrung (für FB 6 in gekürzter Fassung).

**Fragen 1.3 / 1.4:** Grundlagenkenntnisse sowie Kenntnisse über Vorgehensweisen bei der Laborarbeit sollen über einen Fragebogen mit konkreten Fragen unmittelbar vor Beginn des Versuchs ermittelt werden. Auf diesem werden fünf Themenbereiche vorgestellt, die die mit dem Versuch angestrebten Bildungsziele möglichst umfassend abdecken. Zu jedem Themenbereich werden jeweils vier Behauptungen aufgestellt, von denen mindestens eine zutrifft. Es können auch mehrere (bis alle) Behauptungen stimmen.

**Frage 1.5:** Die Unterschiede in der Vorbereitungsart sollen über die Items Beginn, Dauer (insgesamt), Ort (innerhalb/außerhalb der Hochschule) und Art der Vorbereitung (gemeinsam/allein) untersucht werden.

**Fragen 2.1 - 2.6:** Um den Rahmen der Untersuchung nicht zu sprengen, werden die Bewertungskriterien nicht weiter operationalisiert, sondern direkt abgefragt. Auf einer 5-Punkte Skala von "sehr gut" bis "mangelhaft" sollen die Vorbereitungsmaterialien bezüglich Verständlichkeit, Vollständigkeit, Strukturellem Aufbau, Spaßfaktor und Motivation beurteilt werden. Ebenso soll angegeben werden, welche Bedeutung den Punkten jeweils beigemessen wird (5-Punkte Skala "sehr wichtig" bis "völlig unwichtig"). In gleicher Weise sollen ebenfalls Angaben zur Stoffmenge gemacht werden.

**Frage 2.7:** Inwieweit das Angebot den Studierenden zur Vorbereitung ausreicht, soll über die Frage nach zusätzlich verwendetem Material (Buch, zusätzliches Skript, ältere Praktikumsberichte, Internet) ermittelt werden.

**Frage 2.8:** Neben der Angabe, ob sie die Materialien weiter empfehlen würden, erhalten die Studierenden über eine offene Frage die Möglichkeit, Anregungen zur Verbesserung des Angebots zu machen.

#### 1.6.2.5 Ergebnisse der Evaluation

##### 1.6.2.5.1 Zur Vergleichbarkeit der Gruppen

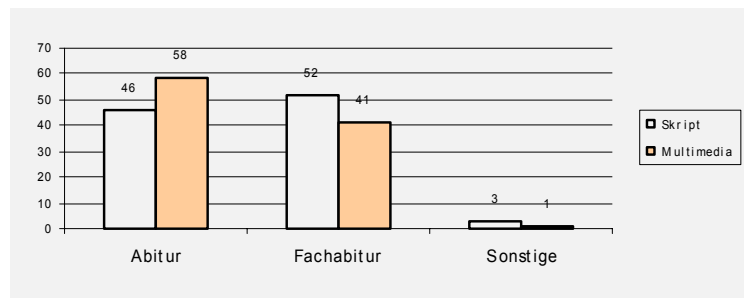
Die Studierenden der beiden Gruppen liegen im gleichen Altersbereich, das Durchschnittsalter ist nahezu identisch. Gegenüber 46 weist die Multimediagruppe mit 58 einen leicht höheren Anteil an Abiturienten auf, umgekehrt existieren etwa gleich mehr Fachabiturienten in der Skriptgruppe. Bzgl. Notendurchschnitt und persönliche Einschätzung der Fächer Mathematik und Physik unterscheiden sich die beiden Gruppen nur unwesentlich, so dass man für die Untersuchung von einer Vergleichbarkeit der Gruppen ausgehen kann.

## Zur Vergleichbarkeit der Gruppen

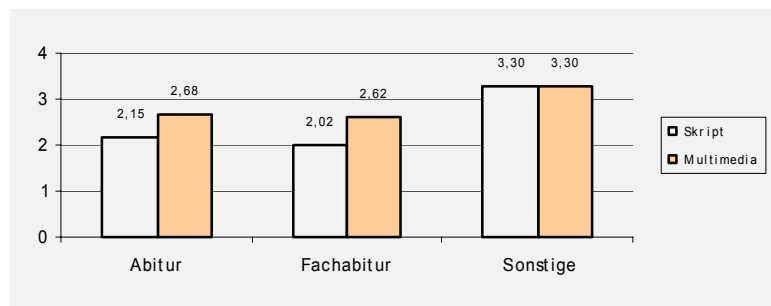
### Alter

Alter		
	FB 6	FB 8
Min	18	18
Max	31	29
Durchschnitt	22,3	22,2

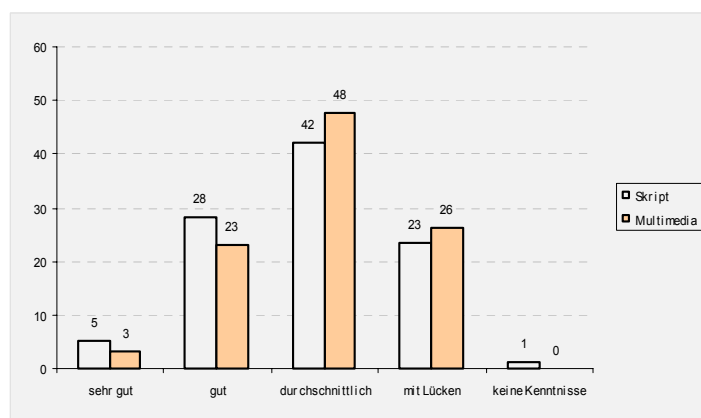
### Schulabschluss



### Notendurchschnitt

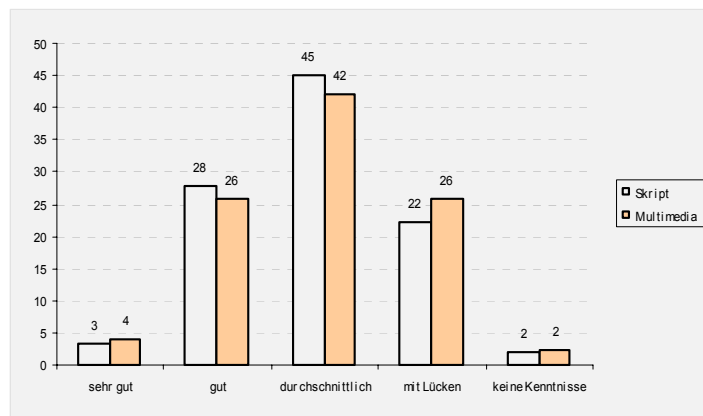


### Einschätzung Mathematik Kenntnisse



## Zur Vergleichbarkeit der Gruppen

### Einschätzung Physik Kenntnisse

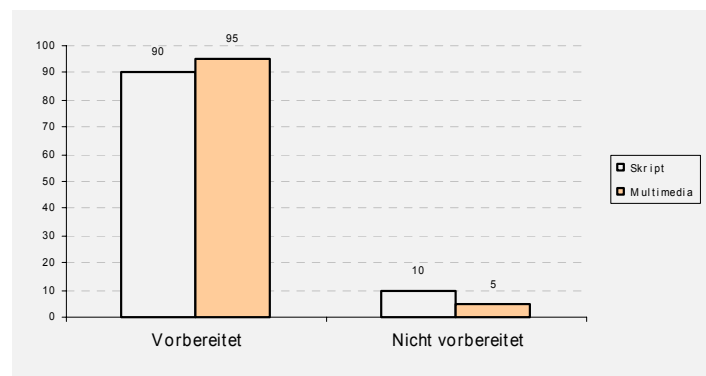


## Zur Vorbereitung auf das Praktikum

Haben Sie sich auf das Praktikum vorbereitet?

Fazit:

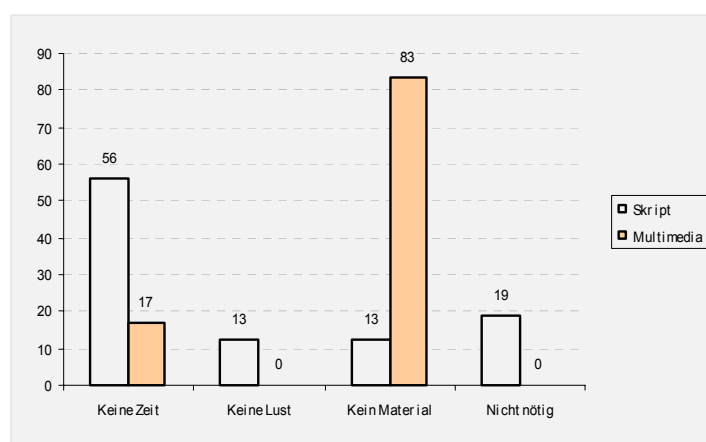
Insgesamt nur Wenige geben an, nicht vorbereitet zu sein. In der Skript Gruppe gibt es allerdings doppelt so viele Verweigerer.



Warum haben Sie sich nicht auf das Praktikum vorbereitet?

Fazit:

"Kein Material" bei der Multimedia Gruppe heißt: "Zugangsschwierigkeiten". "Keine Zeit" hier viel seltener. Lustlosigkeit oder "sich für fit genug halten" kommt bei der Multimedia Gruppe gar nicht vor.

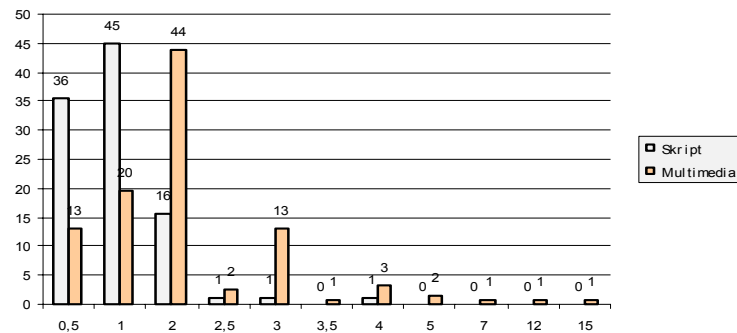


## Zur Vorbereitung auf das Praktikum

Wie lange haben Sie sich vorbereitet?

Fazit:

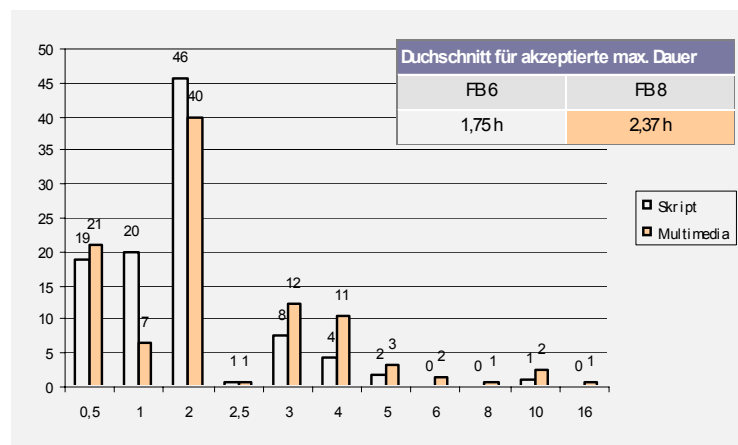
Verglichen mit der Skript Gruppe bereitet sich die Multimedia Gruppe doppelt so lange auf die Praktika vor. Hier auch Vorbereitungszeiten von bis zu 16 h.



Wie viel Zeit würden Sie maximal investieren?

Fazit:

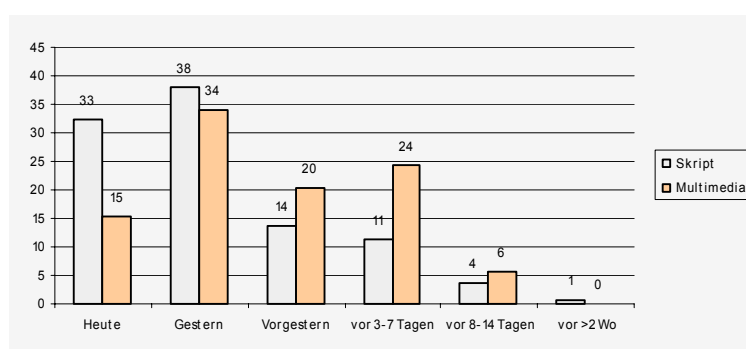
Die Bereitschaft, sich länger vorzubereiten, ist in der Multimedia Gruppe höher. Etwa ein Drittel der Multimedia Gruppe ist bereit, länger als zwei Stunden zu lernen, bei der Skript Gruppe sind es nur halb so viele (16 %)



Wann haben Sie mit der Vorbereitung begonnen?

Fazit:

Die Bereitschaft, früher mit der Vorbereitung zu beginnen, ist in der Multimedia Gruppe höher.

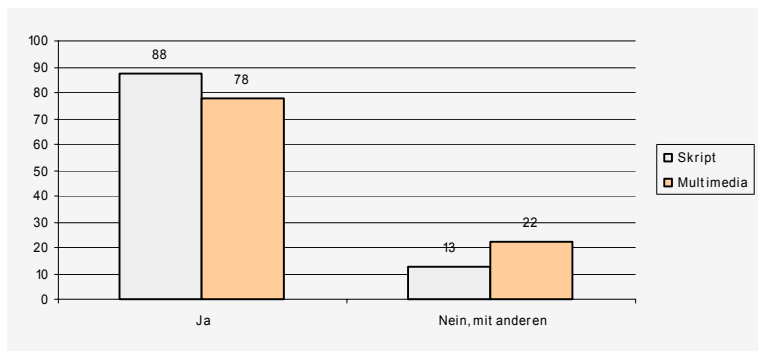


## Zur Vorbereitung auf das Praktikum

Haben Sie sich hauptsächlich allein vorbereitet?

Fazit:

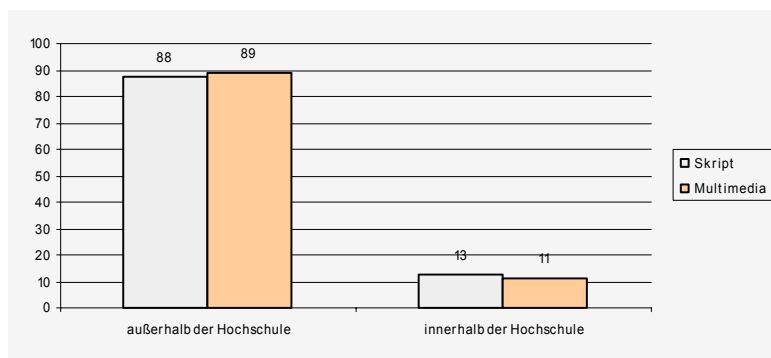
In der Multimedia Gruppe wird häufiger gemeinsam gelernt



Wo haben Sie sich hauptsächlich vorbereitet?

Fazit:

Die Lernplattform wird auch hochschulintern genutzt (ZIP-Pool)



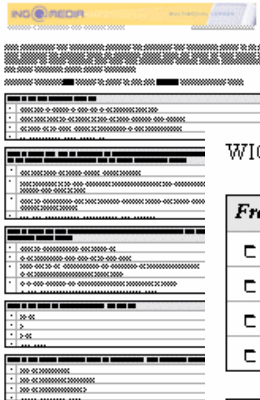


### 1.6.2.5.2 Daten aus den Testfragen

Es wurden fünf Fragen mit jeweils 4 kombinierbaren Antwortmöglichkeiten gestellt.

Die Fragen decken die versuchsrelevanten Wissensbereiche ab.

Vorgabe an die Studierenden: mindestens 1 Antwort ist richtig

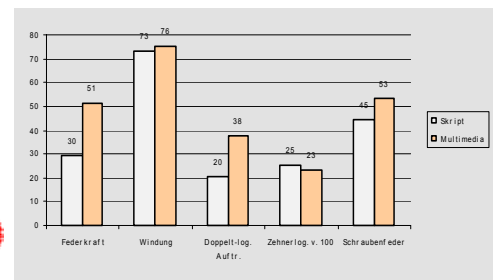


WICHTIG: mindestens **eine** Antwort ist richtig, es kann auch **mehrere** richtige Antworten geben.

Frage 1: Für eine hookesche Feder gilt	
<input type="checkbox"/>	Dehnt man sie doppelt so stark, übt sie die vierfache Kraft aus.
<input type="checkbox"/>	Wirkt keine Kraft auf die Feder, so wird sie weder gestaucht noch gedehnt.
<input type="checkbox"/>	Die Kraft, die die Feder ausübt, ist proportional zu ihrer Längenänderung
<input type="checkbox"/>	Die Federkonstante hat die Einheit N/s.

Frage 2: Warum darf man zur Ermittlung des Federkonstante-Drahtstärke-Diagramms nur Federn benutzen, die den gleichen Windungsdurchmesser und die gleiche Windungszahl haben?	
<input type="checkbox"/>	Weil sonst einige der Federn zerstört werden könnten.
<input type="checkbox"/>	Diese Forderung ist gar nicht notwendig. Windungsdurchmesser und Windungszahl brauchen für die

Komplett richtige Antworten zum Praktikum Ottomotor				
	FB 6		FB 8	
	Anz	%	Anz	%
Geschwindigkeit	9	32,1	17	54,8
Beschleunigung	4	14,3	3	9,7
Winkelgeschw.	0	0,0	5	16,1
Kreisbewegung	10	35,7	8	25,8
Num. Ableitung	12		16	
	<b>28</b>		<b>31</b>	



### 1.6.2.6 Zusammenfassung Evaluation physikalische Grundpraktika

- Die Multimedia-Gruppe war geringfügig besser vorbereitet als die Skript-Gruppe.
- Die Multimedia-Gruppe ist bereit, sich länger vorzubereiten.
- Es könnte ein Neuheitseffekt vorliegen; dieser wäre aber bei Erstsemestern weiterhin vorhanden.
- Der erforderliche Einarbeitungsaufwand in die Bedienung der Lernsoftware hatte keine negativen Auswirkungen auf die Qualität der Vorbereitung.

### 1.6.3 Evaluation der Telematikpraktika

#### 1.6.3.1 Laborpraktikum Elektronische Bauelemente im FB Elektrotechnik

##### 1.6.3.1.1 Einführung

Telematik wird als diejenige Lernform definiert, bei der die Informations- und Telekommunikationstechnik als technisch-organisatorische Basis interaktiv in den Lernprozess integriert wird<sup>21</sup>. Dabei werden vernetzte Multimedia-Computer eingesetzt. In der Ingenieurausbildung stellt sich die Frage ob Präsenz-Laborpraktika durch den Einsatz webbasierter Angebote zur Vorbereitung und Begleitung optimiert, oder sogar durch Telematik ersetzt werden können. Um diese Frage zu klären, muss man sich mit den Stärken und Schwächen des telematischen Lernens aber auch der Präsenz-Praktika beschäftigen. Zugunsten der letzteren spricht vor allem die persönliche Betreuung der Studenten durch die Lehrenden, während das Betreuungsangebot telematischen Lernens sehr anonymer bleibt und stärker formalisiert werden muss. Hinzu kommt die größere konkrete Anschaulichkeit der technischen Prozesse in den Präsenzpraktika. Andererseits zwingen die beschränkten Ressourcen an den Hochschulen dazu, dass sich in den Präsenz-Laborpraktika immer mehrere Studenten die Messplätze teilen müssen, so dass nicht jeder Teilnehmer die Messungen oder Versuche selbst durchführen kann. Hier dominiert die Tendenz, dass nur eine Person die anstehende Aufgabe durchführt, und die anderen schauen nur zu.

Diese Einschränkung des eigenen Handelns fällt bei der Telematik fort. Telematikpraktika bieten die Chance, den Studierenden frühzeitig Mess- und Untersuchungsmethoden nahe zu bringen wie sie in Entwicklungs-, Prüf- und Qualitätslaboren der Industrie eingesetzt werden. Deshalb erhoffen sich die Experten von dem Einsatz Computer gestützter Lernprogramme, dass der Lernende ein hohes Maß an Freiheit bei der Gestaltung des Lernprozesses erhält und dadurch seine Lernergebnisse optimieren kann<sup>22</sup>. Die Herausforderung, Versuche eigenständig durchführen zu müssen, wirke motivierend und verbessere die Lernintensität. Hypermedia-Systeme böten den Benutzern die Möglichkeit, sich Lerninhalte auf verschiedenen Pfaden entsprechend ihrer Vorkenntnisse und Lernpräferenzen anzueignen.

---

<sup>21</sup> Zimmer, G. (1999): Konzeptualisierung der Pädagogischen Infrastruktur für die telematischen Lehr- und Lernformen an der „Virtuellen Fachhochschule“. In: de Cuvry, A., Haeberlin, F., Michl, W. & Breß, H. (Hrsg.) (1999): Erlebnis Erwachsenenbildung – Zur Aktualität handlungsorientierter Pädagogik. Neuwied u.a.: Luchterhand, S.98-109.

<sup>22</sup> Hasebrook, J. P. (1995): „Lernen mit Multimedia“, Zeitschrift für pädagogische Psychologie, vol. 9, pp. 95 - 103

Doch zeigen bereits frühe Evaluationen, dass Schwierigkeiten bei der Navigation im Lernraum auftreten, die zu Desorientierung<sup>23</sup> führen können. Auch besteht die Gefahr der kognitiver Überbelastung, da sich die Lernenden nicht mehr nur auf den Lerninhalt, sondern auch auf die Navigation im Lernraum konzentrieren müssen. Das gleichzeitige Lösen von zwei komplexen Aufgaben erschwert die tiefere Informationsverarbeitung. Aus der Annahme, dass das Arbeitsgedächtnis begrenzt ist, folgt, dass die doppelte Beanspruchung durch Wissensaufnahme und Navigieren Lerndefizite hervorbringen kann<sup>24</sup>. Um solche Probleme einzudämmen, ist eine möglichst benutzerfreundliche Gestaltung der Lernplattform mittels Navigationshilfen essentiell. Navigationshilfen wirken insbesondere dann hilfreich, wenn sie den Ablauf kognitiver Lernprozesse adäquat abbilden, z.B. grafische Übersichten<sup>25</sup>, die die Struktur des Hypertextes visualisieren und so beim Aufbau einer mentalen Landkarte dieser Struktur helfen.

Das INGMEDIA-Teilprojekt 2 versteht sich als Beitrag zu dem Bemühen um eine Antwort auf diese Frage. Im Rahmen des Projekts wurden Strategien und Materialien entwickelt, die den sinnvollen und effizienten Einsatz von webbasiertem Messen und Experimentieren ermöglichen sollen. Um Lernstrategien und Lernmaterialien zu optimieren, wurde die Effizienz telematischen Lernens mit Hilfe von Fragebögen in zwei aufeinander folgenden Jahren im praktischen Einsatz in regulären Lehrveranstaltungen überprüft. Außerdem wurden die Praktikumsbetreuer und Tutoren zu ihren Eindrücken und zu den Lernerfolgen der Praktikumssteilnehmer befragt. Die notwendigen Daten wurden an der Fachhochschule Aachen in den Pflichtpraktika „Werkstoffe und Bauelemente der Elektrotechnik“ (Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik) und „Elektronik und Messtechnik“ (Fachbereich Luft- und Raumfahrttechnik) erhoben.

„Werkstoffe und Bauelemente der Elektrotechnik“ ist eine Pflichtveranstaltung für alle Studierenden der Elektrotechnik, die laut Studienplan im 3. Fachsemester besucht werden soll und pro Woche einen Umfang von 4 h Vorlesung, 3 h Übung und 2 h Praktikum hat. Die Abschlussprüfung findet in Form einer 4-stündigen Klausur statt. Dafür ist der erfolgreiche Abschluss des Praktikums Zulassungsvoraussetzung. Den Studierenden stehen umfangreiche Materialien zur Vorlesung, zu den Übungen und zum Praktikum auf der Web-Site des Werkstofflabors zur Verfügung ([www.werkstoffe.fh-aachen.de](http://www.werkstoffe.fh-aachen.de)), z.B. alle in der Vorlesung zu besprechenden Präsentationen.

---

<sup>23</sup> Conklin, J., „Hypertext: An introduction and survey“, IEEE Computer, vol. 20, pp. 17 – 41 (1987)

<sup>24</sup> Tergan, S.O., „Hypertext und Hypermedia: Konzeption, Lernmöglichkeiten, Lernprobleme“, in L.J. Issing u. P. Klimsa (Hrfg.): Information und Lernen mit Multimedia, Beltz Weinheim, pp. 123 – 137 (1997)

Tripp, S.D., Roby, W., „Orientation and disorientation in a hypertext lexicon“, Journal of Computer-based Instruction, vol. 17, pp. 120 – 124 (1990)

<sup>25</sup> Bogaschewsky, B., „Hypertext / Hypermedia – Systeme – Ein Überblick“, Informatik-Spektrum, vol. 15, pp. 127 – 143 (1998)

tionsfolien, Übungsaufgaben und frühere Klausuren mit Lösungen, Originalliteratur und – datenblätter etc.

Für das Praktikum wird zu Beginn des Semesters (Anmeldetermin) eine feste Gruppeneinteilung vorgenommen. Die Gruppenstärke ist 16 Studierende in 2-er Arbeitsgruppen. Eine gemeinsame Praktikumsvorbesprechung für alle Teilnehmer findet im Hörsaal statt: Organisatorisches, inhaltliche Vorstellung der Praktikumsaufgaben und der Anforderungen an die Teilnehmer hinsichtlich Arbeitstechniken, selbständiger Vorbereitung, aktiver Teilnahme, Ausarbeitung von Berichten etc. als Voraussetzung für die Erteilung der Testate. Außerdem wird bei dieser Einführung durch die Vorführung von 1 oder 2 Messaufgaben, der Protokollierung und der Ergebnisdarstellung konkrete auf die Praktikumsaufgaben vorbereitet. Für jede Praktikumsgruppe gibt es 6 Praktikumstage, 14-tägig, je 4 h (3 Zeitstunden), 6 Berichte müssen abgegeben und testiert werden.

Von den 6 Praktika sind 4 reine Präsenz-Laborpraktika, die anderen beiden wurden in den Wintersemestern 2002 / 03 und 2003 / 04 als Telematikpraktika durchgeführt. Im zweiten Jahr wurde der Telematik jeweils eine kurze Einführungsphase im Labor vorgeschaltet, damit die Studierenden sich einen anschaulichen Eindruck von Messgeräten, Bauelementen und Hardware verschaffen konnten.

Jede Praktikumsgruppe (8 Arbeitsgruppen mit je 2 Studierenden) wurde in der Präsenzphase von einem Dozenten und einem studentischen Tutor betreut. Für Fragen und die Kontaktaufnahme zu den Betreuern wurde im telematischen Teil ein Forum auf der Lernplattform und die integrierte E-Mail angeboten. Im Anschluss an das Praktikum fand eine Betreuerversammlung statt, um die Erfahrungen und Eindrücke aller involvierten auszutauschen und festzuhalten.

In den Wintersemestern 2002 / 03 und 2003 / 04 haben jeweils ca. 50 Teilnehmer das Praktikum erfolgreich abgeschlossen. Die Anzahl der vollständig ausgefüllten und auswertbaren Fragebögen betrug 40 im WS 02 / 03 und 44 ein Jahr später. Der Fragebogen zur Nutzung der INGMEDIA-Lernplattform bestand aus 32 Fragen, die je nach Typ eine 2-5-stufige Antwort zuließen. Mit seiner Hilfe wurden Daten zu den Themenbereichen „Neue Medien“, „Studium“, „INGMEDIA-Lernplattform“, „Erreichung der Lernziele“ und „Zusammenarbeit“ erhoben, die im Folgenden zusammengefasst dargestellt sind.

#### 1.6.3.1.2 Voraussetzungen für die Durchführung der Telematik

Zu den erfragten Voraussetzungen für die Durchführung des neu konzipierten Bauelementepraktikums gehören die technische Computerausstattung, die studentische Kompetenz und ihr Interesse an der Nutzung der Neuen Medien, ihre Einschätzung der Bedeutung von Laborpraktika für das Studium und ihr allgemeines Lern und Studierverhalten.

Die Studierenden beurteilten ihre private PC-Ausstattung in beiden Jahren als befriedigend, die Ausstattung in der FH von befriedigend auf gut verbessert, was konsistent mit größeren Investitionen in Rechnerinfrastruktur im Fachbereich Elektrotechnik ist. Nach Beobachtungen der Betreuer und Tutoren traten trotz guter Hardware-Ausstattung im ersten Durchgang im WS 02 / 03 erhebliche organisatorische Probleme im Bereich der Betriebssysteme und des Rechtemanagements bei den PC in den ZIP-Pools der Hochschule auf, die im Folgejahr weitgehend behoben waren.

		WS 02 / 03		WS 03 / 04	
	Kriterium	Mittel	Std.Abw.	Mittel	Std.Abw.
	techn. Ausstatt. privater PC	3,19	1,22	2,67	1,30
	1 = sehr gut				
	techn. Ausstatt. PC's FH	3,07	1,34	2,00	0,96
	1 = sehr gut				

Sie sind stark bis mäßig (3 auf Skala 1=sehr starkes bis 5=gar kein Interesse) daran interessiert, die Neuen Medien für ihr Studium zu nutzen und schätzen ihre eigene Kompetenz im Umgang mit den Neuen Medien als gut ein. Trotzdem war zu beobachten, dass ein erheblicher Anteil der studentischen Teilnehmer nicht ohne weiteres in der Lage war, Windows oder Linux für einen stabilen Standardbetrieb einzurichten.

		WS 02 / 03		WS 03 / 04	
	Kriterium	Mittel	Std.Abw.	Mittel	Std.Abw.
	Interesse an Mediennutzung	2,38	1,08	2,67	1,16
	1 = sehr stark				
	Medienkompetenz	2,28	1,06	1,89	1,06
	1 = sehr gut				

Es trifft zu, dass das Praktikum habe für die Teilnehmer eine hohe Bedeutung hat, eine Meinung, die entscheidend mit eigenen Lerninteressen und Hinweisen der Dozenten aber auch mit Hinweisen von Kommilitonen begründet wird. Hier wird ein vermuteter weiterer Hauptgrund nicht abgefragt, nämlich die Tatsache, dass das Pflichtpraktikum testatpflichtige Prüfungsvoraussetzung ist.

		WS 02 / 03		WS 03 / 04	
	Kriterium	Mittel	Std.Abw.	Mittel	Std.Abw.
Praktikum hohe Bedeutung	1 = trifft voll zu	2,23	0,99	2,05	1,01
wg. eigenem Lerninteresse	2=entscheidend	2,18	1,10	1,84	0,61
wg. Hinweis Kommilitonen	2=entscheidend	2,85	1,08	2,79	0,86
wg. Hinweis Dozenten	2=entscheidend	2,59	0,99	2,32	0,77

Befragt nach ihrem Lernverhalten geben die Studierenden an, stärker auf die Aneignung von Prüfungswissen Wert zu legen als darauf, den Stoff nachhaltig zu verstehen und zu beherrschen. Sie lernen vernünftigerweise sowohl mit Kommilitonen zusammen als auch allein. Ihre wöchentliche Arbeitszeit schätzen sie überwiegend zwischen 25 und 40 Stunden ein, wobei zu bedenken ist, dass die Studienpläne an Fachhochschulen allein 30 Stunden à 45min an Lehrveranstaltungen vorsehen. Ihren bisherigen Studienerfolg schätzen sie ganz überwiegend als knapp befriedigend (mäßig?) ein.

		WS 02 / 03		WS 03 / 04	
	Kriterium	Mittel	Std.Abw.	Mittel	Std.Abw.
Prüfungswissen aneignen	1 = trifft voll zu	2,22	1,20	2,00	1,00
Stoff verstehen, beherrschen	1 = trifft voll zu	2,54	0,94	2,47	1,03
Lernen allein ... mit anderen	1 = immer allein	2,95	0,96	2,68	1,07
bisheriger Studienerfolg	1 = sehr gut	3,30	0,78	3,23	0,94

#### 1.6.3.1.3 Prozessebene

Die eine Hälfte der Telematiknutzer arbeitet für das Praktikum ausschließlich am heimischen PC, die andere Hälfte sowohl in der Hochschule als auch zu Hause, die wenigsten sind ausschließlich auf FH PC's angewiesen. Bei zwei telematischen Praktikumseinheiten (Widerstände, Kondensatoren) wird die INGMEDIA Lernplattform etwa 4x etwa eine Stunde oder mehr genutzt. Die intensivste Nutzung findet am Abend statt, verständlicherweise wird die Plattform vormittags, wenn die Vorlesungen stattfinden, am wenigsten aufgerufen. Das Lernen findet überwiegend am Monitor statt– abends und nachts zu Hause, nachmittags in der FH – s. Auf Papier ausgedrucktes Material wird nur vereinzelt verwendet.

	WS 02 / 03			WS 03 / 04		
	zu Hause	FH	Papier	zu Hause	FH	Papier
Lernort bis mittags	13	17	3	27	28	1
Lernort nachmittags	18	8	0	24	10	7
Lernort abends + nachts	41	5	0	55	2	3
	1 x	bis 5 x	über 5 x	1 x	bis 5 x	über 5 x
Häufigkeit bis mittags	17	9	4	27	20	1
Häufigkeit nachmittags	8	13	5	11	14	8
Häufigkeit abends, nachts	16	19	10	24	22	11
	bis 30 min	bis 1 h	über 1 h	bis 30 min	bis 1 h	über 1 h
Nutzungsdau. bis mittags	18	9	6	35	12	6
Nutzungsd. nachmittags	3	11	9	11	15	6
Nutz.dau. abends, nachts	10	18	18	25	29	8

Die INGMEDIA – Lernumgebung insgesamt wird von den Studierenden im Mittel als befriedigend bezeichnet. Über die technischen Funktionsfähigkeit der verschiedenen Bereiche der INGMEDIA-Lernplattform fällt die Beurteilung sehr unterschiedlich aus, wie die folgende Tabelle verdeutlicht.

		WS 03 / 04		WS 03 / 04	
	Kriterium	Mittel	StAbw	Mittel	StAbw
INGMEDIA Gesamteindruck	3 = befriedig	2,80	1,07	2,91	1,13
INGMEDIA LogIn	1 = sehr gut	1,35	0,53	2,02	1,03
INGMEDIA Schreibtisch	2 = gut	2,53	0,91	2,44	0,93
Druckassistent, Druckfunktion	1 = sehr gut	2,97	1,23	2,83	1,32
Download Messdaten, Dateien	1 = sehr gut	3,05	1,19	2,78	1,03
INGMEDIA und Betreuer Feedback	1 = sehr gut	2,81	0,95	3,13	1,07
INGMEDIA Hilfe	1 = sehr gut	3,59	0,71	3,21	1,12
Zugriff auf Telematikmessplätze	4 = ausreich.	4,17	1,07	2,95	1,45
INGMEDIA Navigation	1 = sehr gut	3,32	0,87	3,35	1,17

Die Bereiche „Anmelden/einloggen“ und „persönlicher Schreibtisch“ erhielten überwiegend die Noten "gut" und "sehr gut". Dagegen wurden „Navigation“, „Drucken“, „Download“ und „Feedback“ von ca. der Hälfte der Befragten nur als "befriedigend" eingestuft. Der Bereich „Hilfe“ wurde ab dem zweiten Durchgang im WS 03 / 04 überwiegend als befriedigend empfunden, nach-

dem im Jahr zuvor noch die Hälfte der Befragten den Hilfebereich nur als ausreichend klassifiziert hatten. Hier macht sich offenbar die begonnene Überarbeitung der Hilfe-Funktionen bereits positiv bemerkbar.

Der Bereich „Zugriff auf den Messplatz“ und Durchführung der Messungen wurde nach dem ersten Durchgang im WS 02 / 03 von 50% der Teilnehmer als mangelhaft bezeichnet, allerdings gab es bei der anderen Hälfte auch immerhin 40% befriedigende und gute Bewertungen. Im WS 03 / 04 hat sich der Mittelwert um 1,2 nach oben verschoben, und der Zugriff auf den Messplatz wird von 49% der Studierenden als sehr gut oder gut erfahren, wobei gleichzeitig 23% den Zugriff als mangelhaft empfinden. Die Detailauswertung der Fragen (vergl. die folgende Tabelle) zu diesem Bereich zeigt deutlich, dass im ersten Durchgang die Prototypenphase noch nicht überwunden war und dass im weiteren Verlauf entscheidende Entwicklungsfortschritte insbesondere hinsichtlich Zuverlässigkeit und Bedienfehlertoleranz gemacht wurden, dieser positive Trend hat sich bei der weiteren Überarbeitung und Nutzung nach Ende des Berichtszeitraums sehr deutlich fortgesetzt.

Zugriff Messpl.	sehr gut	gut	befriedigend	ausreichend	mangelhaft	Mittel	Std.Abw.
Winters.02 / 03	0	5	2	10	18	4,17	1,07
Winters.03 / 04	7	14	6	6	10	2,95	1,45

*Tabelle: Die Antworten der Studierenden auf die Frage „Wie beurteilen Sie im Rahmen der technischen Funktionsfähigkeit von INGMEDIA den Zugriff auf die Messplätze?“*

ausreichend bis mangelhaft bezeichnet wurden. Nach Auskunft von 69 Prozent der Befragten gab es bei der Durchführung der Telematik wegen der auftretenden technischen Funktionsprobleme zeitliche Verzögerungen und Engpässe. Motivationsverlust und Frustrationserlebnisse waren die Folge. Das Protokoll der abschließenden Betreuerversammlung hielt fest, dass auch von einigen Betreuern Hard- und Software-Probleme dafür verantwortlich gemacht wurden, dass die Ergebnisse des Telematikpraktikums noch nicht den Erwartungen entsprechen. Als verbesserungsbedürftig wurde vor allem die Gestaltung der Lernplattform und der Navigation bezeichnet.

Die folgende Tabelle verdeutlicht, dass die objektiven technischen Probleme natürlich Auswirkungen auf den Arbeitsablauf und die Motivation der Studierenden hatten. Auch hier fällt genau wie im objektiven Bereich auf, dass die Standardabweichungen ausgesprochen groß sind (die Studierenden kommen – vermutlich aufgrund unterschiedlicher Kompetenz - unterschiedlich gut zurecht!) und dass die Ergebnisse im zweiten Durchgang wiederum um einen ganzen Zähler besser sind.

		WS 02 / 03		WS 03 / 04	
	Kriterium	Mittel	Std.Abw.	Mittel	Std.Abw.
technisch bed. Verzögerungen	1 = ja, sehr groß	2,15	1,20	3,07	1,44
techn. bed. Motivationsverlust	1 = ja, sehr stark	2,29	1,43	3,23	1,49



Die unterschiedlichen Kapitel der Praxiseinheiten werden ganz unterschiedlich intensiv genutzt, wobei die testatrelevanten Kapitel Versuchsaufbau, Messaufgaben und Versuchsauswertung im Vordergrund stehen. Hinzu kommt eine intensive und zeitaufwendige Nutzung der auch objektiv umfangreichen Grundlagenkapitel. Gefragt wurde nach der Intensität der Nutzung mit den Auswahlmöglichkeiten „intensiv genutzt“, „teilweise genutzt“ und „gar nicht genutzt“. Außerdem wurde nach den Gründen für die Intensität der Nutzung gefragt mit den Auswahlmöglichkeiten „besonders lernfördernd“, „besonders interessant“, „besonders testatrelevant“, „besonders zeitaufwendig“ und „überflüssig“. In der folgenden Tabelle ist jeweils die häufigste Nennung an erster Stelle genannt, die zweithäufigste darunter in Klammern. Sind dazwischen zahlenmäßig geringe Unterschiede, hat der zweite Eintrag keine Klammern. Sind neben dem häufigsten Grund alle anderen Gründe mehr oder weniger gleich häufig genannt worden, so wurde „andere“ eingetragen.

	WS 02 / 03		WS 03 / 04	
Praxisbeispiele	etwas genutzt	interessant (lernfördernd)	etwas genutzt (andere)	interessant (lernfördernd)
Historisches	etwas genutzt (gar nicht)	interessant (überflüssig)	etwas genutzt (gar nicht)	interessant (andere)
Grundlagen	intensiv genutzt (etwas genutzt)	lernfördernd (interessant, testatrelevant)	intensiv genutzt (etwas genutzt)	lernfördernd (testatrelevant)
Versuchsaufbau	intensiv genutzt etwas genutzt	testatrelevant (interessant)	intensiv genutzt etwas genutzt	testatrelevant (lernfördernd)
Messaufgaben	intensiv genutzt (etwas genutzt)	testatrelevant (andere)	intensiv genutzt	testatrelevant (lernfördernd)
Versuchsauswertung	intensiv genutzt (etwas genutzt)	zeitaufwendig testatrelevant	intensiv genutzt	testatrelevant zeitaufwendig
Do it yourself	nicht genutzt (etwas genutzt)	keine Angaben	nicht genutzt etwas genutzt	interessant (andere)
Glossar	nicht genutzt (etwas genutzt)		nicht genutzt (etwas genutzt)	überflüssig (interessant)
Literaturtipps	nicht genutzt (etwas genutzt)		nicht genutzt (etwas genutzt)	lernfördernd zeitaufwendig

Die folgende Tabelle veranschaulicht die zeitliche Abfolge bei der Bearbeitung der einzelnen Kapitel. Man erkennt, dass eine große Variationsbreite bei der jeweils gewählten Reihenfolge besteht, die sich an individuellen Vorlieben und Vorkenntnissen orientiert. Gewisse Schwerpunkte sind durch Fettdruck hervorgehoben.

Praxisbeispiele	<b>11</b>	2	6	1	1	1	5	2	5	7	<b>9</b>	5	3	2	3	
Historisches	3	<b>14</b>	1	1	2	3	1	1	5	5	4	4	2	3	4	1
Grundlagen	9	3	<b>12</b>	4	1				<b>16</b>	7	12	3	3	1	1	2
Versuchsauswertung	1	3	4	<b>9</b>	1	5	3	2	3	2	4	9	<b>6</b>	1	1	5
Do it yourself	2	2	2	2	4	2				1	3	4	6	3	1	<b>7</b>
Versuchsaufbau	2	<b>11</b>	1	<b>8</b>	<b>5</b>	1			5	<b>11</b>	6	4	6	5	1	2
Messaufgaben	3	<b>7</b>	<b>7</b>	2	<b>7</b>	2	3	1	5	<b>9</b>	<b>5</b>	4	<b>5</b>	<b>6</b>	2	4

Ein relativ großer Teil der Studierenden hat wahrgenommen und in erheblichem Umfang genutzt, dass die Schrittfolge beim Lernen und Arbeiten mit INGMEDIA nicht strikt vorgegeben ist. Sie haben diese Navigationsfreiheit dann auch überwiegend als positiv beurteilt, was in gewissem Widerspruch zur technischen Bewertung der Navigationsmöglichkeiten zu stehen scheint (s. o.).

		WS 02 / 03		WS 03 / 04	
	Kriterium	Mittel	Std.Abw.	Mittel	Std.Abw.
Nutzung Navigationsfreiheit	1 = sehr intensiv	2,72	1,34	2,57	1,30
Bewertung Navigationsfreiheit	1 = sehr positiv	2,51	1,17	2,48	1,15

Eine wichtige Frage ist, ob und in wie weit beim Lernen im Internet und insbesondere bei den Telematikpraktika Kooperation und Interaktion ermöglicht oder gar gefördert wird. Es zeigt sich, dass die überwiegende Zahl der Teilnehmer während der Praktikumszeit (Oktober bis Januar) mit einem festen Praktikumpartner und darüber hinaus mit mehreren weiteren Kommilitonen über Chat, E-Mail, Telefon oder persönlich (Häufigkeit in dieser Reihenfolge) Kontakt hält. Für eine Kontaktaufnahme vor Beginn des Praktikums wird allerdings wenig Bedarf gesehen. Der

Inhalt der Gespräche und Kontakte bezieht sich dabei überwiegend auf inhaltliche Aspekte des gerade anstehenden Praktikumsversuches, in geringem Umfang auf multimediatechnische Aspekte und fast gar nicht auf andere Themen.

	WS 02 / 03			WS 03 / 04		
	keine	Praktikums- partner	Kommilito- nen	keine	Praktikums- partner	Kommilitonen
Zusammenarbeit	10	22	18	5	25	20
persönlich	6	14	6	3	25	18
Telefon	10	13	7	11	19	10
E-Mail	11	11	9	9	18	16
Chat	22	0	7	20	6	10
vorherige Kon- taktaufnahme	ja	kein Bedarf	Betreuer nicht erreicht	ja	kein Bedarf	Betreuer nicht erreicht
persönlich	7	27	3	9	32	2
Telefon	1	30	6	9	32	2
E-Mail	1	26	7	2	36	3
Chat	0	28	6	2	36	3
	Multi- media	Praktikums- versuch	sonstiges	Multi- media	Praktikums- versuch	sonstiges
Gesprächsinhalte	10	31	2	9	33	4

#### 1.6.3.1.4 Ergebnisebene

Die durch die Erhebungen abgefragten Lernziele wurden vorab von dem für das Praktikum verantwortlichen Professor in Abstimmung mit seinen Praktikumsbetreuern und Tutoren formuliert und schriftlich niedergelegt:

1. Kennen- und Verknüpfenlernen der elektrischen, thermischen und mechanischen Eigenschaften von elektronischen Bauelementen
2. Sensibilisierung für die applikationsbedingte Typenvielfalt von Bauelementen und ihre Abhängigkeit von den chemischen und physikalischen Eigenschaften der Werkstoffe
3. Kennenlernen von Ausführungs- und Anwendungsbeispielen aus den wichtigsten Werkstoff- und Bauelementgruppen
4. Erfahrungen sammeln bei der Messung und Untersuchung von Bauelementen mit Messplätzen, die einem aktuellen Industriestandard hinsichtlich Automatisierungsgrad, Messmethodik und Geräteausstattung entsprechen
5. Üben, Messergebnisse und systematische Messreihen aufzunehmen, auszuwerten und für Dokumentation und Präsentation graphisch mit Tabellenkalkulationsprogrammen und anderen Standard-PC-Programmen aufzubereiten
6. Lernen, sich die fachliche Basis für die Lösung der praktischen und theoretischen Praktikumsaufgaben selbständig aus unterschiedlichen Quellen zu erarbeiten (ein im Zuge der „Modularisierung“ organisatorisch gebotenes Ziel, da Vorlesungen, Übungen und Praktikum in einen Semester weitgehend parallel ablaufen. Aber auch ein didaktisch sinnvolles Ziel, weil es die Studierenden am Ende ihres Grundstudiums dem ingenieurmäßigen und wissenschaftlichen Arbeiten näher bringt)
7. Erfahrungen sammeln mit den Informations- und Kommunikationsmöglichkeiten im Internet

Alle Lernziele wurden von den meisten Studierenden mehr oder weniger deutlich erkannt, am deutlichsten bei den Zielen 1 „Eigenschaften von Bauelementen“ und 5 „Auswerten und Darstellen von Messergebnissen“, am wenigsten beim Ziel 4 „Praxisrelevante Messmethoden und Geräte“. Interessanterweise werden die Ziele vom zweiten Telematikjahrgang durchweg deutlicher wahrgenommen. Man mag darüber spekulieren, ob das an den Überarbeitungen und Verbesserungen der INGMEDIA Praktikumseinheiten liegt, oder an einem Tutoring-Effekt durch den Vorgängerjahrgang.

Lernziel erkannt	WS 02 / 03			Mittel	WS 03 / 04			Mittel
	deutl. (1)	teilw. (2)	nicht (3)		deutl. (1)	teilw. (2)	nicht (3)	
Eigenschaften	16	21	1	<b>1,61</b>	21	22	0	<b>1,51</b>
Typenvielfalt	12	21	7	<b>1,88</b>	24	11	8	<b>1,63</b>
Werkstoffbeispiele	13	20	7	<b>1,85</b>	25	16	2	<b>1,47</b>
Praxiserfahrungen	13	12	15	<b>2,05</b>	19	14	10	<b>1,79</b>
Auswerten Mess.	23	10	6	<b>1,56</b>	28	13	2	<b>1,40</b>
Stoff erarbeiten	10	24	6	<b>1,90</b>	15	22	6	<b>1,79</b>
Internetkompetenz	14	18	8	<b>1,85</b>	13	15	14	<b>2,02</b>

Die Studierenden erreichen ihre Lernziele nach eigener Einschätzung nur teilweise. Insgesamt ergibt sich ein Bild, das weitgehend dem der Wahrnehmung der Lernziele entspricht, jedoch etwas zu ungünstigeren Werten verschoben. Andererseits konnten die Praktikumsbetreuer feststellen, dass die Aufgabenbewältigung im Vergleich zu den früheren reinen Präsenzpraktika besser geworden war und dass insbesondere die Messergebnisse selbst, deren Auswertung und Wiedergabe erheblich an Richtigkeit und Professionalität gewonnen hatten. Wie die Originaldaten der Tabellen erkennen lassen, haben diese Aussagen eine recht große Streubreite, die auch durch die unterschiedliche Vorbildung und Leistungsfähigkeit der Studierenden bedingt sein dürfte.

Persönliches Lernziel erreicht	WS 02 / 03			Mittel	WS 03 / 04			Mittel
	voll (1)	teilw.(2)	nicht (3)		voll (1)	teilw.(2)	nicht (3)	
Eigenschaften	6	29	3	<b>1,92</b>	12	29	2	<b>1,77</b>
Typenvielfalt	6	22	10	<b>2,11</b>	22	15	6	<b>1,63</b>
Werkstoffbeispiele	14	14	11	<b>1,92</b>	18	22	3	<b>1,65</b>
Praxiserfahrungen	10	11	17	<b>2,18</b>	16	19	8	<b>1,81</b>
Auswerten Mess.	15	18	6	<b>1,77</b>	26	13	3	<b>1,45</b>
Stoff erarbeiten	8	25	6	<b>1,95</b>	14	24	5	<b>1,79</b>
Internetkompetenz	8	19	12	<b>2,10</b>	17	17	8	<b>1,79</b>

Die abschließende Tabelle zeigt, dass die meisten der studentischen Teilnehmer nicht einschätzen konnten, ob das umgestaltete Praktikum ihre Lerngewohnheiten oder ihr allgemeines Kommunikationsverhalten im Studium beeinflusst hatte. Etwas mehr als 50% äußerten die Meinung, das sei eher nicht oder gar nicht der Fall gewesen.

Auswirkungen auf Lernverhalten und Kommunikation	Kriterium	WS 02 / 03		WS 03 / 04	
		Mittel	Std.Abw.	Mittel	Std.Abw.
höherer Stellenwert Praktika	1 = ja sehr	3,72	1,30	3,61	1,32
mehr auf Verständnis lernen	2 = ja	3,49	1,35	3,41	1,24
mehr Eigenverantwortung	3 = weiß nicht	3,38	1,37	3,55	1,15
mehr Lernen mit Kommilitonen	4 = eher nicht	3,59	1,31	3,66	1,22
mehr Kontakte im Studium	5 = gar nicht	2,70	1,36	3,42	1,32

Tatsächlich wäre es auch äußerst überraschend, wenn die Umstellung von zwei auf sechs Praktikumseinheiten des Praktikums „Werkstoffe und Bauelemente der Elektrotechnik“ solch weitgehende Konsequenzen zeigen würde. Daher bleibt abzuwarten, ob und wie sich die für die kommenden Jahre geplante Ausweitung der Telematikangebote auf das studentische Verhalten auswirken wird.

#### 1.6.3.1.5 Schlussfolgerungen:

Die zeitliche und räumliche Ungebundenheit des telematischen Lernens und die innerhalb der Lerneinheit vorhandene Navigationsfreiheit wurde von den Studenten ganz überwiegend positiv beurteilt. Die Betreuer kommentierten diese Bewertung zum Teil etwas reservierter, da sie beobachtet hatten, dass etliche der Studenten die Navigation nicht ausreichend beherrschten und ihnen adäquate Lernstrategien fehlten, um die angebotene Freiheit effizient auszunutzen.

Die erhobenen Daten lassen den Schluss zu, dass die Studenten überwiegend eine Lernstrategie verfolgten, die fast ausschließlich auf die Lösung der für das Praktikum relevanten Aufgaben ausgerichtet war. Die Erreichung des Testats, nicht dagegen die Vertiefung und Verbreiterung ihres technischen Wissens stand im Vordergrund ihres Interesses. Dies ist die Quintessenz aus den Antworten, die die Studenten auf die Frage nach der Nutzung der bereitgestellten Information gaben. Intensiv genutzt wurden nur die Bereiche "Messaufgaben", "Versuchsauswertung" und "Grundlagen", die zur Bewältigung der gestellten Aufgaben unerlässlich waren. Die Tatsache, dass die Bereiche „Anwendungsbeispiele“, "Do it yourself" (50%) oder "Historisches" deutlich weniger oder gar nicht genutzt wurden, legt die Interpretation nahe, dass die Studenten mit Angeboten zum weiterführenden selbstständigen Lernen wenig anzufangen wussten. Damit konnte das Teilziel, selbstständiges tiefenorientiertes Lernen anzuregen, bisher nur in eingeschränktem Maße erreicht werden.

Für die Evaluation der durch die Telematik gegebenen didaktischen Möglichkeiten ist die Frage nach der Intensität sowohl der Kooperation unter den Studenten wie auch der Betreuung durch die Lehrenden während des telematischen Lernprozesses wichtig. Nach den Angaben der Studenten kam es zwischen ihnen während der INGMEDIA-Nutzung zu einem regen Informationsaustausch mittels verschiedener plattforminterner und anderer Medien. An einer Kontaktaufnahme mit den Betreuern dagegen bestand ein relativ geringes Interesse. Hier ist zu empfehlen, dass das Betreuer-Team hier von sich aus eine aktive Strategie für die Zukunft entwickelt und einsetzt.

Die besseren Lernerfolge und die positiveren studentischen Einschätzungen im zweiten Durchgang reflektieren deutlich die technischen Verbesserungen aus den vorangegangenen Erfahrungen und den erfolgreichen Einsatz formativer Evaluation und hochschuldidaktischer Aktionsforschung. Die Ergebnisse und Fortschritte lassen erwarten, dass Telematikpraktika ein ernstzunehmender Bestandteil der Ingenieurausbildung werden können. Unbestritten sind ihre technischen und ökonomischen Vorzüge durch die Möglichkeit teure apparative Ressourcen übergreifend zu nutzen und besser auszulasten. Die hier erzielten Ergebnisse lassen erkennen, dass die in diesem Projekt verfolgten Strategien auch zu didaktisch befriedigenden Lösungen und wegweisenden Innovationen führen können.

### 1.6.3.2 Elektronikpraktikum im Fachbereich Luft- und Raumfahrttechnik

#### 1.6.3.2.1 Einleitung/ Fragestellung / Arbeits-Hypothesen

Im Sommersemester 2003 wurde eine von drei Praktikumseinheiten des Elektronikpraktikums im Fachbereich Luft- und Raumfahrttechnik der Fachhochschule Aachen telematisch umgesetzt. Der telematisch durchgeführte Praktikumsversuch „Transistor“ war zum Zeitpunkt der Evaluation noch in der Erprobungsphase, d.h. dass es während des Anwendungsbetriebs zu Verbesserungen und Optimierungen kam und einige Teile fertig gestellt wurden.

Bei diesem Praktikum wurden folgende Ziele verfolgt: der Umgang mit den Neuen Medien und das selbstständige Experimentieren und Erarbeiten der Praktikumseinheit durch die Studenten. Im Folgenden wird zuerst die Fragestellung dieser Evaluation vorgestellt. Im Anschluss daran werden die Ergebnisse der Testgütekriterienanalyse für den Fragebogen wiedergegeben. Die Diskussion der Ergebnisse, d.h. die Einordnung der Ergebnisse in die aktuelle Forschung folgt nach der Darstellung der Ergebnisse.

#### 1.6.3.2.2 Fragestellung der Untersuchung

Die Hauptfrage beschäftigt sich mit dem Thema, ob es sinnvoll ist, das Telematik-Praktikum durch die Präsenz-Veranstaltung zu ersetzen. Als Unterfragen sollten verfolgt werden:

- Gibt es Unterschiede zwischen der Präsenz- und Telematik-Gruppe des Transistor-Praktikums? D.h. haben die Studenten der Telematik mehr von dem Praktikum profitiert als die Studenten der Präsenz-Veranstaltung. Welche Unterschiede gibt es bei diesen beiden Gruppen allgemein? Welche Befunde wurde bzgl. der Telematik erzielt?
- Welche Konsequenzen sollen aus den Ergebnissen gezogen werden?

#### 1.6.3.2.3 Testgütekriterien

Bei dem für das Transistor-Praktikum entwickelten Fragebogen wurden Reliabilitäten und Trennschärfen, um die Güte des Fragebogens zu bestimmen, berechnet. Die Trennschärfe dient dazu, Items (Fragen) zu identifizieren, die alle hoch mit demselben Kriterium korrelieren. Dies soll sicher stellen, dass alle Items dasselbe Merkmal erfassen. Die Trennschärfe sollte aus diesem Grunde zwischen 0.3 und 0.9 liegen, um trennscharf zu sein. Die Reliabilität charakterisiert das Messinstrument unter dem Aspekt der Präzision. Die Reliabilität wird definiert als Messgenauigkeit des Instrumentes unter Absehung vom Inhalt. Die Reliabilitäten sollten daher über 0.3 sein, damit der Fragebogen als ein reliables Messinstrument bezeichnet werden kann.

Die Trennschärfen und die Reliabilitäten wurden mit den Daten von 80 Personen, die das Transistor-Praktikum telematisch durchführten, berechnet. Die Analyse der Reliabilitäten ergab, dass der Fragenblock zu der „Vorbereitung auf das Praktikum“ die Kriterien nicht erfüllt hat, denn diese lag bei  $-0.3407$ .

Die Analyse der Trennschärfen ergab, dass alle Items des Fragebogens trennscharf sind - Die Fragen/Items von den Fragenblöcken „Vorbereitung auf das Praktikum“ und „Vorbereitungsmaterialien“ und jeweils eine Frage aus dem Fragenkomplex „Technische Probleme“, „Telematik“ und „Zusammenarbeit“ sind nicht trennscharf, da sie unter 0.3 lagen. Daher sollten diese Fra-



gen aus den Fragebogen entfernt werden, aber aus inhaltlichen Gesichtspunkten werden sie beibehalten.

Das Fazit der Reliabilitäten- und Trennschärfenberechnung ist, dass der für die Untersuchung konstruierte Fragebogen ein genaues Messinstrument ist.

#### 1.6.3.2.4 Ergebnisse

Das Transistor-Praktikum ist ein Teil aus dem Praktikum „Elektronik“. Bei diesem Teilpraktikum wird nur im geringen Ausmaß die motorische Komponente gefragt, es in diesem Praktikum wird nur „gestöpselt“. Am meisten sind kognitive Elemente bei diesem Praktikum gefragt. Die Studenten sollen hier Probleme bzw. Aufgaben lösen.

Zwischen dem 06. Mai und 05. Juni wurden von 121 Studenten aus dem Transistor-Praktikum Fragebögen ausgefüllt. 30 Studenten führten diesen Versuch in einer Präsenzveranstaltung durch, der Rest (91) telematisch. Das Alter der Studenten lag zwischen 19 und 32 Jahren. 110 Studenten waren männlich, 10 weiblich, ein Student machte zum Geschlecht keine Angaben. Durch die allgemeine Hochschulreife (Abitur) erreichten 66 der 121 den Zugang zu der FH Aachen, 51 mittels Fachhochschulreife und drei Studenten durch einen anderen Abschluss (Meister etc.). 47 Studenten hatten bereits vor dem Studium eine Ausbildung absolviert, meistens im technischen Bereich. Die Mehrzahl der Studenten (104) sind im zweiten Semester. Im vierten Semester gibt es 11, vier im achten Semester und jeweils einen Studenten im zehnten bzw. im zwölften Semester.

Schulbildung	Count	%
keine Angabe	1	,8%
abi	66	54,5%
FHschulreife	51	42,1%
sonstiges	3	2,5%

Fachsemester	Count	%
2,00	104	86,0%
4,00	11	9,1%
8,00	4	3,3%
10,00	1	,8%
12,00	1	,8%

*Tabelle 1: Schulbildung und Fachsemester der Studenten (Häufigkeiten und Prozente)*

Der Mann-Whitney-U-Test ergab bei einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  keinen signifikanten Unterschied zwischen den Teilnehmern der Telematik- und Präsenz-Veranstaltung bei der Variablen „Fachsemester“.

Den eigenen Computer nutzten 80 und den FH-Computer 66 Studenten der Telematik. Teilweise nutzten diese Studenten sowohl den FH-Rechner als auch den eigenen. Ein Student führte die Telematik am PC eines Kommilitonen durch. Die Computer-Kenntnisse aller Studenten sind im allgemeinen sehr gut bis gut, abgesehen von Kenntnissen mit Computer-Spielen, die von den Studenten als befriedigend bis ausreichend beurteilt wurden.

PC-Kenntnisse		keine Angabe	sehr gut	gut	befriedigend	ausreichend	mangelhaft
allgemein	Count		25	52	31	11	2
	%		20,7%	43,0%	25,6%	9,1%	1,7%
Windows	Count		19	64	24	13	1
	%		15,7%	52,9%	19,8%	10,7%	,8%
Internet	Count	1	27	61	23	9	
	%	,8%	22,3%	50,4%	19,0%	7,4%	
Kommunikation im Netz	Count		20	45	36	16	4
	%		16,5%	37,2%	29,8%	13,2%	3,3%
Infobeschaffung im Netz	Count		26	56	30	8	1
	%		21,5%	46,3%	24,8%	6,6%	,8%
Computerspiele	Count	2	25	31	26	16	21
	%	1,7%	20,7%	25,6%	21,5%	13,2%	17,4%

Tabelle 3: Computer-Kenntnisse der Studenten (Häufigkeiten und Prozente)

Mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Test wurde untersucht, ob sich die Teilnehmer der Telematik und der Präsenz-Veranstaltung hinsichtlich der Computer Kenntnisse unterscheiden. Das Ergebnis dieser Berechnung war, dass sich die beiden Gruppen bei dem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  nicht unterscheiden.

81 der 121 Studenten gaben an, dass sie sich auf das Praktikum vorbereitet hatten. 31 Studenten gaben an, sich nur teilweise auf das Praktikum vorbereitet zu haben. Der Rest von 9 Studenten hatte sich nicht vorbereitet. Eine detaillierte Analyse ergab, dass es keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen bei der Vorbereitung auf das Praktikum gab.

	Vorbereitung: Gesamt					
	Auf das Praktikum Vorbereitet		Theorie im Team erarbeitet		Theorie selbstständig erarbeitet	
	Count	%	Count	%	Count	%
keine Angabe			2	1,7%	1	,8%
trifft voll und ganz zu	23	19,0%	12	9,9%	24	19,8%
trifft zu	58	47,9%	39	32,2%	37	30,6%
trifft teilweise zu	31	25,6%	25	20,7%	40	33,1%
trifft nicht zu	7	5,8%	16	13,2%	12	9,9%
trifft überhaupt nicht zu	2	1,7%	27	22,3%	7	5,8%

Tabelle 4: Vorbereitung auf das Praktikum (Häufigkeiten- und Prozentangaben); N = 121

Mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Tests wurde untersucht, ob sich die Teilnehmer der Telematik bedeutsam von den Teilnehmern der Präsenz-Veranstaltung hinsichtlich der Variablen „Vorbereitung auf das Praktikum“, „Theorie im Team erarbeitet“ und „Theorie alleine erarbeitet“ unterscheiden. Der Unterschied zwischen den Teilnehmern der Telematik und der Präsenz-Veranstaltung erweist sich bei dem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  als nicht signifikant. Es zeigt sich somit keine (bedeutsame) Beziehung zwischen den beiden Gruppen und der Vorbereitung auf das Praktikum.

Als Vorbereitungsmaterialien wurden überwiegend Mitschriften – sowohl Vorlesungsmitschriften als auch andere Mitschriften - verwendet.

Vorbereitungsmaterialien		keine Angabe	ja	nein
Vorlesungsmitschrift	Anzahl	2	75	44
	%	1,7%	62,0%	36,4%
Bücher	Anzahl	3	42	76
	%	2,5%	34,7%	62,8%
alte Skripte	Anzahl	4	21	96
	%	3,3%	17,4%	79,3%
Mitschriften	Anzahl		92	29
	%		76,0%	24,0%
anderes	Anzahl	18	17	86
	%	14,9%	14,0%	71,1%

Tabelle 5: Vorbereitungsmaterialien (Häufigkeit und Prozentangaben); ja/nein - Antwortmöglichkeit

Die Verständlichkeit des Praktikumskripts, das für alle Studenten gleich war, beurteilten die Studenten der Präsenz-Veranstaltung bis auf die Beschreibung „Transistor als Verstärker“ als sehr gut bis gut.

Verständnis		keine Angabe	sehr gut	gut	mittelmäßig	schlecht	überhaupt nicht
Beschreibung des Praktikums allgemein	Anzahl	20	1	9			
	%	66,7%	3,3%	30,0%			
Praxisbeispiele	Anzahl	25		4	1		
	%	83,3%		13,3%	3,3%		
Historisches	Anzahl	25	1	1	1		2
	%	83,3%	3,3%	3,3%	3,3%		6,7%
Grundlagen	Anzahl	11	1	15	3		
	%	36,7%	3,3%	50,0%	10,0%		
Versuchsaufbau	Anzahl	8	3	17	2		
	%	26,7%	10,0%	56,7%	6,7%		
Versuchsdurchführung	Anzahl	8	3	16	2	1	
	%	26,7%	10,0%	53,3%	6,7%	3,3%	
Aufnahme einer Eingangskennlinie	Anzahl	8	3	16	3		
	%	26,7%	10,0%	53,3%	10,0%		
Aufnahme einer Stromverstärkungskennlinie	Anzahl	8	4	15	3		
	%	26,7%	13,3%	50,0%	10,0%		
Aufnahme einer Transistorkennlinie	Anzahl	8	3	16	3		
	%	26,7%	10,0%	53,3%	10,0%		
Zeichen einer Transistorkennlinie	Anzahl	8	2	15	5		
	%	26,7%	6,7%	50,0%	16,7%		
Transistor als Verstärker	Anzahl	8	3	11	8		
	%	26,7%	10,0%	36,7%	26,7%		

Tabelle 6: Häufigkeiten und Prozente der Präsenz-Gruppe (N = 30) bzgl. des Verständlichkeit des Praktikumsmaterials

Die Studenten, die das Transistor-Praktikum telematisch durchführten, beurteilten folgende Bereiche des Praktikumskripts als sehr gut bzw. gut verständlich: „Beschreibung allgemein“, „Praxisbeispiele“, „Grundlagen“, „Versuchsaufbau“, „Aufnahme der verschiedenen Kennlinien“. Als mittelmäßig bzw. schlecht wurden die Bereiche „Zeichnen einer Transistorkennlinie“, „Transistor als Verstärker“ und „Versuchsdurchführung“ beurteilt.

Verständnis		keine Angabe	sehr gut	gut	mittelmäßig	schlecht	überhaupt nicht
Beschreibung des Praktikums allgemein	Count	3	10	59	14	4	1
	%	3,3%	11,0%	64,8%	15,4%	4,4%	1,1%
Praxisbeispiele	Count	10	6	42	29	3	1
	%	11,0%	6,6%	46,2%	31,9%	3,3%	1,1%
Historisch	Count	20	5	29	25	5	7
	%	22,0%	5,5%	31,9%	27,5%	5,5%	7,7%
Grundlagen	Count	9	9	39	30	3	1
	%	9,9%	9,9%	42,9%	33,0%	3,3%	1,1%
Versuchsaufbau	Count	3	13	46	26	2	1
	%	3,3%	14,3%	50,5%	28,6%	2,2%	1,1%
Versuchsdurchführung	Count	3	13	31	26	15	3
	%	3,3%	14,3%	34,1%	28,6%	16,5%	3,3%
Aufnahme einer Eingangskennlinie	Count	4	10	31	30	13	3
	%	4,4%	11,0%	34,1%	33,0%	14,3%	3,3%
Aufnahme einer Stromverstärkungskennlinie	Count	4	7	35	26	16	3
	%	4,4%	7,7%	38,5%	28,6%	17,6%	3,3%
Aufnahme einer Transistorkennlinie	Count	6	7	33	29	11	5
	%	6,6%	7,7%	36,3%	31,9%	12,1%	5,5%
Zeichen einer Transistorkennlinie	Count	11	4	29	29	13	5
	%	12,1%	4,4%	31,9%	31,9%	14,3%	5,5%
Transistor als Verstärker	Count	17	5	26	24	9	10
	%	18,7%	5,5%	28,6%	26,4%	9,9%	11,0%

*Tabelle 7: Häufigkeiten und Prozente der Telematik-Gruppe (N = 91) bzgl. der Verständlichkeit des Praktikumsmaterials*

Durchschnittlich wurde das „Historische“ nicht oder nur teilweise von den Studenten der Telematik genutzt oder durchgearbeitet. Die „Beschreibung des Praktikums“, der „allgemeine Versuchsaufbau“ und die „Versuchsdurchführung“ wurden intensiv von diesen genutzt. Die „Grundlagen“ und die „Praxisbeispiele“ wurden von den Teilnehmern der Telematik teilweise genutzt.

Nutzung von Ingmedia	N	Mean	Std. Deviation
Beschreibung des Praktikums	91	1,4066	,63207
Praxisbeispiele	91	1,8571	,79682
Historisches	91	2,4176	,73130
Grundlagen	91	1,7802	,78602
allgemein Versuchsaufbau	91	1,4396	,67014
Versuchsdurchführung	91	1,3077	,66152
Valid N	91		

*Tabelle 8: Nutzung der INGEMEDIA-Lernplattform-Elemente durch die Telematik-Teilnehmer (Mittelwert und Standardabweichung); Antwortmöglichkeiten: intensiv genutzt – teilweise genutzt – überhaupt nicht genutzt*

Die Unterlagen wurden während der Telematik von den Studenten mehrheitlich genutzt. Die Studenten der Präsenz-Veranstaltung dagegen nutzten diese nur im geringen Ausmaß, wie die Beobachtung und Befragung ergab.

UNTERLAGEN NUTZUNG		PRÄSENZ-GRUPPE			TELEMATIK-GRUPPE		
		Keine Angabe	ja	nein	Keine Angabe	ja	nein
Bei der Eingangskennlinie	Häufigkeit	24	1	5	4	60	27
	Prozent	80,0%	30,3%	16,7%	4,4%	65,9%	29,7%
Bei der Stromverstärkungskennlinie	Häufigkeit	24	1	5	4	60	27
	Prozent	80,0%	3,3%	16,7%	4,4%	65,9%	29,7%
Bei der Ausgangskennlinie	Häufigkeit	24	2	4	4	60	27
	Prozent	80,0%	6,7%	13,3%	4,4%	65,9%	29,7%

*Tabelle 9: Häufigkeiten und Prozentangaben der Präsenz- und Telematik-Gruppe bzgl. der Unterlagen Nutzung während des Praktikums*

Der T-Test für unabhängige Stichproben ( $\alpha=,05$ ) ergab einen signifikanten Unterschied zwischen der Telematik-Gruppe und der Präsenz-Gruppe bei der Variablen „Betreuung“. Bei der Telematik-Gruppe funktionierte die Betreuung im Mittel nicht so gut wie bei der Präsenz-Gruppe. Des Weiteren besteht zwischen den beiden Gruppen und der Beurteilung des Feedbacks ein signifikanter Unterschied ( $\alpha= 0,05$ ). Die Telematik-Gruppe beurteilte das gegebene Feedback schlechter als die Präsenz-Gruppe. Bei den Fragen „Informationen, die ich benötigte, erhielt ich.“ und „Ich brauchte zu jedem Versuch Feedback/Kontrolle“ ergab der t-Test keine signifikanten Unterschiede.

BETREUUNG	T-WERT	DF	SIG. (2-AILED)	MEAN DIFFERENCE	STD. ERROR DIFFERENCE
Betreuung funktionierte gut	-3,668	119	,000	-1,0396	,28339
Informationen, die brauchte erhielt ich	-1,562	119	,121	-,4103	,26259
Ich brauchte zu jedem Versuch Feedback/Kontrolle	-1,165	119	„246	-,3505	,30098
Das gegebenen Feedback war gut	-2,860	119	,005	-,7744	,27077

*Tabelle 10: t-Test für unabhängige Stichproben: Betreuung,  $\alpha = 0,05$*

Des Weiteren besteht ein signifikanter Unterschied bei einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$  zwischen der Telematik- und Präsenz-Gruppe hinsichtlich drei Variablen aus dem Block „Lernen“. Der Telematik-Gruppe fehlte der Umgang mit den realen Geräten, die Studierenden konnten die Messergebnisse nicht richtig einordnen und hatten die Anwendungs- und Einsatzmöglichkeiten von Transistoren nicht verstanden.

LERNEN	T-WERT	DF	SIG. (2-TAILED)	MEAN DIFFERENCE	STD. ERROR DIFFERENCE
Lernte Anwendung und Einsatz von Transistoren kennen	-1,881	119	0,062	-0,5260	0,2796
Habe Anwendungs- bzw. Einsatzmöglichkeiten von Transistoren verstanden	-2,164	119	0,032	-0,5934	0,27426
Lernte ich die Typenvielfalt von Transistoren kennen	-0,106	118	0,916	-3,33E-02	0,3158
Lernte ich die Aufbau von Transistoren kennen	1,013	119	0,313	0,3059	0,3020
Lernte ich die Funktion von Transistoren kennen	0,103	119	0,918	2,418E-02	0,2348
Konnte ich die Messergebnisse richtig einordnen	-2,248	119	0,026	-,5938	0,26418
Ist mir der Umgang mit den Apparaturen jetzt geläufig.	-2,827	119	0,006	-,7908	0,27977
Lernte ich die Eigenschaften von Schaltungen mit Transistoren kennen	-1,541	119	0,126	-0,4253	0,2733
Lernte ich die Zusammenhänge zwischen den Strömen verstehen	-0,983	119	0,323	-0,2714	0,2760

Tabelle 11: t-Test für unabhängige Stichproben für die Variablenblock „Lernen“,  $\alpha = 0,05$

41 der 91 Telematik-Studenten hatten bei der Telematik sehr häufig bis häufig Probleme mit der INGMEDIA-Lernplattform und zusätzlich technische Probleme. Die am meisten genannten technischen Probleme betrafen die Messwerte: Schwankungen der Werte, Nicht-Anzeigen oder falsche Angabe der Werte. Die Messplätze waren häufig belegt, reagierten nicht, und die Stu-

udenten hatten Zugriffsprobleme auf den Messplatz. Die Antwortzeiten waren bei der Telematik zum Teil lang. Bei einigen Studenten funktionierte die Telematik an den FH –Rechnern nicht. Durch diese technischen Probleme hatten die Studenten während der Telematik zeitliche Verzögerungen und Frustrationserlebnisse.

technische Probleme		keine Angabe	sehr häufig	häufig	teilweise	selten	nie
Probleme bei der INGMEDIA Plattform	Count	5	21	20	16	15	14
	%	5,5%	23,1%	22,0%	17,6%	16,5%	15,4%
technische Probleme bei der Telematik	Count	5	25	30	21	5	5
	%	5,5%	27,5%	33,0%	23,1%	5,5%	5,5%
durch technische Probleme Frustration	Count	9	27	16	13	16	10
	%	9,9%	29,7%	17,6%	14,3%	17,6%	11,0%
durch technische Probleme hatte ich Zeitverzögerungen	Count	5	34	22	16	8	6
	%	5,5%	37,4%	24,2%	17,6%	8,8%	6,6%

Tabelle 12: Technische Probleme bei der Telematik (Häufigkeiten und Prozente)

Mit der Telematik kamen 46 der 91 Telematik-Studenten überhaupt nicht (15,4%) oder nur schlecht (35,2%) zurecht. Mit der Toolbar und der Menüstruktur kamen viele (45 bzw. 60 absolut bzw. 34,1% / 44,0%) Studenten nur schlecht zurecht. Ein Drittel (30,8%) der Studenten fand das Telematik-Praktikum besser als das Präsenz Elektropraktikum. 33 Studenten (36,3%) fanden es schlecht und 22 (24,2%) gaben keinen klaren Urteil ab.

Telematik Zurecht kommen		keine Angabe	überhaupt nicht (gut)	schlecht	mittelmäßig	gut	sehr gut
Ich kam mit der Telematik zurecht	Count	6	14	32	31	5	3
	%	6,6%	15,4%	35,2%	34,1%	5,5%	3,3%
Ich kam mit der Toolbar zurecht	Count	7	16	31	31	4	2
	%	7,7%	17,6%	34,1%	34,1%	4,4%	2,2%
Ich kam mit der Menüstruktur zurecht	Count	5	20	40	19	4	3
	%	5,5%	22,0%	44,0%	20,9%	4,4%	3,3%
Im Vergleich zum Praktikum "Elektrotechnik" fand ich das Transistor Praktikum ...	Count	8	8	25	22	15	13
	%	8,8%	8,8%	27,5%	24,2%	16,5%	14,3%

Tabelle 13: Zurechtkommen mit der Telematik (Häufigkeiten und Prozente)

39 Teilnehmer der Telematik fiel es leicht die Versuche multimedial durchzuführen, 11 Personen schwer, und 38 Teilnehmer fiel es nur teilweise leicht. Ein Neuntel der Studenten beschäftigte sich nach der Telematik weiter mit dem Thema „Transistoren“, und über die Hälfte der Studenten experimentierte während der Telematik. 48,4% der Studenten fehlte der reale Umgang mit den Geräten, 20,0% dagegen fehlte der Umgang gar nicht.

Lerneinheit Transistor		keine Ahnung	trifft zu	trifft teilweise zu	trifft nicht zu
Experimentieren	Count	4	46	30	11
	%	4,4%	50,5%	33,0%	12,1%
leicht gefallen, die Versuche multimedial durchzuführen	Count	3	39	38	11
	%	3,3%	42,9%	41,8%	12,1%
Mir fehlte der reale Umgang mit den Geräten	Count	4	44	24	19
	%	4,4%	48,4%	26,4%	20,9%
Durch die Telematik wurde ich angeregt, mich intensiver mit dem Thema "Transistor" zu beschäftigen	Count	3	10	33	45
	%	3,3%	11,0%	36,3%	49,5%

Tabelle 14: Lerneinheit Transistor – telematische Durchführung: Häufigkeiten und Prozente

41 Studenten arbeiteten mit Kommilitonen während der Telematik zusammen, 20 teilweise und 28 selten bzw. gar nicht. Vor und nach der Telematik tauschten sich die Studenten untereinander aus. Das Forum wurde von einem Drittel (30) der Studenten genutzt. Davon nutzten nur drei Studenten das Forum oft. 52 der 91 Studenten nutzten das Forum nicht.

Zusammenarbeit Telematik		keine Angabe	nie	selten	manchmal	oft	sehr häufig
während der Telematik habe ich mit Kommilitonen zusammengearbeitet	Count	2	13	15	20	19	22
	%	2,2%	14,3%	16,5%	22,0%	20,9%	24,2%
vor der Telematik mit Kommilitonen ausgetauscht	Count	2	17	13	25	23	11
	%	2,2%	18,7%	14,3%	27,5%	25,3%	12,1%
während der Telematik mit Kommilitonen ausgetauscht	Count	2	16	12	21	24	16
	%	2,2%	17,6%	13,2%	23,1%	26,4%	17,6%
nach der Telematik mit Kommilitonen ausgetauscht	Count	2	16	11	20	23	19
	%	2,2%	17,6%	12,1%	22,0%	25,3%	20,9%
Forum genutzt	Count	3	52	16	17	3	
	%	3,3%	57,1%	17,6%	18,7%	3,3%	

Tabelle 15: Zusammenarbeit während der Telematik: Häufigkeiten und Prozente

Als Kritik an der Telematik wurden von den Studenten häufig die technischen Probleme genannt (20 Personen). Die Messplätze waren oft belegt (10 Personen), zu wenige Messplätze waren vorhanden (15 Antworten), und der Transistor war nicht immer online. Von 19 Studenten wurde angemerkt, dass ihnen die Betreuung bzw. ein Ansprechpartner für Nachfragen gefehlt hat (20 Personen). Ferner waren zum Teil die Anzeigen fehlerhaft, so die Angabe der Teilnehmer der Telematik bei den offenen Fragen. Des Weiteren wurde von den Studenten angegeben, dass sie nur einen geringen Lernerfolg gehabt hätten.

Als positive Kritik an der Telematik wurde zusammenfassend beurteilt, dass die Aufgaben zeit- (22 Studenten) und ortsunabhängig (13 Studenten) bearbeitet werden konnten. Manche Studenten gaben an, dass das Programm „Idioten sicher sei“ bzw. die Durchführung zu leicht gewesen wäre (10 Personen). Durch das eigenständige Arbeiten hätten sie mehr gelernt. Als positiv wurde der Umgang mit den neuen Medien beurteilt (6 Personen). Dass es ausreichend Zeit gegeben hätte, um zu experimentieren, auszuprobieren und selbstständig zu arbeiten (10 Personen). Die Studierenden haben ein besseres Verständnis durch die eigenen Steuermöglichkeiten bekommen (3).



#### 1.6.3.2.5 Zusammenfassung der Ergebnisse Elektronikpraktikum

Insgesamt beurteilten die Studenten ihre PC-Kenntnisse als gut bis sehr gut. Die Vorbereitung (auf das Praktikum) der Studenten kann insgesamt als befriedigend beurteilt werden. Die Studenten erarbeiteten sich die Theorie anhand von Mitschriften, meistens alleine und selten im Team. Das schriftliche Material zu dem Transistor-Praktikum (entweder als Papierform oder im Netz – Telematik) wurden unterschiedlich genutzt. Die Präsenz-Gruppe beurteilte das Material besser als die Telematik-Gruppe. Die unmittelbar mit dem Praktikum gehörigen Einheiten – wie etwa Versuchsdurchführung, Versuchsaufbau und Praktikumsbeschreibung – wurden von den Teilnehmern der Telematik sehr intensiv genutzt. Grundlagen zum Transistor wurden nur teilweise genutzt. Die Unterlagen wurden hauptsächlich während der Telematik genutzt und nicht während der Präsenz-Veranstaltung.

Die verschiedenen Praktikumsunterlagen wurden hinsichtlich der Verständlichkeit von den Studenten der Telematik wie gut, ausreichend etc. beurteilt. Die „Beschreibung des Praktikums allgemein“, „Praxisbeispiele“, „Grundlagen“ und der „Versuchsaufbau“ wurden als gut bis sehr gut mehrheitlich von den Studenten beurteilt. Der Rest („Historisches“, „Versuchsdurchführung“, „Aufnahme einer Eingangskennlinie“, „Stromverstärkungskennlinie“ und „Transistorkennlinie“, „Zeichnen einer Transistorkennlinie“ und „Transistor als Verstärker“) wurde als mittelmäßig bis schlecht beurteilt. Dies kann damit begründet sein, dass die Erläuterungen zu den Aufgaben gegen Ende aus didaktischen Gründen immer weniger ausführlich waren und die Studenten eigenständiger die gestellten Aufgaben lösen mussten.

Die Studenten der Telematik lernten angeblich weniger über die Transistoren als die Präsenz-Gruppe. Hier stellt sich die Frage, ob die Studierenden wirklich weniger gelernt haben als die Präsenz-Gruppe. Da es sich um Selbsteinschätzungen der Studenten handelt und keine Tests zur Prüfung des studentischen Wissens durchgeführt wurden, hat man keine andere Vergleichsmöglichkeit zu den studentischen Aussagen. (Anmerkung: Nach der Umstellung weiterer Versuche auf Telematikversuche zeigten die Klausurergebnisse eine tendenzielle Verbesserung, so dass der Lernerfolg objektiv besser zu sein scheint.) Daher sind die Ergebnisse mit Vorsicht zu behandeln. Auf jeden Fall wurden zusätzlich Kompetenzen im Bereich des Internets und der Neuen Medien entwickelt, eigenständiges Arbeiten gelernt und sich nachhaltiges Wissen angeeignet. Schwächere Studenten, die im Präsenzpraktika eher passiv waren, bauten durch die telematische Durchführung des Praktikums Selbstvertrauen auf. Außerdem haben die Studenten eine andere Form der Zusammenarbeit gelernt. Vorher führten von einer vierer Gruppe eins bis zwei Studenten die Messung durch und der Rest schrieb die Werte ab. Durch die Telematik führte jeder Student die Messungen durch und bei Problemen bei der Durchführung tauschten sich die Studenten fachlich aus.

Die Betreuung klappte während der Telematik mittelmäßig gut. Die Studenten der Telematik erhielten die benötigten Informationen und brauchten im Vergleich zu den Studenten der Präsenz-Gruppe mehr Feedback bzw. Kontrolle. Das gegebene Feedback wurde von beiden Gruppen als gut bis sehr gut beurteilt. Das mehr benötigte Feedback und Informationen kann damit zusammenhängen, dass die Studierenden bei der Telematik mit der Handhabung der Telematik noch ungeübt waren, sich in einigen Bereichen sich unsicher fühlten und mit den re-

duzierten Erläuterungen zu den Aufgaben nicht zurecht kamen bzw. die detaillierten Versuchsanweisungen vermissten, insbesondere die passiven und schwachen Studenten. Die Reduktion der Aufgabenbeschreibungen sollten die Studenten zum eigenständigen Arbeiten motivieren.

Es gab sowohl spezielle technische Probleme bei der Telematik wie auch allgemeinere Probleme bei der Lernplattform. Die technischen Probleme waren u. a. das nicht korrekte Anzeigen der Messwerte, die verzögerte Messwertanzeige und große Schwankungsbreiten der Messwerte. Durch diese technischen Funktionsprobleme hatten einige Studenten Frustrationserlebnisse und zeitliche Verzögerungen bei der Praktikumsdurchführung. Mit der Telematik an sich, der Toolbar und Menüstruktur der Lernplattform sind viele Studenten nicht zurecht gekommen, so das Ergebnis der Fragebogen-Erhebung. Einige Studenten betonten bei den offenen Fragen, dass es ihnen leicht gefallen wäre und Spaß (2) gemacht hätte die Versuche multimedial durchzuführen. 50,5% der Studenten experimentierte während der Telematik und gab an, dass ihnen der reale Umgang mit den Apparaturen fehlte.

Die meisten Studenten der Telematik arbeiteten mit Kommilitonen zusammen und tauschten sich sehr häufig bis oft mit ihnen aus. Die Teilnehmer der Präsenz-Veranstaltung arbeiteten dagegen selten zusammen, obwohl sie zu mehreren an einem Tisch saßen.

Die von den Studenten geäußerte Kritik bzgl. des Telematik-Praktikums fiel recht unterschiedlich aus. Als positiv bewertet wurden folgende Punkte: Durchführung von zuhause aus, freie Zeiteinteilung, mehr Zeit zum Experimentieren, selbstständiges Arbeiten, multimediale Durchführung und experimentelles Lernen. Demgegenüber steht die negative Kritik: Hier wurde bemängelt, dass es zu viele technische Probleme (Server-Probleme, fehlerhafte Anzeigen etc.), einen geringen Lernerfolg, geringe Betreuung bzw. Nachfragemöglichkeiten gab. (Also fast ausschließlich Probleme im Zusammenhang mit „Kinderkrankheiten“, die in für die kommenden Semester ausgemerzt wurden.) Die zeitaufwendige Durchführung und der fehlende Umgang mit den Geräten wurde kritisiert. Auf Nachfragen ergab sich jedoch ein geringerer Zeitaufwand als bei der Präsenzvariante.

Als Verbesserungsvorschläge kamen von den Studenten, eine Vorbesprechung zu machen bzw. eine Einführung in die Telematik zu geben. Des Weiteren sollten die Fehler bzw. die technischen Probleme verringert werden bzw. ein stabiles System aufgebaut werden, damit besser gearbeitet und die Online-Zeiten verringert werden könne. Teilweise wurde die Teamarbeit vermisst.

Die Hauptfrage dieser Evaluation ist, ob man die Telematik weiter im Rahmen des Elektronikpraktikums anbietet oder nicht. Bei dieser Fragestellung ergeben sich folgende Unterfragen:

- Gibt es Unterschiede zwischen der Telematik und dem Präsenz-Praktikum?
- Welche Effekte gab es bei den Studenten der Telematik und wie können diese erklärt werden?
- Wurden die angestrebten Ziele erreicht?
- Welche Schlüsse sollten aus den erzielten Ergebnissen gezogen werden?
- Welche Punkte sollten verändert werden (Didaktik, Struktur des Versuches), wenn die Telematik weiter einsetzen werden soll?

Zwischen der Präsenz-Gruppe und der Telematik-Gruppe gibt es hinsichtlich der Unterlagen Nutzung und der Beurteilung des Praktikumsskripts Unterschiede. Die Teilnehmer der Telematik beurteilten die Praktikumsunterlagen schlechter als die Teilnehmer des Präsenz-Praktikums. Interessant ist dabei die Tatsache, dass die Unterlagen identisch waren und den der Telematikgruppe noch zusätzliche Informationen im Internet angeboten wurden. Außerdem benutzten die Teilnehmer der Telematik intensiver ihre Unterlagen als die Vergleichsgruppe. Diese Ergebnisse lassen sich damit erklären, dass die Teilnehmer der Präsenz-Veranstaltung sich kaum auf den Versuch vorbereiten und statt dessen den Betreuer fragen konnten. Dies war bei der Telematik nur zum Teil gegeben. Des Weiteren arbeiteten die Teilnehmer der Telematik nicht so wie ihre Kommilitonen im Team bzw. in Gruppen zusammen, da sie die Messungen von zuhause aus durchführten. Bei der Telematik war jeder auf sich gestellt. So bemerkten die Studenten stärker ihre Wissensdefizite. Obwohl das Praktikumsskript für beide Formen des Transistor-Praktikums identisch war, merkten die Studenten der Telematik, dass sie mehr Informationen benötigten, als wenn sie dieses Praktikum in einer Präsenz-Veranstaltung absolviert hätten. Der Hauptgrund für die schlechtere Beurteilung dürfte auch hier in der Tatsache begründet liegen, dass bei der telematischen Durchführung der Versuche jeder Student den Versuch durchführen muss während bei der Präsenzform des Praktikums viele Studenten nur mitschreiben aber nicht den Versuch selber durchführen. Dies war jedoch ein Hauptziel der Telematik, dass sich jeder Student intensiv mit der Materie auseinandersetzen muss.

Ein weiterer Befund war, dass die Telematik-Studenten angaben gute Computer-Kenntnisse zu besitzen, u. a. auch gute Kenntnisse über das Internet. Es kann daher angenommen werden, wenn die Studenten gute Kenntnisse im Bereich des Internets besitzen, dass sie keine Probleme mit der Lernplattform haben dürften. Aber die Ergebnisse belegen, dass trotz der guten Internet-Kenntnisse die Studenten nicht mit der Lernplattform (Toolbar und Menüstruktur) und der Telematik zurecht kamen. Dies kann ein Hinweis darauf sein, dass die Struktur bzw. der Aufbau der Lernplattform nicht zwingend logisch für die Studenten ist.

Ein weiterer Unterschied zwischen der Telematik- und Präsenz-Gruppe war, dass die Telematik-Gruppe mehr Betreuung brauchte als die Präsenz-Gruppe und häufiger auf ihre Unterlagen zurückgegriffen hat. Die intensivere benötigte Betreuung (inklusive Feedback und Kontrolle) kann damit erklärt werden, dass die Studenten zum einen darauf vertraut haben, die gewohnte Betreuung zu bekommen – so wie sie diese von den Präsenz-Praktika her kannten – und sich daher nicht intensiver auf das Praktikum vorbereitet hatten. Zum anderen kann es auch eine Strategie der Studenten gewesen sein, möglichst ökonomisch (ohne großen Arbeitsaufwand) das Praktikum durchzuführen und darauf zu vertrauen bzw. zu spekulieren, das bei Problemen bzw. bei Nicht-Wissen auf die Betreuung zurückgegriffen werden kann. Außerdem hatte sich die Telematik-Gruppe, so wie sie es wahrscheinlich auch bei Präsenz-Praktika macht, nur mit den relevanten Seiten, die notwendig für die Durchführung der Messungen waren (wie etwa Versuchsdurchführung), vorbereitet. Das Zurückgreifen auf die Betreuung, die geringe Nutzung der Unterlagen und die geringe Vorbereitung kann auch als „Drive-In-Mentalität“ bezeichnet werden. Des Weiteren kamen die Studenten der Telematik-Gruppe nicht mit der sukzessiven Reduktion der Versuchsbeschreibungen bzw. Versuchsdurchführung zurecht. Sie waren anscheinend nicht darauf vorbereitet, selbst nachzudenken und selbstständig zu arbeiten. Durch

diese Faktoren dauerte die Durchführung der Praktikumseinheit länger, worüber die Studenten natürlich nicht unbedingt erfreut waren und ihren Unmut diesbezüglich schriftlich bei Ausfüllen des Fragebogens äußerten. Dies sind Hinweise auf falsche Lern- und Bearbeitungsstrategien der Studenten. Denn was sich bei den Präsenz-Praktika bewährt hat, bewährt sich anscheinend nicht mehr bei der Telematik. Bei der Telematik werden keine oberflächlichen Lernstrategien gefragt, sondern Tiefenverarbeitungsstrategien.

Die gefundenen Ergebnisse der Untersuchung können mit fünf Faktoren erklärt werden:

- a) „Drive-In-Mentalität“ der Studenten
- b) Lernumgebung
- c) nicht adäquate Lernstrategien der Studenten
- d) mangelndes Feedback/Kontrolle bzw. Betreuung
- e) fehlende Navigationshilfen.

Im Folgenden wird darauf eingegangen, wie diese fünf Faktoren sinnvoll verändert werden können, um die Durchführung des telematischen Transistor-Praktikums zu verbessern.

Zu a) und b) „Drive-In-Mentalität“ und Lernumgebung: Um die Studenten von der „Drive-In-Mentalität“, also von einer Konsumentenhaltung, zu einer aktiveren Rolle zum Lernen zu führen, sollte nach Wild (2000) eine geeignete Lernumgebung geschaffen werden. D.h., dass die Studenten z.B. aufgefordert bzw. angeregt werden sollten, mehr Eigenverantwortlichkeit zu übernehmen und mit Kommilitonen zusammenzuarbeiten. Zu einer guten Lernumgebung gehört das Funktionieren der eingesetzten Technik.

Zu c) Lernstrategien: Bei der Telematik, so wie sie hier durchgeführt wird, brauchen die Studenten Tiefenverarbeitungsstrategien und keine Oberflächenstrategien (beschreibungorientiertes Lernen bzw. mechanisches Abarbeiten von auswendig gelerntem Wissen) zur Bearbeitung des Stoffes, weil bei den Messungen die Anweisungen sukzessiv reduziert worden sind. Daher ist hier eine tiefere und kritischere Art des Denkens gefragt. An der Struktur der sukzessiven Reduktion der Anweisungen und Erklärungen sollte nichts verändert werden, da die Studenten dadurch zu einem kritischen und reflektierten Denken angeregt werden. Um die Studenten zum selbstständigen Arbeiten anzuregen, sollten ihnen Bearbeitungsstrategien bzw. Bearbeitungshilfen zur Verfügung gestellt werden. D.h. hier sollte z.B. die Reihenfolge der Bearbeitung der einzelnen Inhalte vorgeschlagen, Hinweise bzw. Verweise gegeben (wo man welche Informationen – falls man sie benötigt – bekommen kann) und explizit darauf verwiesen werden, dass die Instruktionen reduziert werden und die Studenten mitdenken bzw. die Inhalte selbstständig erarbeiten sollen. Hier sollten den Studenten Selbstkontroll-Prozeduren bereitgestellt werden, damit sie ihre Bearbeitungsstrategien überdenken können. Es ist auch hilfreich, die Studenten zum Nachdenken über ihre gewählte Strategie bei der Bearbeitung der Telematik anzuregen. Da hier das Ziel verfolgt wird, dass bei den Studenten eine Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand stattfinden soll, sollten bei der Telematik bewusste Kontrollprozeduren eingesetzt werden (Wild, 2000). Die Kontrollprozeduren dienen dazu, dem Lernenden bewusst zu machen, wo er mit seinem Wissensstand steht und was er an seiner Lernstrategie verbessern kann. Die Kontrollprozeduren können in Form von Selbsttests und gezielt gegebenen Feedback umgesetzt werden. Des Weiteren können durch den Verweis der Zusammenarbeit, Benutzung von

Mitschriften und anderen Materialien und dem Austausch im Forum die Lernstrategien der Studenten verändert werden.

Zu d) Feedback/Kontrolle und Betreuung: Feedback bzw. Kontrollmöglichkeiten für die Studenten sollten bei der Telematik erweitert werden. Wie die Ergebnisse belegen, brauchten die Studenten zum einen mehr Betreuung als die Präsenz-Gruppe und zum anderen redeten sich die Studenten bei nicht richtigen Messergebnissen mit dem Argument heraus, dass es technische Probleme gab oder sie nicht die benötigten Informationen gehabt hätten. Durch einen Verweis, dass die Einstellungen fehlerhaft seien, und wo die benötigten Information stehen, könnte dieses Problem vermindert werden. Nach Musch (1999) führt ein informelles Feedback zu einer nochmaligen Beschäftigung mit dem relevanten Material und unterstützt vertiefendes Lernen. Außerdem sollte für das Training von Problemlösungsprozessen, das hier gefragt ist, ein anfängliches Feedback in Form von allgemeinen Hinweisen und Leitfragen, die an verschiedenen Stellen platziert sind, gegeben werden. Diese Hilfestellungen sollten mit zunehmender Expertise des Lernenden jedoch verringert werden. Nach Alessi und Trollip (1985) hat es sich als sinnvoll erwiesen, Feedback immer dann zu geben, wenn ein Lösungspfad eingeschlagen wird, der mit einem erfolgreichen Abschluss der Aufgabe nicht mehr vereinbar ist. Die Frage ist, ob den Studenten während der Bearbeitung der Aufgaben Feedback gegeben wird oder erst, wenn die Aufgabe beendet ist. Da manche Aufgaben über verschiedene Lösungswege verfügen, sollte daher eher nach der Lösung der Aufgabe ein Hinweis bzw. Feedback gegeben werden, dass die Lösung der Aufgabe richtig oder falsch ist. Bei falscher Lösung sollte der Hinweis gegeben werden, wo Informationen für die richtige Bearbeitung der Aufgabe zu finden sind. Der Student soll sich den Lösungspfad mit eingeschränkter Hilfe selber erarbeiten.

Zu e) Navigationshilfen: Das positive am Lernen mit Multimedia ist, dass die Informationseinheiten (Knoten) nicht traditionell nach linearer Abfolge, wie etwa in Büchern, sondern durch Links zum wahlfreien Zugriff angeboten werden (Hasenbrook, 1995). Ihre netzwerkartige Informationspräsentation gilt als plausibel und besonders geeignet, das Lernen zu unterstützen (Tergan, 1997). Hypermedia-Systeme bieten den Benutzern die Möglichkeit, sich die Inhalte auf verschiedenen Pfaden (oder entsprechend ihrer Vorkenntnisse oder Lernpräferenzen) zu erschließen.

Allerdings kann es beim Navigieren im Hypertext zu Problemen der Desorientierung und der kognitiven Überlastung kommen, die die Konzentration auf den Inhalt des Textes und somit eine tiefere Informationsverarbeitung stören. Zur Desorientierung zählen Phänomene wie die Schwierigkeit, den Umfang des Hypertextes abzuschätzen, die Unsicherheit, von welchem Knoten man zum jetzigen Knoten gelangt ist, die Schwierigkeit zu entscheiden, zu welchem Knoten man als nächstes springen soll, oder die Unsicherheit darüber, welche Knoten bereits besucht wurden.

Um Desorientierung vermeiden zu helfen, können Navigationshilfen, die die Navigationsfreiheit nicht einschränken sollen, bereitgestellt werden. Navigationshilfen bieten auch für den Lernenden Vorteile, wenn sie die kognitiven Prozesse abbilden, die für das Lernen oder Problemlösen notwendig sind. Von den meisten Autoren werden grafische Übersichten über die Struktur des

Hypertextes als unverzichtbare Navigationshilfe angesehen<sup>26</sup>. Ähnlich wie Inhaltsverzeichnisse in linearen Texten sollten Navigationshilfen die Struktur des Hypertextes visualisieren und so beim Aufbau einer mentalen Landkarte dieser Struktur helfen. Dabei sind strukturierte Navigationshilfen rein textueller Navigationshilfen (d.h. nicht nur Text sondern auch eine graphische Darstellung des Inhalts sollte als Hilfe angeboten werden) zu überlegen. Insbesondere scheinen hierarchisch strukturierte Navigationshilfen zu einer Reduktion der wahrgenommenen Desorientierung zu führen<sup>27</sup>. Die Angabe des Umfangs der einzelnen Hypertexte, z.B. in Anlehnung an ein Buch mit Seitenangaben, kann zur Reduktion der Desorientierung beitragen. Als weitere Möglichkeit kann eine Guided Tour, die sich als eine lineare Verkettung von Lernmodulen unter einem ganz bestimmten Blickwinkel definieren lässt<sup>28</sup>, als Beispiel für die Bearbeitung der Telematik genutzt werden. Man kann die Guided Tours entweder zielgruppen- bzw. lehrkontextorientiert oder thematisch orientiert durchführen. Bei der ersteren wird die Anordnung der Lerninhalte auf die Bedürfnisse einer bereits bekannten Zielgruppe oder eines bestimmten Lehrkontexts abgestimmt, während bei der letzteren ein bestimmtes Thema im Vordergrund steht, zu dem sämtliche relevanten Lernmodule herausgegriffen werden.

Welche Konsequenzen sollten aus den hier erzielten Ergebnissen und den Erkenntnissen der Forschung gezogen werden? Wenn das Präsenz-Praktikum „Transistor“ durch die Telematik ersetzt werden soll, sollte überlegt werden, welche Verbesserungsschritte durchgeführt werden können und gewollt sind. Hier gibt es zwei Ansatzmöglichkeiten: a) die technische Seite und b) die didaktische Seite.

Zu a) Die technischen Probleme bei der Telematik sollten zweifelsohne reduziert werden und das System stabiler gemacht werden, um Motivationsverluste und lange Online-Zeiten zu vermindern.

Zu b) Damit die Studenten auf der nicht technischen Seite (Didaktik) von der Telematik mehr profitieren können, sollten die Bereiche Betreuung, Feedback und Kontrolle modifiziert werden. Durch Kontrollmechanismen, wie z.B. Fragen zu jeder Messung stellen und bei fehlerhafter Einstellung der Parameter einen Verweis geben, wo die benötigten Informationen zu finden sind. Links könnten den Studenten helfen sich zu vergewissern, ob sie bei den einzelnen Aufgaben alles richtig gemacht haben. Durch Beispielaufgaben kann veranschaulicht werden, wie ähnliche Aufgaben gelöst werden können (Modellernen). Durch diese Hilfen kann es zu dem erwünschten Effekt kommen, dass sich die Studenten mit dem Lerninhalt intensiver auseinandersetzen und die Unsicherheit der Studenten reduziert wird. Durch eine Einführung in die Lern-

---

<sup>26</sup> Bogaschewsky, B. (1992). Hypertext/Hypermedia-Systeme – Ein Überblick. Informatik-Spektrum, 15, 127-143

Conklin, J. (1987). Hypertext: An introduction and survey. IEEE Computer, 20, 17-41

Gerdes, H. (1997). Lernen mit Text und Hypertext. Lengerich: Pabst

<sup>27</sup> Beasley, R. E. & Waugh, M. L. (1995). Cognitive mapping architectures and hypermedia disorientation: An empirical study. Journal of Educational Multimedia and Hypermedia, 4, 239-255

<sup>28</sup> Brückner, T. (1998). Ein WWW-basiertes Lernsystem zum Thema „Internet“. Unveröffentlichte Diplomarbeit der Fakultät für Informatik Universität Karlsruhe

Lernplattform sollte es den Studierenden ermöglicht werden, sich leichter mit und in diesem Medium zurechtzufinden.

Durch Navigationshilfen, die dem Studenten Informationen über die Größe der einzelnen Seiten und Inhalte geben, kann mit Kapiteln und Unterkapiteln dem Studenten ein Gesamtüberblick der Lerneinheit geben. Aus didaktischen Gründen sollte die Navigationsfreiheit nicht eingeschränkt werden. Des Weiteren kann durch ein Inhaltsverzeichnis mit Kapiteln und Unterkapiteln dem Studenten ein Gesamtüberblick über die Lerneinheit gegeben werden.

Die Frage nach der Erreichung der aufgestellten Ziele kann man positiv beantworten. Als Ziele dieses Praktikums standen im Mittelpunkt der Umgang mit den Neuen Medien und das eigenständige Experimentieren und Erarbeiten der Lehrinhalte. Diese Ziele wurden von den Studierenden erreicht. Der Umgang mit den Neuen Medien wurde durch die telematische Umsetzung der Praxiseinheit erreicht. Bei dem Ziel der eigenständigen Experimentieren und Erarbeiten der Lehrinhalte kann man geteilter Auffassung sein. Einerseits kann man sagen, dieses Ziel wurde nicht erreicht, da die Studenten die Lernziele der Lerneinheit „Transistor“ nach ihrer Selbsteinschätzung nicht in allen Bereichen erreicht haben. Als Gegenargument kann man anführen, dass es sich um Selbsteinschätzungen der Studierenden handelt und diese nicht durch Tests zur Lerneinheit verifiziert wurden. Die Studenten, insbesondere die schlechteren, haben durch die Bearbeitung der Praxiseinheit sowohl experimentiert als auch sich die Lehrinhalte selbstständig erarbeitet. Alle Studenten haben durch die Telematik Schlüsselqualifikationen erreicht. Daher kann dieses Ziel auch als erreicht betrachten.

Die Frage, ob die Telematik weiter im Rahmen des Elektronikpraktikums eingesetzt werden soll oder nicht, sollten zuerst Vor- und Nachteile der Telematik betrachten werden. Die Vorteile der Telematik sind unter anderem die zeit- und ortsunabhängige Durchführung der Praxiseinheiten und die individuelle und eigenständige Bearbeitungsmöglichkeit. Dem stehen als Nachteile gegenüber, dass die konkreten Erfahrungen mit den realen Maschinen und Messgeräten, wie sie die Präsenz-Laborpraktika bieten, verloren geht bzw. auf die virtuelle Ebene verschoben wird. Je komplexer die im Praktikum gestellten Aufgaben, je vielfältiger die Vernetzung der Apparate und je umfangreicher die telematischen Programme werden, desto mehr wächst die Chance, dass das individuelle Vorstellungsvermögen überlastet wird.

Vieles spricht dafür, dass mit der Komplexität der gestellten Aufgaben das Bedürfnis nach intensiver persönlicher Betreuung wächst, zumal es gleichzeitig für die Designer der Lernplattformen schwieriger wird, alle möglichen auftauchenden Lernprobleme der Studenten vorauszu-sehen und in dem Programm zu berücksichtigen. Eine wichtige Rolle wird wohl auch das Ausmaß bereits erworbener technischer Kompetenz bei den Studenten sein: Höhere Semester werden weniger Schwierigkeiten haben als Studienanfänger.

Da bei diesem telematisch durchgeführten Teil des Elektronikpraktikums eine geringe technische Kompetenz erfordert und geringe motorische Anforderungen an die Studenten bei der Präsenzdurchführung gestellt wurden, ist der Wegfall mit den realen Geräten bei der telematischen Durchführung als nicht gravierend zu betrachten. Des Weiteren hatten die Studierenden im vorhergehenden Praktikum intensiven Umgang mit diesen Geräten.

Trotz der hier aufgetretenen Mängel und Probleme bei der Anwendung der Telematik, die mittlerweile beseitigt worden sind, und den obigen Überlegungen sollte dieses im Rahmen des Elektronikpraktikums weiter angewendet werden. Denn wenn die technischen Mängel beseitigt sind, fällt es den Anwendern leichter diese Technik durchzuführen.

### 1.6.3.3 Schlussfolgerungen und Ausblick Telematik

Ein wesentlicher Aspekt für die Beurteilung der Telematik-Praktika ist, dass die Studenten durch das Arbeiten mit dem telematischen Lernangebot in einer neuen Art herausgefordert werden. Die überwiegende Zahl der Studenten reagierte positiv auf diese Herausforderung und begrüßte vor allem die durch die Telematik angebotene größere Freiheit eines zeit- und ortsunabhängigen Lernens und der eigenen Lernorganisation. Was die meisten von ihnen jedoch nicht bewusst registrierten war, dass beim telematischen Lernen neben die gewohnte technische Problemlösung an den Apparaten gleichzeitig die Aufgabe tritt, ein neues, von ihnen trotz der eigenen Selbsteinschätzung noch unzureichend beherrschtes Medium zu nutzen. Zur Bewältigung der Lerneinheit mussten sie sich also auf zwei sehr unterschiedliche Aufgabenbereiche konzentrieren - die Beherrschung der technischen Lerninhalte einerseits und die des Computer gestützten Lernens andererseits. Diese Einschätzung wird durch einen empirischen Befund über alle im INGMEDIA-Projekt bearbeiteten Praktika gestützt: nämlich, dass Akzeptanz und Lernerfolg beim Einsatz Neuer Medien umso unmittelbarer und deutlicher sichtbar wurden je weiter fortgeschritten die Teilnehmer in ihrem Studium waren.

In beiden Praktika traten beim telematischen Lernen im ersten Durchlauf mit den „Prototypen“ der neuen Praktikumsteile technische Probleme und inhaltliche Verständnisschwierigkeiten auf, die zeitliche Verzögerungen verursachten. Ein Teil der Studenten machte derartige technische Mängel des Programms für die bei ihnen auftretenden Phänomene Motivationsverlust und Frustration verantwortlich. Hier zeigt sich jedoch eine signifikante Diskrepanz zwischen Selbst- und Fremdeinschätzung, denn die Betreuer registrierten auch mangelnde individuelle Vertrautheit mit dem Computer und unzureichende Lernstrategien als Ursachen für unbefriedigenden Erfolge einiger Studenten bei der Bewältigung der gestellten Aufgaben. Klagen über unzureichende Betreuung können ein Indiz dafür sein, dass manchen der telematisch arbeitenden Studenten die persönliche Betreuung durch die Lehrenden fehlte. Hier sollte durch aktiveres Verhalten der Betreuer in den Foren, bei interner E-Mail etc. abgeholfen werden.

Realistischerweise muss man zur Kenntnis nehmen, dass die studentische Akzeptanz der Neuerungen auch dadurch eingeschränkt wird, dass jeder einzelne selber seine individuelle Leistung erbringen muss, es ist schwieriger geworden, sich durch Kommilitonen mitziehen zu lassen. Von Seiten der Lehrenden sollte gerechter- und zweckmäßigerweise darauf in der Weise reagiert werden, dass der Umfang der Aufgaben gegenüber dem Status quo ante reduziert wird. Fachhochschulstudierende haben nämlich eine Arbeitsbelastung von ca. 30 Wochenstunden an Lehrveranstaltungen und eine weitere Erhöhung des Arbeitsumfangs sollte den Studierenden nicht zugemutet werden.

Die Vorteile der Telematik sind die zeit- und ortsunabhängige Durchführung der Praktikumseinheiten, die individuelle und eigenständige Bearbeitungsmöglichkeit und die bessere Auslastung der Geräte und Messplätze in den Hochschulen. Dem stehen als Nachteile gegenüber, dass



bestimmte konkrete Erfahrungen mit den Maschinen und Messgeräten, wie sie die Laborpraktika bieten, verloren gehen bzw. auf die virtuelle Ebene verschoben werden. Andererseits werden zusätzliche Erfahrungen mit Messplatzautomatisierung, „remote-control“ von Geräten und professioneller Internetnutzung gemacht, die für das Berufsbild des Ingenieurs zunehmend an Bedeutung gewinnen.

Hinsichtlich des Angebots von vertiefendem Material, von Praxisbeispielen, die über das eigentliche Praktikum hinausgehen, von interessanten Nebenaspekten wie „Historisches“ oder Zusatzaufgaben außerhalb des Pflichtkanons sollten die Lehrenden sich nicht entmutigen lassen: auch wenn solche Angebote nur von einem kleineren Anteil der Teilnehmer genutzt werden haben sie ihren Sinn erfüllt. Außerdem kann man durchaus erwarten, dass Lerngewohnheiten sich mittelfristig in die gewünschte Richtung ändern.

## 1.6.4 Formative Evaluation zum virtuellen Technologiepraktikum

Dieser Beitrag umfasst die Evaluationsergebnisse zum Praktikum „Sensorfertigung“ auf der Basis der Entwicklungs- und Erprobungsarbeiten seit Projektbeginn bis einschließlich Wintersemester 2002/03. Er orientiert sich an den INGMEDIA-Konzepten für das virtuelle Technologie-Praktikum (VTP) und für die hochschuldidaktische Evaluation sowie am didaktischen Konzept für das INGMEDIA-Projekt insgesamt. Diese Evaluation und die Darstellung ihrer Ergebnisse beziehen sich u. a. auf das auch neueren Ansätzen immer wieder zugrundeliegende Evaluationsmodell von Stake (1972). Entsprechend wird nachstehend im Abschnitt 1 (Konzeptevaluation) das Konzept des virtuellen Technologiepraktikums differenziert nach den Aspekten Voraussetzungen, Prozesse und Ergebnisse dargestellt und auf seine innere Schlüssigkeit untersucht. Abschnitt 2 (Umsetzungsevaluation) umfasst die Evaluation der bisherigen Umsetzung des VTP. Diese erfolgt mit Blickrichtung auf empirische Zusammenhänge zwischen Voraussetzungen, Prozessen und Ergebnissen. Diese empirischen Zusammenhangserkenntnisse sowie Vergleichsbezüge zu den dazugehörenden Konzeptaspekten gehen abschließend in eine zusammenfassende Bewertung ein, verbunden mit ersten Schlussfolgerungen, Empfehlungen bzw. Perspektiven für die Weiterentwicklung dieses INGMEDIA-Teilprojekts sowie seiner Evaluation (Abschnitt 3: Zusammenfassende Bewertung und Weiterentwicklung).

### 1.6.4.1 Abschnitt 1: Konzeptevaluation

#### 1.6.4.1.1 Prozessebene

Den Kern des VTP-Konzepts bilden die Lern- und Arbeitsprozesse von Studierenden verschiedener Hochschulen bzw. anderer INGMEDIA-Nutzer etwa im Rahmen von Weiterbildungsangeboten der beteiligten Hochschulen. Das geplante Lernen und Arbeiten umfasst in der ersten Prozessphase die Nutzung der virtuellen, in LabVIEW programmierten Laboratorien. Diese erste Phase soll als Vorbereitung auf die zweite Prozessphase dienen, das kompakte Praktikum an den modernen Fertigungsanlagen mit fertigungsgerechter Umgebung (Reinraum; FH Abt. Zweibrücken). Dabei sollen die virtuellen, vorbereitenden Laboratorien einerseits von den Studierenden als separates Simulationsmodul erprobt werden. Offenbar als Brücke zwischen den beiden Prozessphasen sollen sie aber auch während der Präsenzphasen im realen Praktikum zum Einsatz kommen. In der Präsenzphase in Zweibrücken soll dank der virtuellen Vorbereitung die volle Aufmerksamkeit den realen Geräten zukommen. Dies soll im VTP am Demonstrationsprozess der Herstellung eines mikrotechnischen Drucksensors realisiert werden.

Dabei soll das Laborpraktikum explizit im Mittelpunkt der Lehrveranstaltung Mikrotechnik stehen. Das VTP soll eine Kombination von virtueller Kursvorbereitung, parallel dazu erarbeiteten theoretischen Grundlagen und eines kompakten realen Laborkurses darstellen.

Das geplante Bedienungstraining der Studierenden für die realen Maschinen in Zweibrücken soll in Form von virtuellen Tutorien stattfinden. Diese Tutorien sollen eine produktive Lernform mit aktivierender Lernumgebung darstellen und ein zielgerichtetes, ganzheitliches und von den Studierenden selbstbestimmt durchgeführtes Lernen ermöglichen mit individueller Lerngeschwindigkeit, Selbstkontrolle und Überprüfung des Wissensstandes für alle Teilnehmer. Im Zentrum des virtuellen Trainingsprozesses stehen die Simulationen von Tätigkeiten wie z.B. die Bedienung der gesamten Steuerung bzw. der mechanische Zugriff auf einzelne Maschinenteile

sowie das Einstellen einzelner Prozessparameter z.B. über Drehknöpfe und Buttons. Dabei sollen die gesamte Prozesskette überblickt sowie Anzeigen der vom Anwender vorgenommenen Änderungen erfasst werden. Auch beim Entwickeln optimaler Parametereinstellungen bzw. beim Berücksichtigen von Messgrenzen sollen physikalische Zusammenhänge z.B. durch die Abbildung von Maschinenkennlinien in einfacher Weise näher gebracht bzw. erarbeitet werden.

#### 1.6.4.1.2 Voraussetzungsebene:

Als Voraussetzungen werden nachstehend Aussagen des VTP-Konzeptes bzgl. gegebener, zu berücksichtigender und zu schaffender Ausgangsbedingungen für die o. a. Prozesse dargestellt.

Als ein zentraler Ausgangspunkt wird benannt, dass das Lernen an und Üben mit den realen technischen Anlagen in Zweibrücken sehr zeit- und kostenintensiv ist. Dies dient (s. Ergebnisebene) einerseits als Argument für die Effizienz der geplanten VTP-Vorgehensweise. Gleichzeitig definiert dies andererseits Anordnungen an die zu entwickelnde Simulationssoftware.

Insgesamt wird als im Simulationsangebot zu realisierende Aufgabe genannt, die Datenverarbeitung und hohe Komplexität des gesamten sequenziell gestaffelten Fertigungsprozesses eines mikrotechnischen Drucksensors einfach und gleichzeitig realistisch abzubilden. Dem kommt auf der Voraussetzungsebene entgegen, dass insbesondere die Abbildung rechnergesteuerter Maschinen<sup>2)</sup> sehr gut in der Programmierumgebung LabVIEW verwirklicht werden kann. Auf der Voraussetzungsebene geht es dabei darum, geeignete Fertigungsprozesse auszuwählen und unter Verwendung von sinnvollen Maschinen- und Prozessparametern als Simulation zu entwickeln. Diese Umsetzung der Prozessabläufe in interaktive und animierte Lerneinheiten umfasst im VTP-Konzept: die Entwicklung und Bereitstellung realitätsnaher Bedienoberflächen für die virtuellen Fertigungsmaschinen in Verbindung mit entsprechend aufbereiteten Lernsequenzen bzw. Trainingseinheiten.

Für den Hochtemperaturofen stellt sich die differenzierte VTP-Voraussetzungsplanung bzgl. der technischen Komponenten z.B. folgendermaßen dar: Da ein Beschichtungsprozess in der Realität z. T. 24 Stunden dauern kann, ist den Studierenden bei laufender Simulation die Möglichkeit zu geben, eine Art Zeitraffung in Form einer analogen Beschleunigungseingabe vorzunehmen. Das Ergebnis der Simulation – eine Schichtdicke – ist dann z.B. mit Hilfe von hinterlegten Messtabellen über in LabVIEW angebotene Interpolationsfunktionen zu berechnen und den Studierenden in einem weiteren Programm anzuzeigen. Ferner sind realitätsbezogen vertretbare Vereinfachungen im Bereich der manuellen Bedienung und in der Auswahl der zu variierenden Prozessparameter vorzunehmen. Trotzdem ist zu gewährleisten, dass von Studierenden falsch vorgenommene Einstellungen mit Hilfe der realen Kenndaten überprüft werden können. Auch ein didaktisch reduziert simulierter Prozess darf sich nur dann durchführen lassen, wenn alle Eingaben innerhalb der Grenzwerte korrekt sind und alle weiteren Einstellungen wie an der realen Maschine richtig vorgenommen wurden.

Neben diesen technisch-didaktischen Voraussetzungsaspekten werden im INGMEDIA bzw. VTP-Konzept als zu berücksichtigende Voraussetzungen die besonderen Lernansprüche studierender Frauen erwähnt. U. a. wird auf das Problem der Vereinbarkeit von Studium und Familienaufgaben Bezug genommen und auf Befunde, dass Frauen bei Studienbeginn häufiger als

Männer aus Distanz zu Inhalt und Form des Studiums Abbruchneigungen zeigen und stärker als Männer ein praxisorientiertes Lernen wünschen.

#### 1.6.4.1.3 Ergebnisebene:

Mit den auf der Prozessebene erläuterten Angeboten soll mittels des VTP eine neue Generation von Hochschullaborpraktika entwickelt werden. In einer auch hochschuldidaktischen Neukonzeption mit dem Laborpraktikum als explizitem Mittelpunkt der Lehrveranstaltung Mikrotechnik soll somit eine praxisorientierte und industrienaher Ausbildung von Ingenieuren in innovativen Technologien und Arbeitsprinzipien realisiert werden. Die bisher häufig auf die Vermittlung von theoretischem Grundlagenwissen, Präsentation von Beispielen und Anschauung durch Exkursionen beschränkte technologische Ausbildung soll dadurch überwunden werden.

Mit dem VTP sollen gleichzeitig ökonomische und hochschuldidaktische Ziel erreicht werden. Solche modernen Laborpraktika sollen effizient sein, indem sie am Simulationsbeispiel der Parameteroptimierung einer Prozesskette dazu befähigen, gewonnene Kenntnisse für andere Bereiche der Fertigungskette wie z.B. CVD-Prozesse (= Chemical Vapor Deposition) zu verwenden (exemplarisches Lernen). Dies soll bereits im Simulationstraining ermöglicht werden, ohne dass an realen Fertigungsmaschinen tatsächlich ein zeitaufwendiger Fertigungsprozess durchgeführt werden muss, also ohne dass Folgekosten durch fehlerhafte Bedienung entstehen können. Durch die mit den Simulationstutorien ermöglichten flexiblen Organisationsformen hinsichtlich Zeit und Ort und die daran anknüpfende hochschulübergreifende Kooperationen sollen Synergieeffekte erzielt und in vielen Bereichen Mehrfachinvestitionen für Standard- und Grundausrüstungen vermieden werden. Satt dessen soll ein finanzieller Spielraum entstehen für die moderne Ausrüstung eines jeden Hochschulstandorts mit hochspezialisiertem Equipment, das dann übergreifend genutzt werden kann.

Mittels VTP sollen auch Weiterbildungsangebote über die grundständigen Studiengänge hinaus entwickelt werden können, welche die Vereinbarkeit von Studium und Familienaufgaben, z.B. für Frauen, ermöglichen und die auf der Voraussetzungsebene (s. o.) angesprochenen stärkeren Abbruchneigungen von Frauen im Ingenieurstudium überwinden.

Hochschuldidaktisch steht beim VTP in der vorbereitenden ersten Phase des Simulationstrainings die kognitive Ebene (Fach- und Methodenkompetenz; Reproduktion, Reorganisation, Transfer<sup>3</sup>) im Zielzentrum. Parallel zur Erarbeitung bzw. Vermittlung theoretischer Grundlagen sollen im Simulationstraining selbst einzelne Faktenkenntnisse und Fachbegriffe in der industrienahen Anwendung erinnert und gefestigt sowie in ihren Zusammenhängen untereinander z.B. als Gesamtprozesskette intensiver und in ihrer praktischen Bedeutung nachhaltiger verstanden werden. Diese kognitive Plattform soll die Basis für Wiedererkennungseffekte, Erfolgserlebnisse und weitere Nachhaltigkeitssteigerungen in der zweiten Phase, der realen Reinraumfertigung, bilden.

Damit sind auch bereits affektive Zielorientierungen des VTP angesprochen. Durch dieses Angebot aktueller Technologieausbildung soll nicht nur das Studium insgesamt attraktiver und moderner werden, sondern auch eine erfolgsoversichtliche und selbstsichere Zuwendung der Studierenden zu beispielhaften hochkomplexen Fertigungsprozessen erreicht werden. Mögliche Sorgen bzw. Unsicherheiten aufgrund der hochkomplexen und teuren Fertigungsprozesse und

–geräte sollen durch das vorbereitende Simulationstraining sowohl auf Seiten der Studierenden als auch der Betreuenden und Verwalter der kostspieligen Fertigungsmaschinen überwunden werden.

Das gleichzeitige Bemühen des Simulationstrainings um von den Studierenden selbstbestimmt durchgeführtes Lernen mit individueller Lerngeschwindigkeit, Selbstkontrolle, Überprüfung des Wissensstandes etc. drückt darüber hinaus eine deutliche Zielorientierung zu Selbstkompetenz und Eigenständigkeit aus.

Diese kognitiven und affektiven Zielorientierungen des Simulationstrainings dienen als Vorstufe und Grundlage der für die Lehrform Laborpraktikum zentralen Zielebene der motorisch-manuellen Fertigkeiten. Das Simulationstraining soll die korrekte, schnelle Bedienung der hochkomplexen Fertigungsgeräte im Reinraum und die damit verbundenen, auch besonderen haptischen Lernchancen ermöglichen bzw. gewährleisten.

#### 1.6.4.1.4 Schlüssigkeit des Konzepts:

Das VTP-Konzept besitzt eine sehr hohe Schlüssigkeit. Sowohl die ökonomischen, als auch die hochschuldidaktischen Argumentationen sind sehr überzeugend, fast zwingend.

Gerade an den praxisorientierten Fachhochschulen macht es hochschuldidaktisch sehr viel Sinn, wie beim VTP geplant, die Laborpraktika ins Zentrum des Lehrangebots zu stellen. Im Kontext von Orientierungen und Entwicklungen wie „lebenslanges Lernen“, „problem based learning“ und projektorientiertem Lernen bieten die Laborpraktika einen sehr guten Anknüpfungspunkt für das angestrebte nachhaltige, anwendungsbezogene Lernen in Studien- und Weiterbildungsangeboten.

Gerade bei den finanziell i. d. R. vergleichsweise schlecht ausgestatteten Fachhochschulen gelingt dies angesichts der z. T. hohen Technologiekosten, wie beim VTP geplant, effizient nur in fachhochschulübergreifenden Kooperationen.

Neben dem ökonomischen Aspekt legen dabei auch der hochschuldidaktische Vorbereitungs- und Wiederholungseffekte die für das VTP geplante Staffelung in eine erste Simulationsphase virtueller Technologie und eine darauf aufbauende zweite Fertigungsphase mithilfe realer Technologie nahe. Hochschuldidaktisch hervorzuheben ist hierbei, dass das VTP-Projekt die besonderen, ganzheitlichen, auch haptisch-gegenständlichen Lernchancen des Laborpraktikums nicht etwa telematisch ersetzt bzw. eliminiert, sondern im Gegenteil virtuell vorbereitet und damit absichert. VTP verfolgt also den gerade für Laborpraktika hochschuldidaktisch gebotenen Ansatz des „blended learning“. Allerdings macht der VTP-Ansatz hochschuldidaktisch nur dann Sinn, wenn im Reinraum in Zweibrücken konkrete Experimentiermöglichkeiten eröffnet werden sollen und können. In anderen Fällen ist von der ökonomischen Argumentation des VTP-Ansatzes her mittelfristig u. U. eine telematische Nutzung erstrebenswert.

Solche virtuelle Simulationsvorbereitung bietet sich für viele Laborpraktika an, da ja inzwischen viele Versuche und Technologien ohnehin rechnergestützt durchgeführt werden; rechnergestützte Simulationen lassen sich also zunehmend entsprechend leicht entwickeln. Evtl. Grenzen der Technologieübertragbarkeit in Simulationen dürften, wie seitens VTP vermutet, vermutlich

als didaktische Reduktion zumindest vertretbar, wenn nicht gar sinnvoll sein. Auch diese Argumentation des VTP ist schlüssig.

Unklarheiten in der Konzeptsschlüssigkeit bestehen aufgrund hierzu bisher fehlender Veröffentlichungen allerdings hinsichtlich der genauen Gestaltungsabsichten des virtuellen Tutorienprozesses (Zeitpunkte und Zeitdauer, Einzel-/Gruppenarbeit, in der Hochschule oder außerhalb, Betreuung bzw. Beratung...?). Dabei kommt dem Aspekt der Einzel- bzw. Gruppenarbeit insoweit besondere Bedeutung zu als die Möglichkeit zur Gruppenarbeit ein besonderes und wichtiges Merkmal der Lehrform Laborpraktikum darstellt und zumindest potentiell besondere Lernchancen hinsichtlich der Sozialkompetenz eröffnet. Gerade diese Lernchancen könnten ja beim i. d. R. individuell orientierten eLearning-Einsatz gefährdet sein.

Unklar bleibt konzeptionell bisher ebenfalls ob und ggfs. wann, wie und inwieweit verbindlich die theoretischen Grundlagen für das VTP in vorgelagerten oder parallelen Lehrangeboten vermittelt bzw. erarbeitet werden oder ob dies im Rahmen des VTP-Angebots selbst geschehen soll.

Zwar wirkt die Vielfalt und komplexe Verwobenheit der mit dem zweiphasigen VTP angestrebten Ziele bei aller inneren Konzept-Schlüssigkeit mit Blickrichtung auf eine zeitnahe komplette Realisierung etwas überambitioniert, jedoch ist zu bedenken, dass der Zeithorizont für die Realisierung über die Dauer des Projekts INGMEDIA hinausreicht.

#### 1.6.4.2 Abschnitt 2: Umsetzungsevaluation

##### 1.6.4.2.1 Prozessebene

Die Umsetzung des vorstehend analysierten VTP-Konzepts konnte bisher je einmal in den zwei zentralen Prozessen evaluiert werden. 20 Hochschulmitglieder der FH Aachen (davon zwei wiss. Mitarbeiter, eine weiblich; Rest Studierende des Maschinenbauhauptstudiums, alle männlich; im Folgenden Teilnehmer genannt) nahmen zwischen dem 17.12.02 und 21.1.2003 am ersten VTP-Prozesselement, dem Simulationstraining teil.

7 dieser Personen (davon eine wiss. Mitarbeiterin der FH Aachen) absolvierten in der Zeit vom 17.2. bis 22.2.03 (jeweils ganztägig) das Reinraumpraktikum in Zweibrücken. Die restlichen vorherigen Trainingsteilnehmer waren diesmal terminlich verhindert und sollten das Praktikum in Zweibrücken im Juli 2003 nachholen.

Damit bezieht sich die hier vorgelegte Evaluation leider erst auf eine sehr kleine „Stichprobe“/Probandengruppe. Dies schränkt natürlich ihre Aussagekraft insbesondere, was die quantitativen Angaben zum Reinraumpraktikum in Zweibrücken angeht, deutlich ein.

Sowohl das Simulationstraining in Aachen als auch das Reinraumpraktikum in Zweibrücken wurden beobachtet sowie die entsprechenden schriftlichen Unterlagen analysiert. Die Beobachtungen und Analysen in Aachen wurden der Gestaltung der weiteren nachstehend genannten Erhebungen in Aachen und Zweibrücken zugrundegelegt. Sowohl in Aachen als auch in Zweibrücken wurden die Teilnehmer mittels Fragebögen (s. Anhang) zu Voraussetzungen, Prozessen und Ergebnissen ihrer Teilnahme befragt. Z.T. wurden zur Perspektivenverschränkung zusätzlich die Betreuer gebeten, diese Fragebögen ebenfalls und zwar so auszufüllen, wie ihrer

Erwartung nach die Mehrzahl der Teilnehmer antworten würde. Beim abschließenden FTP 500-Simulationstraining in Aachen wurde am 21.1.03 mit einem der beiden beteiligten wiss. Mitarbeiter das Evaluationsverfahren des ‚stimulated recall‘ durchgeführt: Videobeobachtung bei lautem Denken mit anschließender Playbackauswertung. Ferner fanden in Aachen zahlreiche Gespräche und Rückkopplungen mit den Entwicklern und Betreuern statt. In Zweibrücken wurden abschließend kurze Videointerviews mit den Betreuern durchgeführt.

Das Simulationstraining wurde im WS 2002/3 in Aachen als PC-Raum-Praktikum mit vier je dreistündigen (Zeitstunden) Angeboten im Wochenabstand durchgeführt. Dabei handelte es sich hier um die vier letzten Termine des Semesters innerhalb eines anderen bisher von Herrn Kämper angebotenen und entsprechend verkürzten Praktikums. Diese vier Termine wurden für das Simulationstraining genutzt und zwar in der nachstehend genannten Reihenfolge für jede der vier simulierten Teilprozesse bzw. Maschinen: Hochtemperaturofen, Mask Aligner, Sputter Coater und FTP 500 (im folgenden als M1 bis M4 durchnummeriert). Die Teilnehmer arbeiteten dabei in selbst gewählten und bei allen vier Terminen gleichbleibenden Paaren an PC-Arbeitsplätzen mit der entsprechenden INGMEDIA-Software und wurden dabei von Frau Merzen, z. T. auch von Prof. Kämper, betreut und beraten. Zu Beginn erhielten sie dabei jeweils nochmals eine kurze (5-10 Minuten) Einführung. Sie nahmen u. a. Bezug auf die bereits rechtzeitig ( mindestens eine Woche ) vorher ausgehändigten schriftlichen Handouts zu den jeweiligen Maschinen. Es gab jeweils zwei Handouts: eines mit Hilfen zur jeweiligen Maschinenbedienung/Simulationsbearbeitung (zwischen 9/M1 und 24/M2 Seiten) und eines zum theoretischen Hintergrund (8/M4 bis 27/M2 Seiten).

Das Reinraumpraktikum in Zweibrücken umfasste im wesentlichen die den Simulationsmaschinen M1, M2 und M4 entsprechenden realen Fertigungsprozesse. D.h. der Sputter Coater, M3, konnte diesmal aus technischen Gründen nur eingeschränkt erst gegen Ende der Woche (nicht mehr hochschuldidaktisch beobachtet) in der Realität erprobt werden. Die Versuchsprozesse wurden dort in (bei einzelnen Prozessen unterschiedlich zusammengesetzten) 3-er bzw. 4-er Gruppen durchgeführt; zu den Aachener Teilnehmern waren einige Zweibrückener Studierende hinzugekommen, die das Simulationstraining nicht durchgeführt hatten, dafür aber bereits teilweise mit der Fertigungsanlage vor Ort vertraut waren. Zusätzlich zu den realen Fertigungsprozessen lernten die Teilnehmer hier noch Sicherheits- und Hygieneaspekte kennen und berücksichtigen. Betreut wurden die Praktikumsprozesse von Zweibrückener Lehrenden, die zum Großteil das Simulationstraining von INGMEDIA nicht kannten.

Anhand der Prozessevaluation in Aachen lässt sich zusammenfassend feststellen: die angebotene Simulationssoftware wurde von allen Studierenden bei allen vier Maschinen im vorgegebenen Rahmen erfolgreich genutzt. D.h. alle Benutzerpaare hatten die jeweils gestellten Simulationsaufgaben nach drei Zeitstunden bewältigt.

Die Teilnehmer kamen in der Beobachtung aber auch nach eigenen Angaben mit der angebotenen Simulationssoftware in der Mehrzahl gut bzw. sehr gut zurecht: 40% der Antwortenden bei M2 (Mask Aligner) bis 60 % bei M3 (Sputter Coater). Schon bei dieser Angabe fällt der Mask Aligner M2 allerdings etwas aus dem Rahmen der ansonsten positiven Rückmeldung. Denn bei M2 geben immerhin 45% der Antwortenden an, mit der Software schlecht bzw. gar

nicht zurecht gekommen zu sein während sich bei den anderen Maschinen lediglich 5 bis 20 % entsprechend äußern. Lediglich bei M2 (60%) und M1 (50%) äußern viele Teilnehmer Motivationsverluste aufgrund technischer Funktionsprobleme.

Bei allen Maschinen reichte die Simulationszeit zum Durchspielen verschiedener Prozessparameter:

Ich (wir ) konnte(n) die verfügbare Praktikumszeit ausreichend zum Durchspielen verschiedener Prozessparameter nutzen

	M1 (Hochtemperaturofen)		M2 (Mask Aligner)		M3 (Sputter Coater)		M4 (FTP 500)	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
ja	19	95,0%	18	90,0%	17	85,0%	18	90,0%
nein	1	5,0%	2	10,0%	3	15,0%	2	10,0%

Bei allen Maschinen wurde die Praktikumszeit für die Bewältigung der Simulationsaufgaben von den Teilnehmern sogar, und zwar zunehmend, als zu lang beurteilt.

1 = passend  
2 = zu kurz  
3 = zu lang

Die Praktikumszeit war für die Bewältigung der jeweiligen Aufgaben ...

	M1 (Hochtemperaturofen)		M2 (Mask Aligner)		M3 (Sputter Coater)		M4 (FTP 500)	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
passend	9	45,0%	6	30,0%	5	25,0%	4	20,0%
zu lang	11	55,0%	14	70,0%	15	75,0%	16	80,0%

Die Daten der Tabelle lassen als Ursache für die von Maschine zu Maschine zunehmend als zu lang empfundene Bearbeitungszeit gewisse Eingewöhnungseffekte vermuten.

Für das Vorgehen (Aufmerksamkeitszuwendung, Zeiteinsatz) während der Simulationszeit waren für die Teilnehmer bei allen Maschinen Zielorientierungen in folgender Reihenfolge entscheidend:

1. Verstehen der technischen Prozesse der realen Maschine
2. Softwaremäßige Bewältigung der Simulationsschritte
3. Aufbau von Zuversicht und Erfolgsgewissheit
4. Erarbeitung theoretischer Hintergründe.

Lediglich bei M2 beanspruchte die softwaremäßige Bewältigung der Simulationsschritte eine demgegenüber noch leicht überdurchschnittliche Aufmerksamkeitszuwendung.

Außer beim Hochtemperaturofen war den Teilnehmern während des Praktikums nicht immer klar, was da an der realen Maschine wie ablaufen würde.



V31	Verständnis für den Ablauf an der realen Maschine während der einzelnen Simulationsprozesse - M1 (Hochtemperaturofen)		Verständnis für den Ablauf an der realen Maschine während der einzelnen Simulationsprozesse - M2 (Mask Aligner)		Verständnis für den Ablauf an der realen Maschine während der einzelnen Simulationsprozesse - M3 (Sputter Coater)		Verständnis für den Ablauf an der realen Maschine während der einzelnen Simulationsprozesse - M4 (FTP 500)	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
sehr groß	8	40,0%	2	10,0%	1	5,0%	4	20,0%
groß	5	25,0%	3	15,0%	6	30,0%	4	20,0%
teils, teils	3	15,0%	6	30,0%	4	20,0%	3	15,0%
gering	3	15,0%	6	30,0%	5	25,0%	6	30,0%
gar nicht	1	5,0%	3	15,0%	4	20,0%	3	15,0%

Die Teilnehmer betonen bei allen Maschinen die Wichtigkeit des Zugriffs auf schriftliche Handouts für die erfolgreiche Simulationsdurchführung (sehr bzw. wichtig: 50 % bei M4 bis 75 % bei M1 und M3; nicht bzw. gar nicht wichtig 0 % bei M3 sonst 10 %).

Sie beurteilten (1 = sehr gut bis 5 = mangelhaft) die Handouts für die einzelnen Maschinen nach folgenden Kriterien:

1. Klarheit der einzelnen Arbeitsschritte (Reihenfolge und Details)
2. Vermittlung von Zuversicht und Erfolgsgewissheit
3. erste Vertrautheit mit der realen Maschine
4. Infos bzw. Anregung bzgl. theoretischer Vertiefung.

Die hier wiedergegebene Reihenfolge spiegelt die Rangfolge positiver Beurteilungen zu den einzelnen Kategorien über alle Maschinen hinweg wieder.

Dabei erhält die Maschine M4 (FTP 500) insgesamt und in drei der vier Kategorien die beste Bewertung (Mittelwerte): Klarheit (2,29), Zuversicht (2,33), Realitätsbezug (2,40). Über alle Kategorien hinweg ergibt sich in positiver Beurteilung folgende Reihenfolge: M4, M1, M3, M2.

M2 wird insgesamt und speziell hinsichtlich Klarheit (3,30; 50 % der Befragten urteilen mit ausreichend bzw. mangelhaft) und Zuversicht (3,44; 55 % der Befragten urteilen mit ausreichend bzw. mangelhaft) am schlechtesten beurteilt.

M4 schneidet in der Teilnehmerbeurteilung lediglich bzgl. Theorievertiefung schlecht, hier sogar am schlechtesten, ab (2,94). Diesbezüglich erhalten die Handouts des Hochtemperaturofen M1 die beste Beurteilung.

Die in der Simulationssoftware enthaltenen Rückmeldungen /Reaktionsnachweise zu ausgeführten Manipulationen hält jeweils die Mehrzahl der Befragten bei allen Maschinen für verbesserungsbedürftig: M1: 50%; M4: 60 %; M2: 65 %; M3: 70%. Interessanterweise verschiebt sich diese Beurteilung zum Ende des Reinraumpraktikums deutlich zugunsten der Simulationssoftware.

Zur Nutzung der bisher lediglich zu M2 angebotenen Videodarstellungen ergibt sich folgende Rückmeldung:

**Aufmerksamkeit der Rezeption der angebotenen Videos über die Fertigungsprozesse an der realen Maschine M2 (Mask Aligner)**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	aufmerksam angeschaut	14	70,0	70,0	70,0
	flüchtig angeschaut	4	20,0	20,0	90,0
	gar nicht angeschaut	2	10,0	10,0	100,0
	Gesamt	20	100,0	100,0	

a. Gruppenzugehörigkeit = StudentInn

**Nutzen der angebotenen Videos über die Fertigungsprozesse an der realen Maschine M2 (Mask Aligner) für die sachgerechte Bearbeitung der Simulationssoftware**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	sehr hilfreich	6	30,0	31,6	31,6
	etwas hilfreich	10	50,0	52,6	84,2
	gar nicht hilfreich	3	15,0	15,8	100,0
	Gesamt	19	95,0	100,0	
Fehlend	keine Angabe	1	5,0		
Gesamt		20	100,0		

a. Gruppenzugehörigkeit = StudentInn

**Nutzen der angebotenen Videos über die Fertigungsprozesse an der realen Maschine M2 (Mask Aligner) für das Verständnis der Prozesse an der realen Maschine**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	sehr hilfreich	11	55,0	64,7	64,7
	etwas hilfreich	5	25,0	29,4	94,1
	gar nicht hilfreich	1	5,0	5,9	100,0
	Gesamt	17	85,0	100,0	
Fehlend	keine Angabe	2	10,0		
	System	1	5,0		
	Gesamt	3	15,0		
Gesamt		20	100,0		

a. Gruppenzugehörigkeit = StudentInn

Die Videodarstellung wurde also erfolgreich genutzt, vor allem für das Verständnis der realen Maschinenprozesse.

Am Ende des Reinraumpraktikums äußern sich die Teilnehmer zu Videos wie folgt:

	Mehr Videos/Fotos wären nützlich gewesen (M1)		Mehr Videos/Fotos wären nützlich gewesen (M2)		Mehr Videos/Fotos wären nützlich gewesen (M3)		Mehr Videos/Fotos wären nützlich gewesen (M4)	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
v19								
stimme voll zu	2	28,6%	4	57,1%	3	42,9%	4	57,1%
stimme zu					2	28,6%	2	28,6%
teils, teils	4	57,1%	2	28,6%	2	28,6%		
stimme nicht zu	1	14,3%	1	14,3%			1	14,3%

	Die Durchführung des Simulationspraktikums (M1 - M4) hat Spaß gemacht	
	Anzahl	%
sehr groß	6	30,0%
groß	4	20,0%
teils, teils	7	35,0%
wenig	3	15,0%

Die Durchführung des Simulationspraktikums hat der Mehrzahl der Teilnehmern (nicht nach Maschinen differenziert erhoben) Spaß gemacht.

Zur In Aachen praktizierten Partnerarbeit ergeben die Erhebungen in Übereinstimmung mit den hochschuldidaktischen Beobachtungen folgendes Bild:

	Die Zusammenarbeit mit einem Kommilitonen im Praktikum war für meinen Lernerfolg wichtig - M1 (Hochtemperaturofen)		Die Zusammenarbeit mit einem Kommilitonen im Praktikum war für meinen Lernerfolg wichtig - M2 (Mask Aligner)		Die Zusammenarbeit mit einem Kommilitonen im Praktikum war für meinen Lernerfolg wichtig - M3 (Sputter Coater)		Die Zusammenarbeit mit einem Kommilitonen im Praktikum war für meinen Lernerfolg wichtig - M4 (FTP 500)	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
V24								
sehr wichtig	6	30,0%	4	20,0%	4	20,0%	3	15,8%
wichtig	6	30,0%	8	40,0%	9	45,0%	8	42,1%
teils, teils	4	20,0%	4	20,0%	3	15,0%	4	21,1%
weniger wichtig	3	15,0%	3	15,0%	3	15,0%	2	10,5%
gar nicht wichtig	1	5,0%	1	5,0%	1	5,0%	2	10,5%

	Praxis mit dem Praktikumpartner	
	Anzahl	%
V26		
gleichbleibende Arbeitsteilung über alle Maschinen hinweg	8	42,1%
von Maschine zu Maschine wechselnde Arbeitsteilung	1	5,3%
innerhalb jdr Maschinenbearbeitg wechselnde Arbeitstlg	10	52,6%

Durchweg etwa 60% der Befragten halten also diese Partnerarbeit beim Simulationspraktikum für sehr wichtig bzw. wichtig.

Die dabei gewählte Kooperationsform bzw. Arbeitsteilung beschreiben die Teilnehmer so:

Sie bewerten diese Vorgehensweise rückblickend:

V27	Beurteilung der Vorgehensweise für meinen Lernerfolg - M1 (Hochtemperaturofen)		Beurteilung der Vorgehensweise für meinen Lernerfolg - M2 (Mask Aligner)		Beurteilung der Vorgehensweise für meinen Lernerfolg - M3 (Sputter Coater)		Beurteilung der Vorgehensweise für meinen Lernerfolg - M4 (FTP 500)	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
sehr förderlich	6	31,6%	6	31,6%	5	26,3%	7	41,2%
förderlich	9	47,4%	8	42,1%	8	42,1%	6	35,3%
teils, teils	3	15,8%	3	15,8%	4	21,1%	2	11,8%
weniger förderlich			1	5,3%	1	5,3%	1	5,9%
gar nicht förderlich	1	5,3%	1	5,3%	1	5,3%	1	5,9%

Mit der hier selbst getroffenen Partnerwahl war die Mehrzahl der Teilnehmer rückblickend zufrieden:

V25	Richtigkeit Partnerwahl Praktikum für Lernerfolg - (M1)		Richtigkeit Partnerwahl Praktikum für Lernerfolg - (M2)		Richtigkeit Partnerwahl Praktikum für Lernerfolg - (M3)		Richtigkeit Partnerwahl Praktikum für Lernerfolg - (M4)	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
sehr	5	25,0%	5	25,0%	5	25,0%	4	21,1%
richtig	7	35,0%	8	40,0%	7	35,0%	6	31,6%
teils,	4	20,0%	4	20,0%	4	20,0%	4	21,1%
weniger	2	10,0%	1	5,0%	2	10,0%		
gar nicht	2	10,0%	2	10,0%	2	10,0%	5	26,3%

Dies kann im Zusammenhang mit mehrheitlicher vorheriger Kooperation der jeweiligen Paare gesehen werden:

#### Vorherige fachliche Zusammenarbeit mit dem Praktikumspartner

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig mehrfach	12	60,0	60,0	60,0
nie	8	40,0	40,0	100,0
Gesamt	20	100,0	100,0	

a. Gruppenzugehörigkeit = StudentInn

Die Betreuung während des Simulationstrainings wurde von den Teilnehmern durchweg positiv beurteilt (1= sehr gut ....5 = mangelhaft). Die Ergebnisse stellen für die einzelnen Maschinen wie folgt dar:

	Mittelwert	positive Bewertungen (Noten 1 und 2)
M1:	1,79	80%
M2:	2,16	60%
M3:	1,95	60%
M4:	1,95	70%

Lediglich beim Mask Aligner , M2, gab es mit 15% (Note 4) überhaupt schlechtere Bewertungen als befriedigend.

Aus der hochschuldidaktischen Beobachtung lässt sich die Betreuung als beispielhaft lernfördernd beurteilen: zurückhaltend, mitgehend, nur jeweils die notwendige minimale Hilfestellung anbietend, fordernd und hinführend zugleich, dadurch Lernchancen eröffnend. Die Bedeutung

der Betreuung verdeutlicht auch die für alle Maschinen durchgängige 60 bis 70%ige Ablehnung der Aussage: *Eine ferndiagnostische Betreuung (Telefon, E-Mail, Chat...) bei privater Bearbeitung der Simulationssoftware außerhalb einer Lehrveranstaltung hätte mir ausgereicht.*

Zahlreiche der bisher aus Teilnehmersicht und Veranstaltungsbeobachtung beschriebenen Prozessaspekte konnten durch den am 21.1.03 an M4 durchgeführten ‚stimulated recall‘ erhärtet und konkretisiert werden. Hier zeigt sich im Detail, dass prozessuale Simulationsziele wie ‚Bedienung der gesamten Steuerung bzw. der mechanische Zugriff auf einzelne Maschinenteile sowie das Einstellen einzelner Prozessparameter z.B. über Drehknöpfe und Buttons bzw. das Entwickeln optimaler Parametereinstellungen‘ im Simulationstraining positiv realisiert werden.

Die Prozesse des Reinraumpraktikums in Zweibrücken werden nach erhobenen Evaluationsdaten nachstehend erläutert. Alle Befragten fanden die einwöchige Dauer des Praktikums gerade richtig. Die jeweils verfügbare Praktikumszeit wurde aus Teilnehmersicht durch Aufgabenstellung und Betreuung den Simulationsvorkenntnissen der Teilnehmer entsprechend angemessen genutzt: Die Teilnehmer konnten laut eigenen Angaben die verfügbare Praktikumszeit ausreichend zum Durchspielen verschiedener Prozessparameter (Experimentieren) nutzen.

Für das Vorgehen (Aufmerksamkeitszuwendung, Zeiteinsatz) während des Reinraumpraktikums waren für die Teilnehmer bei allen Maschinen Zielorientierungen in folgender Reihenfolge entscheidend:

1. Orientierung, Planung, Vergewisserung, Absicherung bzgl. der einzelnen Schritte
2. Durchführen der konkret vorgegebenen Versuchsschritte
3. Verstehen der technischen Prozesse der realen Maschine
4. Erarbeitung theoretischer Hintergründe.

Die Betreuung während des Reinraumpraktikums wird von den Teilnehmern wie folgt beurteilt:

Die Vermittlung von Zuversicht und Erfolgsgewissheit attestieren alle Befragten allen Betreuern an allen Maschinen. Das Aufgreifen /Herausfordern unserer Simulationsvorkenntnisse und Fragen attestiert die Hälfte der Befragten ihren Betreuern bei M2 und M3 bzw. 3 / 4 der Befragten bei M1 und M4. Raum für selbständiges Manipulieren bzw. Experimentieren gaben aus Teilnehmersicht die Betreuer zur Hälfte bei M1 und M3 zu 4 / 5 bei M2 und M4.

Zur Partner- bzw. Gruppenarbeit während des Reinraumpraktikums ergab die Befragung keine differenzierte Aussagen. Die Mehrzahl der Teilnehmer praktizierte nach eigenen Angaben eine bei allen Maschinen gleichbleibende Arbeitsteilung und findet diese Vorgehensweise anhand ihres Lernerfolgs so auch positiv bestätigt.

Die hochschuldidaktische Beobachtung und die abschließenden Videointerviews ergänzen diese Prozessdaten, z. T. durchaus auch widersprüchlich. Auffallend waren insgesamt vor allem:

- im Aufmerksamkeitszentrum aller Arbeitsprozesse standen durchaus: Erkunden, Erleben (glühend rotes Ofeninnere, zerbrechliche Wafer, maschinelle Aufbauten etc.) und Bedienen
- beherztes, scheinbar selbstverständliches und zügiges praktisches Arbeiten und fachliches kompetentes Fragen und Antworten der Studierenden

- oft recht kurze praktische Arbeitsschritte (Simulation war diesbezüglich laut Teilnehmerausage deutlich langsamer, z. T. trotz reduzierter, vereinfachter Realitätsabbildung auch unübersichtlicher als die Realität) im Abfahren bewährter Versuchsteile mit geringem Variationspielraum: hier mal „load“ drücken; dort Justage in 6 Minuten fertig; Ofeneinstellung 1-2 Minuten; dann z. T. längere Ablaufprozesse ohne zusätzliche Manipulationseingriffe für die Teilnehmer
- vorab und zwischendurch oft rhetorisch bzw. suggestiv und sehr schnell Erläuterungen der Betreuer ohne Bezug zu den Simulationen (die vor Ort auch nicht zur Verfügung stand), zu vielleicht aus der Simulation schon Bekanntem; Erläuterungen, die (aus externer, hochschuldidaktischer Perspektive) offenbar vorbeirauschen und Erinnerungen und Wiedererkennen u. U. erschweren – Studierende beurteilen dies z. T. positiver: „half einem auf die Sprünge, man hatte genügend Freiraum“
- über Zusammenhänge mit anderen Schritten der Prozesskette, jenseits der jeweils bearbeiteten Maschine wird kaum gesprochen
- Teilnehmer miteinander sehr kooperativ; keiner drängt vor oder andere raus; lassen einander Raum; beziehen sich gegenseitig ein

#### 1.6.4.2.2 Voraussetzungsebene:

Die wichtigsten von VTP in sehr kurzer Zeit realisierte Voraussetzungen bestehen in der termingerechten Bereitstellung von vier funktionsfähigen Simulationsprogrammen und entsprechenden Handouts für das bzw. während des Aachener PC-Raum-Praktikums und in den technischen und organisatorischen Bereitstellungen für das Reinraumpraktikum in Zweibrücken. Hinzukommt die Bereitstellung kompetenter und engagierter Betreuer/-innen in Aachen und Zweibrücken.

Soweit das für Nicht-Fachleute überprüfbar ist, wurden unter hochschuldidaktischen und ökonomischen Aspekten zentrale Prozesselemente für das geplante exemplarische Lernen ausgewählt und entwickelt. Mit wenigen Einschränkungen (s. o.: Prozessevaluation), sind bereits jetzt die eigenen hochschuldidaktischen Ansprüche an die bereitzustellende Software erfüllt. Die dahinter stehende Leistung lässt sich im Rahmen dieses Evaluationsberichts am besten anhand der oben detailliert wiedergegebenen Ansprüche zum Hochtemperaturofen erfassen.

Deutlich nachvollziehbar war in der Beobachtung auch der für das VTP-Konzept so ausschlaggebende große Zeit- und Kostenaufwand für das moderne Hochtechnologie-Reinraumpraktikum in Zweibrücken.

Festzuhalten ist auf der Voraussetzungsebene allerdings auch, dass die Simulationssoftware den Teilnehmern lediglich während des Aachener PC-Raum-Praktikums zur Verfügung stand, nicht zur individuellen Nutzung vorher oder nachher, auch nicht im Kontext des Zweibrückener Reinraumpraktikums. Dabei geben (je nach Maschine M1...M4) 75 bis 90% der Teilnehmer an, dass Sie die entsprechende Software ggfs. vor dem Reinraumpraktikum in Zweibrücken ganz sicher bzw. sehr wahrscheinlich nochmals ohne Betreuung genutzt hätten. Die konzeptionelle

vorgesehene nochmalige Nutzungsmöglichkeit der Simulationssoftware im Rahmen des Reinraumpraktikums wird allerdings lediglich von 28,6% (bei M1, M3 und M4) bzw. 42,9% (bei M2!) der dort befragten Teilnehmer gewünscht.

Eine wesentliche Voraussetzung wurde mit der Gewinnung der Teilnehmer für das VTP erfüllt. Die TN geben als ausschlaggebend für ihre Teilnahme (Mehrfachnennungen; %-Angaben entspr. Zustimmung zu diesem Wahlmotiv) vor allem an:

- weil es meinen inhaltlichen Interessen besonders entspricht (Neigung): N = 13 (65%)
- weil ich die Lehrenden dieser Veranstaltung besonders schätze: N = 7 (35%)
- weil organisatorische Gründe dies für mich nahe legen: N = 7 (35%).

V03	Eigene Kompetenz im Umgang mit neuen Medien	
	Anzahl	%
sehr gut	6	31,6%
gut	11	57,9%
befriedigend	2	10,5%

Bedeutungsvoll für das VTP-Angebot ist des weiteren, dass die Teilnehmer ihre eigene Kompetenz im Umgang mit neuen Medien mehrheitlich als gut bis sehr gut (Skala von 1 = sehr gut bis 5 = mangelhaft) beurteilen:

Bei der Einordnung der hier wiedergegebenen Evaluationsdaten ist darüber hinaus noch zu berücksichtigen, dass es sich bei den hier gewonnenen Teilnehmer laut eigenen Angaben um Studierende mit mehrheitlich guten bis sehr guten bisherigen Prüfungserfolg (Skala von 1 = sehr gut bis 5 = mangelhaft) handelte:

V04	Bisherige Prüfungsergebnisse	
	Anzahl	%
sehr gut	2	10,0%
gut	11	55,0%
befriedigend	7	35,0%

Als hochschuldidaktisch wichtige Voraussetzung war auch die Vorbereitung der Teilnehmer auf das Simulationstraining zu untersuchen - Die Vorbereitung auf das Reinraumpraktikum wird dem VTP-Konzept entsprechend auf der Ergebnisebene behandelt.

Laut eigenen Angaben hatten die Teilnehmer die Handouts für das Simulationstraining bereits vor den jeweiligen Terminen wie folgt bearbeitet:

	M1	M2	M3	M4
gründlich	30%	0%	5%	10%
ein wenig	45%	75%	75%	60%
gar nicht	20%	25%	15%	25%
keine Angabe	5%	0%	5%	5%

Außerdem gibt keiner der in Zweibrücken befragten Teilnehmer an, seine Simulationsaufzeichnungen zwischen dem Simulationstraining und dem Reinraumpraktikum nochmals gründlich durchgearbeitet zu haben. Das Bild stellt sich vielmehr folgendermaßen dar:

Nimmt man die Grauzonenübergänge der Selbsteinschätzung zwischen ‚ein wenig‘ und ‚gar nicht‘ mit den (z.B. im Rahmen des stimulated recall skizzierten) hochschuldidaktischen Beobachtungen zusammen, ergibt sich der für Laborpraktika weit verbreitete Mangel an gezielter studentischer Vorbereitung. Dies wird von Seiten der Lehrenden z. T. auch schon gar nicht

mehr anders erwartet bzw. teils verständnisvoll, teils resignativ hingenommen, stellt jedenfalls ein Problem des gesamten Curriculums bzw. der jeweiligen Lehr-/Lernkultur, nicht einzelner Fachgebiete dar (vgl. hierzu Heger 2003 –Kevih-Artikel). Inwieweit hier allein die vorherige Bereitstellung elektronischer, interaktiver Lern- und Vorbereitungsmittel statt der bisher schriftlichen Handouts zur Problemlösung verhilft bleibt fraglich.

Bzgl. VTP scheint die besonders schlechte Vorbereitung der Teilnehmer für M2 bemerkenswert. Dies korrespondiert mit der bereits oben erwähnten Kritik an den entsprechenden Handouts.

#### 1.6.4.2.3 Ergebnisebene:

Einige Umsetzungserläuterungen zur Prozessebene des Simulationspraktikums in Aachen können ja ebenfalls als Ergebnis interpretiert werden, z.B. die Tatsache, dass das Simulationspraktikum den meisten Teilnehmern Spaß gemacht hat. Ähnliches gilt bzgl. der Angaben zu ‚...Simulationspraktikum hat mein Interesse und meine Vorfreude auf Reinraum verstärkt‘: 75% (zusammen für Skalenwerte 1 und 2 bei : 1 = sehr bis 5 = gar nicht) und ‚... hat Wahlentscheidung für VTP bestätigt‘: je 50% ( aus Skalenwerte 1 und 2 bei: 1 = sehr bis 5 = gar nicht).

Eine klaren Zusammenhang zwischen Prozess und Ergebnis verdeutlichen ferner Angaben der Teilnehmer in Aachen zu Auswirkungen der wie o. a. zurückhaltend-fördernden Betreuungsarbeit.

Aufgrund der zurückhaltenden Betreuung	M1	M2	M3	M4
aha-Erlebnisse, selbst drauf gekommen	55%	25%	50%	50%
kaum/nie	35%	65%	40%	40%
Keine Angabe	10%	10%	10%	10%
echt verstanden: mehrfach	45%	35%	25%	40%
kaum/nie	45%	55%	65%	50%
Keine Angabe	10%	10%	10%	10%.

Bemerkenswert hierbei: Die Teilnehmer (an-)erkennen offenbar, sehr differenziert zwischen den einzelnen Maschinen (M2 wieder am schlechtesten!), positive Effekte eines solchen Betreuungsstils und unterscheiden offenbar sehr fein zwischen anscheinend leichter realisierbaren Erkenntnissen einerseits und echtem Verstehen andererseits.

Zwar fühlt sich am Ende des Simulationstrainings im Allgemeinen die Mehrzahl der VTP-Teilnehmer gut bzw. teils/teils (Skalenwerte 1 bis 3; von 1 = sehr bis 5 = gar nicht) auf die Arbeit an den realen Maschinen vorbereitet. Allerdings sieht sich, insbesondere bei M2 und M3, doch ein bemerkenswerter Prozentsatz bzgl. der zwei erfragten Aspekte kaum bzw. gar nicht (Skalenwerte 4 und 5) gut vorbereitet:

Dies korrespondiert in etwa mit einer zu diesem Zeitpunkt nachträglich gewünschten stärkeren Betonung innerhalb des das Simulationspraktikums: Am Ende des Reinraumpraktikums bestehen rückblickend noch nennenswerte Wünsche bzgl. einer stärkeren Betonung der Fertigkeiten bzw. notwendigen Arbeitsschritte bei M2 (57,1%) und bzgl. der theoretischen Hintergründe bei M2, M3 und M4 (jeweils 42,9%).



Interessanterweise wird der Gewinn durch das Simulationstraining von den Teilnehmern am Ende des Reinraumpraktikums (bis auf M2!) rückblickend (noch) höher eingeschätzt als am Ende des Simulationstrainings selbst (s. o.). Interessant erscheint im Vergleich dazu die (nicht nach Maschinen differenziert erfragte) Einschätzung von immerhin 20% der Teilnehmer am Ende des Simulationstrainings, dass ihre Erfahrungen und Dokumentationen aus dem Simulationspraktikum einige Wochen bzw. Monate nach dem Simulationspraktikum ihre effiziente Bewältigung der realen Fertigungsprozesse kaum (mehr) unterstützen werden.

Angesichts dieser vermutet begrenzten Nachhaltigkeit der Lernerfahrungen ist als weiteres interessantes Ergebnis festzuhalten, dass 60% (bei M3) bis 75 % (bei M2) der Teilnehmer sich nach ihren Simulationserfahrungen weder nochmals mit den einzelnen Fertigungsschritten, noch mit den theoretischen Hintergründen zur jeweiligen Maschine befasst haben. Allerdings folgten mit 5% (bei allen Maschinen gleich) bzgl. Fertigungsschritte und mit 10% (bei M2) bis 25 % (bei M3) deutlich stärkere Wiederbeschäftigungen bzgl. der theoretischen Hintergründe.

Am Ende des Reinraumpraktikums äußern schließlich 85,7% der Teilnehmer, dass sie von ihren Simulationserfahrungen in der Zwischenzeit bis zum Reinraumpraktikum wenig bis gar nichts vergessen haben.

Entsprechend äußern sich die Teilnehmer in Zweibrücken zum Aspekt: Dank der Simulationsvorbereitung (im Vgl. zur Vorstellung, ohne Vorbereitung) konnten im Reinraumpraktikum in sinnvoller Weise Fehler vermieden werden:

Dies mag auch mit sehr starken und starken Wiedererkennungseffekten (Ausnahme M2!) zusammenhängen, welche die Teilnehmer des Reinraumpraktikums bestätigen: von 28,6% (M2) über 85,6% (M4) bis zu 100% (M1 und M3).

Dabei beurteilen die Teilnehmer den Umgang mit der realen Maschine im Vergleich zu der Simulation überwiegend als gleich oder einfacher.

Bzgl. der Ergiebigkeit des vorausgegangenen Simulationspraktikums äußern sich die Teilnehmer wie folgt.

Die Position: ‚Angesichts der hier realisierten Aufgabenstellung und Betreuung hätte ich das Praktikum auch ohne Simulationsvorbereitung bewältigt‘ wird bei allen Maschinen von 75% der Antwortenden voll oder weitgehend bestätigt. Lediglich bei M2 lehnt sie ein Teilnehmer voll ab.

Die Positionen: Dank meiner/unserer Simulationsvorbereitung

könnte die Betreuerkapazität im Reinraum verringert werden (quantitativer Aspekt), wird nur von einem Teilnehmer bestätigt

konnte die Betreuung unser Lernen besser fördern (qualitativer Aspekt), wird nur von einem Teilnehmer abgelehnt.

Die Wahlentscheidung für das VTP wurde lediglich bei einem Teilnehmer durch das Reinraumpraktikum gar nicht, bei allen andern sehr stark bis stark bestätigt. Lediglich ein Teilnehmer äußert Motivationsverluste aufgrund der o. a. technischen Funktionsprobleme. Allen Teilnehmern hat das Reinraumpraktikum Spaß gemacht.

#### 1.6.4.3 Abschnitt 3: Zusammenfassende Bewertung und Weiterentwicklung

Durch das Virtuelle Technologie-Praktikum: „Sensor-Fertigung“ (VTP) sollen in einer überregionalen Kooperation von Hochschulen reale Fertigungstätigkeiten, hauptsächlich als Lehr-/Übungsversuchs- und Weiterbildungstätigkeiten an nur punktuell (in diesem Fall in Zweibrücken) vorhandenen, hochkomplexen, teuren Geräten mit einem Simulationsbedienungstraining (zunächst in Aachen) multimedial vorbereitet und damit ökonomisch durchführbar werden.

Die aktuell naheliegende Nutzung von E-Learning soll zumindest im Fach Mikrotechnik, zu einer hochschuldidaktischen Neukonzeption einer praxisorientierten und industrienahen Ausbildung von Ingenieuren in innovativen Technologien und Arbeitsprinzipien genutzt werden. Bei diesem Ansatz eines „blended learning“ soll eine neue Generation von Laborpraktika explizit im Mittelpunkt des Lehrangebots stehen.

Der VTP-Fokus liegt auf der Seite der Vorbereitung der konkreten manuell-technischen Versuchs- bzw. Fertigungstätigkeiten und greift damit das auch im Rahmen dieser Evaluation wieder erkannte hochschuldidaktisch zentrale Dilemma der Laborpraktika auf, den leider weit verbreiteten Mangel an gezielter studentischer Vorbereitung.

Zur Abhilfe sollen virtuelle Tutorien auch mit Blickrichtung auf die Vereinbarkeit von Studium und Familienaufgaben flexible Organisationsformen ermöglichen, die am exemplarischen Demonstrationsprozess der Herstellung eines mikrotechnischen Drucksensors als produktive Lernform mit aktivierender Lernumgebung ein zielgerichtetes, ganzheitliches und von den Studierenden selbstbestimmt durchgeführtes Lernen eröffnen bzw. verbindlich machen. Dies soll mit individueller Lerngeschwindigkeit, Selbstkontrolle und Überprüfung des Wissensstandes verbunden werden. Angesprochen sind also sowohl kognitive, als auch affektive und motorisch-manuelle Lerndimensionen und der gesamte Bereich von Fach-, Methoden-, Sozial- und Selbstkompetenz.

Die hier vorgelegte Evaluationsstudie ergibt dazu folgende erste Zwischenergebnisse:

Im Kontext von Orientierungen und Entwicklungen wie „lebenslanges Lernen“, „problem based learning“ und projektorientiertem Lernen bieten die Laborpraktika einen sehr guten Anknüpfungspunkt für das angestrebte nachhaltige, anwendungsbezogene Lernen in Studien- und Weiterbildungsangeboten.

Sowohl die ökonomischen, als auch die hochschuldidaktischen Argumentationen des VTP (s. im Detail: Abschnitt 1) sind gerade für praxisorientierte und i. d. R. schlecht ausgestattete Fachhochschulen sehr überzeugend, fast zwingend.

Allerdings sind vorerst einige konzeptionelle und Umsetzungs-Unklarheiten festzustellen, insbesondere hinsichtlich der genauen Gestaltungsabsichten des virtuellen Tutorienprozesses (Zeitpunkte und Zeitdauer, Einzel-/Gruppenarbeit, in der Hochschule oder außerhalb, Betreuung bzw. Beratung... ?), hinsichtlich der parallelen Theorieerarbeitungsprozesse und hinsichtlich der genauen Arbeits- und Betreuungsprozesse während des Reinraumpraktikums in Zweibrücken, insbesondere ihrer verbindlichen Abstimmung und Anpassung bzgl. der Simulationen in Aachen. Immerhin bestätigen 75% der Teilnehmer bei aller Würdigung des VTP-Angebots am Ende des Reinraumpraktikums voll oder weitgehend, das sie angesichts der in Zweibrücken reali-

sierten Aufgabenstellung und Betreuung das Praktikum auch ohne Simulationsvorbereitung bewältigt hätten.

Abgesehen davon wirkt die Vielfalt und komplexe Verwobenheit der mit dem zweiphasigen VTP angestrebten Ziele bei aller inneren Konzept-Schlüssigkeit mit Blickrichtung auf eine zeitnahe komplette Realisierung etwas überambitioniert.

In der Umsetzungsevaluation (s. im Detail Abschnitt 2) erstaunt um so mehr, dass das VTP-Konzept bereits jetzt in wesentlichen Teilen kongruent realisiert und durch empirische feststellbare Zusammenhänge bestätigt ist. Z.T. werden in der hier untersuchten Praxis sogar einige der o. a. konzeptionellen Leerstellen bereits erfolgreich gefüllt.

Mit vier simulierten Teilprozessen bzw. Maschinen: Hochtemperaturofen (M1), Mask Aligner (M2), Sputter Coater (M3) und FTP 500 (M4) wurden zentrale Prozesselemente für das geplante exemplarische Lernen ausgewählt, multimedial (Lernsoftware und Handouts) entwickelt und im WS 2002/3 in einem kompakten Simulationstraining als PC-Raum-Praktikum in Aachen erfolgreich vermittelt. Die Lernergebnisse wurden anschließend als für alle Beteiligten erkennbar gute Vorbereitung mit bemerkenswert großer Nachhaltigkeit der Simulationserfahrungen im Zweibrückener Reinraumpraktikum praktisch angewandt.

Nimmt man alle Ergebnisse der Umsetzungsevaluation zusammen, konnten für die große Mehrzahl der Teilnehmer im Simulationstraining positive Lernergebnisse in folgender Rangfolge realisiert werden:

1. Klarheit bzgl. der einzelnen Simulationsarbeitsschritte (Reihenfolge und Details)
2. Vermittlung von Zuversicht und Erfolgsgewissheit für die Reinraumarbeit
3. erste Vertrautheit mit den realen Maschinen und Fertigungsschritten des Reinraums
4. Infos bzw. Anregung bzgl. theoretischer Vertiefung.

Es lässt sich also feststellen: Das VTP-Konzept hat sich als vielversprechende Neuentwicklung für die moderne Technologieausbildung an Hochschulen schon jetzt sehr bewährt. Die hier von den beiden hauptsächlich beteiligten Hochschulen geleistete Entwicklungs- und Implementierungsarbeit übersteigt die angesichts der Komplexität des Projekts eigentlich realistischerweise erwartbaren Ergebnisse.

Unterhalb dieser insgesamt sehr erfolgreichen Umsetzung war im Detail natürlich zu allen vier gerade oben genannten Aspekten im VTP-Angebot Verbesserungspotential und insbesondere bei den beiden letztgenannten Aspekten auch Verbesserungsbedarf auszumachen.

Deutlich relativiert werden muss die positive Zwischenbilanz lediglich für eine der vier erprobten Maschinen, den Mask Aligner (M2). Zwar waren auch hier die Simulationsaufgaben für alle Teilnehmer in den gegebenen Rahmenbedingungen erfolgreich durchführbar, wobei insbesondere das bisher lediglich für M2 angebotene Video aus dem Reinraum in Zweibrücken hilfreich genutzt wurde. Aber M2 wird insgesamt und speziell hinsichtlich Klarheit der einzelnen Simulationsarbeitsschritte und Zuversicht für die Reinraumarbeit.

Umfassende und grundlegende Evaluations- und Entwicklungsarbeiten drängen sich daher vor allem für den Mask Aligner auf und sind anhand der parallel begleitenden Rückmeldungen auch

bereits in Angriff genommen. Speziell hierzu sollten baldmöglichst u. a. Erhebungen mit der Methode des "stimulated recall" (s. Abschnitt 2) durchgeführt werden.

Insgesamt laufen die Schlussfolgerungen und Empfehlungen aus dieser ersten Evaluation zusammengefasst darauf hinaus, das VTP-Angebot zielgruppenspezifisch differenziert weiter zu entwickeln und dabei die Einzelangebote bzgl. Ziele, Tätigkeiten und Rahmenbedingungen des Reinraumpraktikums einerseits und des Simulationstrainings andererseits entsprechend klar aufeinander abzustimmen. Die Betreuer und Verwalter der kostspieligen Fertigungsmaschinen in Zweibrücken müssen die Simulations-Angebote und -Ergebnisse detailliert kennen, ja entscheidend selbst mitgestalten und überprüfen.

Da für die hochschuldidaktische Schlüssigkeit des VTP-Ansatzes die motorisch-manuellen Versuchsdurchführungen so zentral sind, muss zwischen den beteiligten Betreuern und Softwareentwicklern vor allem genau definiert und vereinbart werden, welcher Zielgruppe (Voll- oder Teilzeitstudierende, mobil oder nicht, evtl. mit Familie, Frauen mit besonderen Lernansprüchen bzw. berufstätige, fachkundige Weiterbildungsteilnehmer...) im Reinraum unter welchen Bedingungen (Ressourcen und Kompetenzen auf Anbieter-/Betreuer- und Nutzerseite) welche konkreten Experimentiermöglichkeiten eröffnet werden sollen und können. Da bietet u. U. sogar der bisher noch nicht so gut realisierte Mask Aligner (M2) mindestens ebenso sinnvolle Entwicklungsmöglichkeiten für ein Simulationstraining wie der ohnehin PC- gesteuerte, manuell wenig ergiebige und zeitintensive Hochtemperaturofen (M1), der evtl. auch telematisch effizient zu nutzen wäre, jedenfalls in Kombination mit dem bereits gut entwickelten Simulationstraining.

Für die empfohlenen realisierbaren Spezialangebote müssen unbedingt die Zieloptionen fokussiert und operationalisiert werden. Es kann vermutlich selbst bei Weiterentwicklungen nicht alles anspruchsvoll mit einem Standardangebot, etwa dem bisher erprobten PC-Raum-Simulationstraining, realisiert werden. Für dieses gibt es nach den bisherigen Erfahrungen je nach speziellem Zielfokus unterschiedliche Entwicklungsmöglichkeiten:

- Das Simulationspraktikum könnte zeitlich verkürzt werden oder im bisherigen Zeitrahmen im Sinne CBT/drill & practice mit exemplarisch durchspielbaren Beispielen, umfangreicher vorgegebenen Aufgaben und besseren Rückmeldungen /Reaktionsnachweise zu ausgeführten Manipulationen gefüllt werden. Dies gilt insbesondere bei verbindlicher und überprüfter Teilnehmervorbereitung (Workload-Erhebung; Selbst- bzw. Fremdttests; ggfs. auch bzgl. Theorieerarbeitung) oder bei Zielbegrenzung auf die manuellen Fertigkeiten und entsprechend ökonomischen Nutzungsaspekte. Gerade bei einer derart orientierten Simulationsentwicklung wäre im Zweifelsfall weiterhin die Einfachheit und ökonomisch vertretbare Machbarkeit der Simulation gegenüber hochkomplexer Realitätsabbildung zu bevorzugen.
- Das Simulationspraktikum könnte alternativ das gesamte Semester von Beginn an auch zur beabsichtigten anspruchsvollen Kompetenzentwicklung (auch Theorieerarbeitung und gleichzeitige Förderung der Sozialkompetenz) nutzen einschließlich des abschließenden Reinraumpraktikums Dazu müssten die unverzichtbaren Handouts (bei möglichst nicht wachsendem Umfang) und die Software gezielt weiterentwickelt und die Sozialkompetenz (Partnerwahl, Kooperation und Arbeitsteilung) systematischer betreut werden, wozu eine hochschuldidaktische Begleitung und Beratung vor allem der Betreuer in Zweibrücken emp-

fohlen wird. Hierbei sollte die Lernsoftware den Teilnehmern z.B. als CD möglichst früh auch zur privaten Nutzung außerhalb der Praktikumstermine zugänglich gemacht werden. Dann wäre auch ein längerer Zwischenzeitraum zwischen Simulation und Reinraum noch besser verkraftbar. Eine hauptsächlich oder gar ausschließlich ferndiagnostische Betreuung und Überprüfung ist aber nicht geboten. Mit Blickrichtung auf die komplexen Kompetenzziele scheinen zumindest einige Präsenstermine unverzichtbar. Die Betreuerkapazität sollte (quantitativ) nicht reduziert werden, auch nicht in Zweibrücken; sie kann aber mithilfe des Simulationstrainings qualitativ besser genutzt werden.

- Als dritte Alternative könnte das Simulationspraktikum als rein virtuelles Tutorium angeboten werden. Dies wäre dann zwar die volle Nutzung der multimedialen, ermittelbaren Raum- und Zeitunabhängigkeit. Es scheint allerdings fraglich, ob der notwendige Aufwand für völlig selbsterklärende Angebote angesichts der wirklich erreichbaren manuellen Fertigkeiten und Selbstkompetenzen bei gleichzeitig erwartbaren Einbußen in der Fach- und Sozialkompetenz zu rechtfertigen ist.

Die weitere Evaluation sollte die hier empfohlenen zielgruppenspezifischen VTP-Angebote entsprechend differenziert auswerten (Zusammensetzungen der Teilnehmergruppen kontrollieren z.B. bzgl. Medienkompetenz, Prüfungserfolg, Workload, Testergebnisse zu versch. Zeitpunkten, Geschlecht...) und die Bedeutung bestimmter Variablenzusammenhänge (Korrelationen) untersuchen.

Erfreulicherweise entwickeln die VTP-Akteure neben dem von Beginn an vorhandenen starken Interesse an Evaluation parallel zu ihrer fachlich-inhaltlichen Arbeit auch bereits jetzt zunehmend eigene Evaluations-Kompetenzen. Die gleichzeitige Bereitschaft, projektintern entsprechende Kapazität bereitzustellen, lässt für die Zukunft eine gute Selbstevaluation dieses erfolgreichen Projekts erwarten.

## 1.7 ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

### 1.7.1 Die INGMEDIA Projekthomepage

Das Projektbüro INGMEDIA hat unter der URL [www.ingmedia.de](http://www.ingmedia.de) eine Web-Präsenz zum Projekt INGMEDIA realisiert, die der Öffentlichkeit Idee, Ziele und Ergebnisse des Projekts bekannt macht. Die Site hat nicht nur informativen Charakter indem sie über Hintergrund, Ziele, Leistungen und Verbundpartner des Projekts informiert. Auf dieser Seite werden auch Beispiele und Touren zur INGMEDIA Lernsoftware vorgestellt und es wird auf einen Gastzugang zur INGMEDIA Lernplattform verlinkt.

Zur Strukturierung und Intensivierung des Austausches mit den Verbundpartnern wurde die Projekthomepage um einen geschützten internen Bereich ergänzt, der als Informations- und Projektdrehscheibe der standortübergreifenden Zusammenarbeit auch nach Projektende noch weiterhin genutzt wird.

### 1.7.2 Projektlogo und "Corporate Design"

Verschiedene Logoentwürfe wurden erstellt, im Verbundprojekt präsentiert und diskutiert. Ende Dezember 01 wurde der stilisierte Drehregler als Logo eingeführt. Es steht für die Mess- und Regeltätigkeiten im Laborpraktikum und weist auf die Selbststeuerungsmöglichkeiten bei der INGMEDIA Software und den Telematikpraktika hin.

Mit Anmeldung vom 13.03.02 wurde unter Aktenzeichen 302 12 987.1/41 beim Deutschen Patent- und Markenamt beantragt, den Namen INGMEDIA und das INGMEDIA-Logo zu schützen und als Marke einzutragen. Der Eintrag ist am 23.01.03 unter der Registriernummer 302 12 987 erfolgt.

### 1.7.3 Pressearbeit, Messen und Ausstellung

Während der Projektlaufzeit von INGMEDIA wurden Pressemitteilungen herausgegeben, die zu Artikeln in regionalen Tageszeitungen und in Fachzeitschriften geführt haben. Ausführliche Beiträge über INGMEDIA sind darüber hinaus in den AGIT-NEWS des Aachener Technologiezentrums, in der Beilage Hochschule & Beruf der Aachener Zeitungen und in der Zeitschrift der Fachhochschule Aachen publiziert worden. Als **Anhang B** ist diesem Bericht die INGMEDIA Pressemappe beigelegt.

Im Hinblick auf die beabsichtigte Projektverwertung wurde eine Kontaktdatenbank möglicher Kooperationspartner und Auftraggeber eingerichtet. Während der Projektlaufzeit wurden eine Reihe von Kooperationsverträgen geschlossen, um die nachhaltige Nutzung der Projektergebnisse zu fördern.

INGMEDIA und die im Projekt entwickelten Produkte wurden auf mehreren Messen und Ausstellungen vorgestellt. Von den Teilnehmern aus dem Projektteam wurden die Veranstaltungen auch genutzt, um sich über den Stand der Entwicklung bei eLearning und Multimedia für Hoch-

schullehre, Ausbildung und Weiterbildung zu informieren und um Kontakte zu Anbietern, potenziellen Kooperationspartnern und Kunden zu knüpfen.

Messe- und Ausstellungsbeteiligungen in den Jahren 2002 und 2003:

- 100 Jahre Maschinenbau, Fachhochschule Aachen, 04.-05. Okt. 2002
- Tag der Forschung, Fachhochschule Aachen, 29. November 2002
- Learntec 2002: 10. Europäischer Kongress und Fachmesse für Bildungs- und Informationstechnologie, Karlsruhe 05. – 08. Februar 2002
- Learntec 2003: 11. Europäischer Kongress und Fachmesse für Bildungs- und Informationstechnologie, Karlsruhe 04. – 07. Februar 2003
- Hannover Messe, Messestand „Forschungsland Nordrhein-Westfalen“, Hannover 07. – 12. April 2003
- Forum Hochschullehre, Fachhochschule Bielefeld, 09. April 2003
- „Wissenschaft zum Anfassen“ in der Sparkasse Aachen im Rahmen des Wissenschaftsfestes 16.-30. Mai 2003
- Tag der Lehre in Nürtingen, Leistungsschau der Baden-Württembergischen Fachhochschulen, 20. November 2003

#### 1.7.4 eFach als Lernplattform der FH Aachen

Zum Projektabschluss wurden Design und Farbgebung der INGMEDIA-Lernumgebung der „Corporate Identity“ der Fachhochschule Aachen angepasst. Durch die Verwendung von Style Sheets und einen professionellen Template Mechanismus der zugrunde liegenden ILIAS Lernplattform war das mit minimalem Aufwand möglich und demonstriert die guten Vermarktungschancen für die INGMEDIA Produkte. Die Plattform mit umgestaltetem Aussehen steht mit einem Link auf der Index-Seite der Fachhochschule Aachen auf oberster Ebene als „**eFach**“ allen Interessierten zur Verfügung (s. folgende Screen Shots). Von dort gelangt man auch zu den Dienstleistungsangeboten des IMwork-Teams der Arbeitsgemeinschaft eLearning.

Fachhochschule Aachen - Startseite - Mozilla

http://www.fh-aachen.de/

Home | Bookmarks | Google | WK\_Lab | IngMedia | Lernplattform | FH Aachen | Suchen | SpecialSession\_Micro...

Hochschule Aachen

- FH Aachen
  - Über die FH Aachen
  - Alumni
  - Bibliothek
  - Studienberatung
  - Akademisches Auslandsamt
  - Weiterbildung
  - Pressestelle
  - AclIAS e.V.
  - Veranstaltungen
  - Studium & Lehre**
    - Studienangebot
    - nach Abschluss
    - nach Studiengang
    - Studentensekretariat
    - Semestertermine
    - Credit-System (ECTS)
    - Stipendien und Förderung
  - Fachbereiche**
    - Architektur
    - Bauingenieurwesen
    - Chemieingenieurwesen
    - Design
    - Elektrotechnik & Informationstechnik
    - Luft- & Raumfahrttechnik
    - Energie-, Umweltschutz- & Kerntechnik
    - Maschinenbau & Mechatronik
    - Physikalische Technik
    - Wirtschaftswissenschaften
    - Elektrotechnik &

Aachen | Jülich | Home

**Informationen für Studieninteressierte/BewerberInnen**

**Informationen für Internationale Studierende**

**Informationen für Studierende**

**Lehrpreis 2004**  
Preis der Fachhochschule Aachen für hervorragende Leistungen in der Lehre

Suchen

Suchen

Suchoptionen

Leonardo da Vinci  
Mobilität Stipendien für Studierende  
Praktikantenplatz der Firma REM-FWS in Budapest

Telefonverzeichnis der FH Aachen einschl. Aht. Jülich  
FH Mitteilungen

Veranstaltungen

**Nun auch Ministerpräsident Peer Steinbrück lebhaft interessiert an dem Solarthermischen Demonstrationskraftwerk in Jülich**

Jülich. Ein „Leuchtturmprojekt“ nach Jülich holen, dafür plädiert Prof. Dr.-Ing. Bernhard Hoffschmidt vom Geschäftsführenden Vorstand des Solar-Institutes (SIU) der Fachhochschule (FH) Aachen, Abteilung Jülich. In seiner Regierungserklärung zur Energiepolitik im Juli hatte der nordrhein-westfälische Ministerpräsident Peer Steinbrück bereits positiv Stellung zu der geplanten Realisierung des solarthermischen Demonstrationskraftwerks bezogen. Schon vor Wochen hatte die Landesregierung sowohl die Anstrengungen der Fachhochschule Aachen, Abteilung Jülich, als auch die der Stadt Jülich, ein solarthermisches Referenzkraftwerk direkt in Jülich zu errichten, begrüßt.

Jetzt stellte Bernhard Hoffschmidt, Professor für Energietechnik an der FH Aachen, dem Ministerpräsidenten das Projekt persönlich vor. Mit dem

Foto: FH Aachen

INGMEDIA Login - Mozilla

http://re.ingmedia.fh-aachen.de/imflight/login.php?req\_uri=%2Fimflight%2F&set\_lang=

Home | Bookmarks | Google | WK\_Lab | IngMedia | Lernplattform | FH Aachen | Suchen | SpecialSession\_Micro...

FH-Aachen >> Login

Benutzername:

Passwort:

Login

Neu als Nutzer anmelden

*Testen Sie unverbindlich E-Fach mit dem Besucheraccount:*

Benutzername:  
**asterix**

Passwort:  
**obelix**

## Herzlich Willkommen bei E-Fach!

### Test der E-Learning-Plattform für die Fachhochschule Aachen

*Nutzen Sie Ihren persönlichen Online-Schreibtisch:*

**Studierende** können mit E-Fach, von jedem Internetrechner aus Lerneinheiten bearbeiten, dabei Notizen und Bookmarks erstellen und in Gruppen via Forum oder Mail kommunizieren.

Für **Lehrende** der FH Aachen, die das Lernsystem nutzen möchten und eigene Lerneinheiten hier veröffentlichen wollen, bietet das Team gerne auch individuelle Beratung und Unterstützung an.

Informieren Sie sich persönlich über die vielen Möglichkeiten mit E-Fach zu lernen und zusammenzuarbeiten.

Das Angebot der Lernplattform wird kontinuierlich ausgeweitet und verbessert. Für Ihre Unterstützung durch Hinweise und Rückmeldungen sind wir dankbar.

Weitere Informationen zum Projekt INGMEDIA und zum Team erhalten Sie [hier](#).

**WICHTIG: Im Hilfemenü (Fragezeichen) finden Sie wichtige Informationen zur Konfiguration Ihres Browsers.**

**Zusätzlich können Sie sich hier über die Hauptfunktionen und deren Bedienung informieren.**



INGMEDIA und :-IMwork - Mozilla

File Edit View Go Bookmarks Tools Window Help


Back Forward Reload Stop [http://re.ingmedia.fh-aachen.de/ingmediaIMwork/seiten/im\\_inw\\_index.htm](http://re.ingmedia.fh-aachen.de/ingmediaIMwork/seiten/im_inw_index.htm) Search Print

Home Bookmarks Google WK\_Lab IngMedia Lernplattform FH Aachen Suchen SpecialSession\_Micro...

---

**INGMEDIA** :-IMwork

### Das Projekt **INGMEDIA** - ein Steckbrief



*Name:* INGMEDIA  
*Forschungsprojekt* im Rahmen der Initiative "Neue Medien in der Bildung", gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung


*Verbundprojekt*, beteiligte Hochschulen: Universität Essen, Fernuniversität Hagen, Fachhochschule Lippe und Höxter, Ulm, Kaiserslautern unter der Federführung der Fachhochschule Aachen

*Laufzeit:* Juni 2001 bis Dezember 2003 (März 2004 in Aachen)

*Ziel:* die Weiterentwicklung der Lehrform "Praktikum" durch den sinnvollen Einsatz von WBT und CBT (Web-/Computer based Training)

*Ergebnisse:* Entwicklung einer Internet-Lernumgebung.

### IMwork - das INGMEDIA-Team forscht und arbeitet weiter.



Nach Ende der Projektförderung finanziert sich das Team von INGMEDIA über Aufträge im Bereich Forschung, E-Learning/Training und Webanwendungen für die Fachhochschule Aachen und externe Kunden. Zum Portfolio zählen neben Beratung, Konzeption und Umsetzung von E-Learning/Training Projekten auch die Entwicklung von inhaltlichen, gestalterischen und technischen Lösungen in allen Bereichen der Präsentation und Dokumentation.

Aktuell entwickeln wir in Forschungsvorhaben der Fachhochschule Aachen Systeme zur automatischen Aufzeichnung von Vorträgen inklusive der simultanen Übertragung der Videobilder und weiterer Daten (z.B. Powerpointfolien).

Für die Open Source Lernplattform Ilias, Version 3 entwickeln wir ein Offline-Autorenwerkzeug, das die Inhalte automatisiert auf der Plattform veröffentlicht.

Das Thema Realisierung von Barrierefreiheit in Internetanwendungen ist Inhalt eines weiteren Dienstleistungs...

Transferring data from re.ingmedia.fh-aachen.de...


:-IMwork - Mozilla

File Edit View Go Bookmarks Tools Window Help


Back Forward Reload Stop [http://re.ingmedia.fh-aachen.de/ingmediaIMwork/seiten/im-work\\_start.htm](http://re.ingmedia.fh-aachen.de/ingmediaIMwork/seiten/im-work_start.htm) Search Print

Home Bookmarks Google WK\_Lab IngMedia Lernplattform FH Aachen Suchen SpecialSession\_Micro...

---


 :-IMwork

Ziele
Beraten
Entwickeln
Technik
Angebot
Kontakt



**Sie haben eigene Vorstellungen und Ideen im Bereich Multimediapräsentation oder E-Learning ...**

**... und (oder) wollen die Erfahrungen und Kompetenzen anderer gerne nutzen.**



**Wir wollen gerne mit Ihnen zusammenarbeiten.**

IMwork, das ist das Team von INGMEDIA an der Fachhochschule Aachen. Die Vermittlung zwischen Präsenzlehre/-studium und E-Learning an der Fachhochschule Aachen ist ein vorrangiges Ziel unserer Arbeit. Wir wollen über die Chancen informieren, die neue Medien bieten und zur weiteren Etablierung von E-Learning beitragen. Darüber hinaus streben wir eine größere Vernetzung aller Menschen und Institutionen im Bereich E-Learning und Multimediaprodukte an. Unser Knowhow bieten wir auch außerhalb der Fachhochschule interessierten Institutionen und Kunden an. Unsere fachübergreifenden Kompetenzen und Angebote stellen wir Ihnen auf den nachfolgenden Seiten vor.

Done

## 1.8 ZUSAMMENFASSUNG

Im Projekt INGMEDIA ist die Lernform „Praktikum“ zu einer produktiveren und in höherem Maße selbst bestimmten Lernumgebung weiterentwickelt worden. Interaktive, multimediale Softwaremodule ermöglichen ein interaktives und effizientes Lernen in den für die Ingenieurausbildung wichtigen Laborpraktika. Vielfältige und differenzierte Kontextangebote bieten individuelle Lern- und Einstiegsmöglichkeiten und aktivieren selbstgesteuertes Lernen. Durch die Verbesserung von Vorwissen und Motivation eröffnen sich Lehrenden und Lernenden neue Freiräume auch bei der Gestaltung der Präsenz-Laborpraktika.

Zur multimedialen Begleitung der Laborpraktika für Studierende der Ingenieurwissenschaften wurde Soft- und Hardware für drei typische Praktikumsbereiche entwickelt:

1. In den physikalischen Grundlagenpraktika werden multimediale Tutorien angeboten, die auf die Aufgaben im Präsenzpraktikum vorbereiten. Dabei werden für zukünftige Ingenieure bedeutungsvolle Bezüge zur komplexen technischen Praxis und zur Technikgeschichte hergestellt, wie z.B. Beschleunigung und Drehmoment beim Otto-Motor. Interaktive Module ermöglichen in der Computersimulation den kreativen Umgang mit Versuchsaufbauten und Geräten. Die anschließende Auswertung, Interpretation oder Präsentation der Versuchsdaten wird durch Leitfäden unterstützt, mit denen die Möglichkeiten der Neuen Medien zum Animieren, Simulieren und Üben genutzt werden.
2. Bei den Telematik-Praktika für Elektronik und elektronische Bauelemente kommt zur multimedialen Vor- und Nachbereitung noch hinzu, dass auch ein Teil des Messens und Experimentierens aus dem Labor zu einem beliebigen vernetzten PC verlagert wird. In „remote experiments“ steuern die Studierenden reale Messplätze im Labor übers Internet, nehmen ihre Daten auf und transferieren sie zur Weiterbearbeitung auf ihren PC. Die Teilnehmer können ihre Praktika auf diese Weise weitgehend orts- und zeitungebunden durchführen.
3. In den virtuellen Technologiepraktika machen sich fortgeschrittene Studierende der Mechatronik mit moderner Mikrofertigung vertraut und lernen an virtuellen Maschinen mit realitätsnahen Bedienoberflächen die Einstellung und Optimierung der Prozessparameter. Nachdem sie dieses Training erfolgreich absolviert haben, sind die Studierenden in der Lage, in einem Hochtechnologie-Reinraumlabor integrierte Drucksensoren zu fertigen.

Im Berichtszeitraum wurden 5 Lerneinheiten zu grundlegenden Laborkompetenzen und Schlüsselqualifikationen, 10 Lerneinheiten für physikalische Grundlagenpraktika, 4 Telematik-Praktikumseinheiten und 6 Simulationen und 4 Animationen von Fertigungsmaschinen der Mikrotechnik entwickelt. Seit Oktober 2002 werden die neu konzipierten Praktika und die Lernsoftware im regulären Lehrbetrieb der beteiligten Hochschulen eingesetzt. Weitere Lern- und Praktikumsseinheiten werden vorbereitet.

Alle Lern- und Praktikumsseinheiten sind unabhängig von der Client-Plattform mit Standard-Internet-Browsern zu benutzen. INGMEDIA bietet eine Lern- und Kommunikationsumgebung,

die didaktisch ausgereift ist und technisch auf der Open-Source-Lernplattform ILIAS aufsetzt, die als LAMP-System (Linux, Apache, MySQL, PHP) installiert wurde. Um eine weitgehende Konformität mit dem didaktischen Konzept von INGMEDIA herzustellen, wurden einige Funktionalitäten und Änderungen in der Benutzerführung neu programmiert und in das System integriert. Eine stabile Version läuft seit Oktober 2002 im regulären Betrieb, ein Update auf ILIAS 3.0 ist vorbereitet.

Für Lehrende wird die Plattform ergänzt durch ein komfortables Offline-Autorensystem, mit dem anspruchsvolle multimediale Lern- und Praktikumseinheiten ohne spezielle Programmierkenntnisse erstellt werden können. Verwendung wird ein voll funktionsfähiger Satz von Templates, der mit dem verbreiteten kommerziellen Macromedia HTML-Editor Dreamweaver bearbeitet wird. Integrierte Beispiele und Stylesheets ergänzen das Paket, mit dem das didaktische Konzept abgebildet und den Autoren eine Orientierungshilfe bei der Erstellung ihrer Inhalte gegeben wird. Die mit dem Autorenwerkzeug offline erstellten Seiteninhalte werden mit Hilfe interner Kennungen automatisch in ein XML-Dokument im IML-Format (INGMEDIA-Markup-Language) überführt und zusammen mit den enthaltenen Multimediadateien als ZIP-Datei abgespeichert. Eine zweite Applikation erledigt dann den automatischen Import der der Zip-Datei in die relationale Datenbank der ILIAS Lernplattform und erzeugt damit die komplette Lerneinheit.

Die weiterentwickelten Praktikumseinheiten wurden während ihres praktischen Einsatzes im regulären Lehrbetrieb seit dem Wintersemester 2002 / 03 formativ evaluiert und mit hochschuldidaktischer Aktionsforschung begleitet. Durch den frühen Start der Praxistests konnten schon während der Projektlaufzeit gegenüber ersten Prototypen verbesserte Versionen zum Einsatz kommen, die hinsichtlich der Lernergebnisse und der studentischen Motivation erhebliche Fortschritte erkennen ließen.

Für Einheiten im physikalischen Grundpraktikum wurden hypermediale Praktikumsanleitungen erstellt. Bei den Erprobungen der Lerneinheiten schätzten die Lernenden den damit erreichten Stand der Vorbereitung als befriedigend ein, die Praktikumsbetreuer konstatierten eine merkliche Verbesserung des Wissensstandes. Eine große Streuung bei der Beurteilung der Übersichtlichkeit von Navigation und inhaltlichen Darstellungen sowie des Stellenwertes interaktiver Modellrechnungen lässt auf große Unterschiede bei den Selbstlernkompetenzen der Teilnehmer (Anfangssemester) schließen. Das Angebot von vertiefendem Material und von interessanten Nebenaspekten außerhalb des Pflichtkanons ist nur von einem kleineren Anteil der Teilnehmer genutzt worden - die Lerngewohnheiten ändern sich also zumindest nicht kurzfristig in die gewünschte Richtung.

Ein wesentlicher Aspekt für die Beurteilung der Telematik-Praktika ist, dass beim telematischen Lernen neben die gewohnte technische Problemlösung an den Apparaten gleichzeitig die Aufgabe tritt, ein neues, trotz der eigenen Selbsteinschätzung noch unzureichend beherrschtes Medium zu nutzen. Die Mehrheit der Studenten reagierte positiv auf diese Herausforderung und begrüßte vor allem die durch die Telematik angebotene größere Freiheit eines zeit- und ortsunabhängigen Lernens und der eigenen Lernorganisation. Ein anderer Teil zeigte sich den Neuerungen gegenüber eher skeptisch, da durch die Telematik jeder seine individuelle Leistung erbringen muss.

Durch das virtuelle Technologie-Praktikum: „Sensor-Fertigung“ sollen reale Fertigungstätigkeiten multimedial vorbereitet und damit ökonomisch durchführbar werden. eLearning trägt damit im Fach Mikrotechnik zur hochschuldidaktischen Neukonzeption einer praxisorientierten und industrienahen Ausbildung von Ingenieuren in innovativen Technologien und Arbeitsprinzipien bei. Mit diesem Ansatz eines „blended learning“ wird eine neue Generation von Laborpraktika explizit im Mittelpunkt des Lehrangebots gestellt. Das Konzept hat sich aus der Sicht der Studierenden und der Lehrenden als vielversprechende Neuentwicklung für die moderne Technologieausbildung an Hochschulen schon jetzt sehr bewährt.

Die empirischen Befunde über alle im INGMEDIA-Projekt evaluierten Praktika weisen darauf hin, dass Akzeptanz und Lernerfolg beim Einsatz Neuer Medien umso unmittelbarer und deutlicher sichtbar werden je weiter fortgeschritten die Teilnehmer in ihrem Studium sind und je größer daher ihre Selbstlern- und Medienkompetenzen sind.

## **2. Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse**

Nutzen und Verwertbarkeit der INGMEDIA-Ergebnisse werden beschrieben anhand der „Checkliste zur Sicherung der Nachhaltigkeit von eLearning-Projektergebnissen“ des vom Projektträger NMB eingesetzten „Arbeitskreises Nachhaltigkeit“.

### **2.1 DOKUMENTATION**

Die INGMEDIA-Lernumgebung basiert auf dem Konzept des „Blended Learnings“. In die Lernumgebung sind die vielfältigsten Lernmaterialien, Übungen, Vorlesungsinhalte, Materialien zur Vor- und Nachbereitung von Praktika, Simulation von Experimenten und Telematikversuche eingebunden. Alle Module können online über das Internet von jedem Ort der Erde aus genutzt werden. Dabei ist ein individuelles Lernen, aber auch ein Lernen in Kleingruppen möglich.

Die Benutzer von INGMEDIA werden überwiegend über einen problemorientierten oder explorativen Zugang zum Wissen gelangen. Aber auch systematische und stark geführte Aneignung von Wissen ist möglich. Welcher Zugang gewählt wird, entscheidet der jeweilige Autor einer Lerneinheit von INGMEDIA. Zur Erreichung dieses Ziels werden als Medien Texte, Bilder, Animationen, Simulationen, Telematikexperimente, Lernprogramme, Filmsequenzen und Sprache eingesetzt. Eine große Rolle spielen Übungen und Selbsttests: Sie dienen sowohl dem Wissenserwerb, als auch seiner Überprüfung und Anwendung.

Als elektronische Kommunikationsmittel stehen den Benutzern von INGMEDIA systeminterne E-Mail und Foren zur Verfügung. Außerdem können sie durch Professoren, Tutoren oder Mitarbeiter online betreut werden. Was im Einzelfall bei einer Lerneinheit tatsächlich eingesetzt wird, entscheidet der jeweilige Autor der Lerneinheit.

### **2.2 ORGANISATION**

Für die kommenden Jahre sind die Rahmenplanungen für die hochschulweite Integration von eLearning als strategische Aufgabe für die zeitgemäße Entwicklung der Studienangebote der Fachhochschule Aachen im Leitbild und in den Zielvereinbarungen abgesteckt. Eine Rektorkommission, die „eLearning-Kommission“, hat 2002 ihre Arbeit aufgenommen. Die Fachhochschule unterstützt aus zentralen Mitteln eLearning-Projekte ihrer Hochschullehrer, die in einem Auswahlverfahren als förderungswürdig begutachtet wurden. Seit der letzten Förderrunde ist dabei die Nutzung der INGMEDIA-Lernumgebung durch die Projekte Fördervoraussetzung.

Nach dem Auslaufen des Projektes wird die Arbeit an der INGMEDIA-Lernumgebung in der Arbeitsgemeinschaft eLearning fachbereichsübergreifend von den Professoren Hans-Jürgen Hagemann (Sprecher der AG), Heinrich Hemme, Klaus-Peter Kämper und Günter Schmitz weitergeführt. Die Lernumgebung wird allen Lehrenden der Fachhochschule Aachen für den Einsatz in ihren Lehrveranstaltungen zur Verfügung gestellt. Als ständige Dienstleistung wird die didaktische und technische Beratung der Autoren / Professoren bei der Umsetzung von Content

und der Erstellung neuer Lerneinheiten angeboten. Dadurch wird die Lernumgebung ständig um neue Lerneinheiten erweitert. Die AG sorgt für die zuverlässige Verfügbarkeit der Technik, damit neue und überarbeitete Lerneinheiten sobald gewünscht im regulären Lehrbetrieb eingesetzt werden können, wie dies auch schon während der Laufzeit des Projektes mit den bisherigen Lerneinheiten geschehen ist.

Die Weiterentwicklung der eLearning Angebote wird durch intern finanzierte Projekte vorangebracht und durch „best practice“ Beispiele stimuliert. Die Lerneinheiten und Möglichkeiten aus der INGMEDIA Projektlaufzeit werden durch neue Elemente ergänzt, wie Barrierefreiheit von eLearning Angeboten, Übertragungsratenoptimierte Aufzeichnung und Wiedergabe synchronisierter Video-, Audio- und Datenströme, Weiterentwicklung eines open source basierten offline Autorensystems etc.

Die Evaluation der INGMEDIA-Lernumgebung und der bisherigen Lerneinheiten ist stets begleitend zur Entwicklung durchgeführt worden, und so soll es auch in Zukunft gehandhabt werden. Diese Aufgabe wird weiterhin eine zentrale Einrichtung der Fachhochschule Aachen, die „Arbeitsstelle für Hochschuldidaktik und Studienberatung“ (HDSB) mit ihrem Leiter Dr. Michael Heger im Rahmen ihrer regulären Tätigkeit übernehmen.

Die INGMEDIA-Lernumgebung ist den Mitgliedern der Fachhochschule Aachen bei zahlreichen Veranstaltungen bekannt gemacht worden. Es gab Ausstellungen auf Tagungen in der Hochschule, Vorstellungen in den Fachbereichen, für jeden Dekan einzeln, in Dekanerunden, im Rektorat und in den zentralen Einrichtungen der Fachhochschule. Auch Studierenden wurde sie vorgestellt. Das Rektorat unterstützt ausdrücklich und auch finanziell die fachhochschulweite Einführung der INGMEDIA-Lernumgebung und empfiehlt allen Dozenten ihre Benutzung. Es wurde daher bereits eine (technisch leicht mögliche) Anpassung von Name (**eFacH**), Design, Icons und Farbgebung an die Vorgaben der CI der Fachhochschule Aachen vorgenommen. Diese Version läuft parallel zur eigentlichen INGMEDIA-Lernumgebung und greift auf dieselbe Datenbank zu.

Die meisten bisher entwickelten Lerneinheiten sind fest in die Curricula der einzelnen Studiengänge eingebunden und damit Bestandteile des Anforderungskatalogs der einzelnen Lehrveranstaltungen. Dabei erlernen die Studierenden Inhalte und Methoden, die ohne INGMEDIA, insbesondere im Bereich der Telematikversuche, so nicht möglich wären.

Durch ihre Modularität werden zahlreiche Komponenten bereits jetzt fach- und hochschulübergreifend eingesetzt. Bisher können im Rahmen der eLearning – Angebote noch keine eigenständigen Prüfungsleistungen erbracht werden. Die Integration in ein hochschulweites System der Verwaltung der Studierenden- und Prüfungsdaten unter Einbeziehung von ECTS Regeln und des Bologna Prozesses ist für Folgeprojekte geplant.

Da die INGMEDIA-Lernumgebung technisch auf die Open-Source-Lernplattform ILIAS aufsetzt, arbeitet INGMEDIA und die daraus entstandene AG eLearning eng mit dem Kernentwicklerteam von ILIAS open source an der Universität Köln zusammen. In diesem Zusammenhang hat die Fachhochschule Aachen einen Kooperationsvertrag mit der Universität zu Köln abgeschlossen. Gegenstand des Vertrages ist die längerfristige Kooperation und der gemeinsame Wissenstransfer bei der Entwicklung und Durchführung von eLearning-Vorhaben im Schul-

Hochschul- und Weiterbildungsbereich auf Basis von Open-Source-Software. Ziel ist es dabei, softwarebasierte Lern- und Arbeitsumgebungen besser an anwenderspezifische Anforderungen anzupassen und die Unabhängigkeit von Bildungseinrichtungen gegenüber kommerziellen Softwareanbietern zu stärken.

### **2.3           TECHNIK**

Die Technologiebasis der INGMEDIA Lernumgebung ist ILIAS open source, eine der bekanntesten und bestbewerteten Lernplattformen aus dem Hochschulbereich. Die Plattform ist auf einem professionellen Server (LAMP-System: Linux, Apache, MySQL, PHP) mit allen gängigen technischen und organisatorischen Sicherheitsvorkehrungen und redundanter Hardware für einen stabilen Dauereinsatz installiert. Die Hardware wird vom Rechenzentrum DVZ der Hochschule gehostet. Zusätzlich existiert ein Entwicklungssystem für Erweiterungen, Test und Updates. Die Netzinfrastruktur und die Glasfaseranbindung an das bundesweite Hochschulnetz wird von der RWTH Aachen betreut.

Die Systemadministration und das Rechtemanagement liegt bei der AG eLearning. Außerhalb der Arbeitszeiten wird die Software ggf. ferngewartet.

Ein Update der INGMEDIA Lernumgebung auf ILIAS 3.x ist für Anfang 2005 vorgesehen. Weitere ILIAS updates werden keine speziellen Anpassungen auf das von der FH Aachen betriebene System mehr erfordern.

### **2.4           DIDAKTIK / METHODIK**

Die INGMEDIA-Lernumgebung wurde speziell auf die Lernkultur von Studierenden hin entwickelt. Dazu wurden vor der Entwicklung eines didaktischen Konzepts die Erfahrungen, Erwartungen und die Aufwandsbereitschaft, aber auch die technische Ausstattung mit Computern und Internetzugängen der Studierenden erfragt. INGMEDIA kann rund um die Welt an jedem Ort der Welt genutzt werden. Dies kommt insbesondere Studierenden zu Gute, die zeitlich und räumlich eingeschränkt sind, z.B. Studierende mit kleinen Kindern oder Studierende mit einer körperlichen Behinderung.

Durch die Verlinkung der Lerneinheiten können die Nutzer leicht und schnell auf andere im Internet zugängliche Lernressourcen zugreifen. Durch den internetbasierten Zugriff auf die Lerneinheiten und Praktika haben die Studierenden die Möglichkeit zu jeder Zeit auch von zu Hause aus mit den Lernmaterialien zu arbeiten und bei den Telematikpraktika sogar die Messaufgaben real durch Fernsteuerung des Messplatzes zu lösen.

## 2.5 VERMARKTUNG

Der Ausbau von Marketingaktivitäten, die Weiterentwicklung von multimedialen Elementen, die Aktualisierung von Flyern und anderen Printmaterialien und des Web-Auftritts soll von einem Graphik- und Design-Büro betreut werden. Zahlreiche Werbemaßnahmen, um den Bekanntheitsgrad und die Verbreitung von INGMEDIA zu fördern, sind durchgeführt worden und werden fortgesetzt, z. B. Präsentationen und Ausstellungen auf Messeständen und bei Workshops, Vorträge bei einschlägigen Fachtagungen und Artikel in Fachzeitschriften.

Für Anwender von INGMEDIA, seien es Lehrende oder Lernende, wurden Schulungsveranstaltungen und Workshops für einzelne Fachbereiche, aber auch für einzelne Dozenten angeboten und durchgeführt. INGMEDIA Produkte werden 2005 mit mehreren Workshops im Rahmen der hochschuldidaktischen Weiterbildung der Fachhochschulen in Nordrhein-Westfalen HDW und beim Tag der Lehre der Fachhochschulen in Baden-Württemberg interessierten Hochschullehrern nahegebracht.

Die erfolgreiche Kooperation mit Industrieunternehmen und Verbänden soll fortgesetzt und in neue Projekte eingebracht werden, auch mit dem Ziel außerhalb der Hochschule im Fortbildungs- und Schulungssektor Fuß zu fassen.

Einnahmen, die die AG eLearning erwirtschaftet, werden für die Weiterentwicklung der INGMEDIA-Lernumgebung und die Förderung und Verbreitung des eLearnings an der Fachhochschule Aachen eingesetzt.

## 2.6 NUTZEN DER eLEARNING ANGEBOTE

Studierende haben einen hohen Nutzen von INGMEDIA. Sie können selbst entscheiden, wann und wo sie lernen wollen, da INGMEDIA jederzeit und überall zur Verfügung steht. Dadurch können sie bequem Zeitlücken in ihrem Tagesablauf nutzen. Sie sparen Zeit und Kosten, da sie zum Lernen nicht mehr notwendigerweise in die Hochschule fahren müssen. Sie können selbst über ihr Lerntempo und über die Wiederholrate bestimmen. Dadurch steigert sich ihr Lernerfolg. Dies konnte durch eine Evaluation mit zwei Vergleichsgruppen, von denen die eine mit und die andere ohne INGMEDIA gearbeitet hat, bestätigt werden. Die Studierenden können durch die Telematik via Internet jeder einzeln an Experimenten und Messungen arbeiten, die ohne INGMEDIA nur zeitlich beschränkt in Gruppen durchgeführt werden könnten. Zusätzlich erwerben die Studierenden Medienkompetenz. Da die Lehrenden durch INGMEDIA von Routineaufgaben entlastet werden, können sie diese den Studierenden für intensivere Beratung und Betreuung zur Verfügung stellen.

Auch die Lehrenden haben einen großen Nutzen von INGMEDIA. Der Einsatz von Lehrpersonal sinkt. Es müssen weniger Räume zur Verfügung stehen. Die Kosten für die Lehre sinken also.



Im Bereich Telematik werden einige Praktika überhaupt erst möglich, da manche Apparaturen so teuer sind, dass nicht jede Hochschule sich solch einen Messplatz leisten kann, der aber über Telematik von mehreren Hochschulen gemeinsam genutzt werden kann, ohne dass dazu Reisen erforderlich wären.

Durch Evaluationen und hochschuldidaktische Aktionsforschung konnte gezeigt werden, dass die INGMEDIA-Lernumgebung, die eingebundenen Lerneinheiten und das zugrunde liegende didaktische Konzept vielversprechende Erfolge gebracht haben. Durch die fachhochschulweite Bereitstellung der Lernumgebung werden in den nächsten Jahren viele Lehrende und Autoren weitere Lerneinheiten erstellen. Dadurch und durch die weitere didaktische und evaluierende Begleitung wird sich dieser Erfolg qualitativ verstärken und auf die gesamte Fachhochschule ausstrahlen.

## **2.7 RESSOURCENBESCHAFFUNG**

Infrastruktur, Arbeitsmittel und Räume für den weiteren Betrieb der Lernumgebung und deren Wartung und Weiterentwicklung stehen aus dem INGMEDIA Projekt auch weiterhin zur Verfügung. Personelle Ressourcen werden von den Professoren der AG eLearning eingebracht, ergänzt durch Studierende, die ihre Studien-, Diplom-, oder Masterarbeit im Bereich der AG eLearning erstellen, durch studentische und wissenschaftliche Hilfskräfte und ggf. durch drittmittelfinanzierte wissenschaftliche Mitarbeiter.

Darüberhinaus unterstützt die Hochschulleitung nach Projektende die Arbeit der AG eLearning aus zentralen Mitteln, um zumindest die personelle Mindestaustattung für den Basisbetrieb der Lernumgebung sicherzustellen. Die Ressourcen werden ergänzt durch Drittmittel, die die AG selbst einwirbt. Die AG eLearning kooperiert hochschulintern mit der Rektoratskommission eLearning, den Fachbereichen, der Hochschulbibliothek, der Arbeitsstelle für Hochschuldidaktik und Studienberatung HDSB, den Technologie- und Wissenstransferstellen in Jülich und Aachen, mit dem Zentrum für Weiterbildung und mit dem Solarinstitut Jülich.

Die AG eLearning bereitet in Zusammenarbeit oder Abstimmung mit anderen Akteuren der Fachhochschule Aachen auf diesem Gebiet Förderanträge auf EU und auf Bundesebene vor, um die INGMEDIA Ergebnisse nachhaltig zu Verwerten und auszubauen. Auf dem Gebiet der Telematik, Web-Labs oder GRID-Labs werden Vorgespräche über Hochschulkooperationen geführt, um eine wechselseitige Nutzung über das Internet von aufwendigen technischen Laboren und deren gemeinsame Vermarktung zu verabreden und zu realisieren.

### **3. Fortschritte anderer auf dem Gebiet des Vorhabens**

Nach Kenntnis der Autoren sind die im INGMEDIA Projekt erzielten Ergebnisse nicht parallel von anderen Stellen erreicht worden. Schutzrechte oder Schutzrechtsanmeldungen anderer stehen einer Nutzung und Verwertung der Ergebnisse nicht entgegen.

Mit Arbeitsgruppen, die im Bereich des Einsatzes neuer Medien in der Lehre aktiv sind, hat ein intensiver wissenschaftlicher Austausch stattgefunden. Veröffentlichungen Dritter, die das Vorhaben oder seine Teilvorhaben in Frage stellen könnten, wurden nicht bekannt.

Während des gesamten Berichtszeitraums wurde der aktuelle Stand von Wissenschaft und Technik mit Hilfe von Literatur- und Internetrecherchen unter Nutzung der zentralen Bibliotheksdienste, Fachdatenbanken und Fachinformationszentren verfolgt. Der Kontakt zu Projektgruppen, die an verwandten Themen arbeiten, wurde ausgebaut und zum gegenseitigen Informationsaustausch genutzt. Die externen Informationen und die positiven Rückkopplungen untermauern, dass die erreichten Projektergebnisse und ihre Abrundung einen wesentlichen Beitrag zum Einsatz der Neuen Medien leisten können.

#### 4. Erfolge und geplante Veröffentlichungen der Ergebnisse

Über Teilergebnisse des Vorhabens wurde auf zahlreichen wissenschaftlichen Tagungen vorgetragen. Mit fortschreitender Bearbeitung der Arbeitspakete wurden Konzepte, Ergebnisse und Schlussfolgerungen in Form zahlreicher Beiträge zu Fachzeitschriften und Büchern publiziert. Die eingereichten und veröffentlichten Manuskripte sind im **Anhang A** zusammengestellt.

##### 4.1 INGMEDIA PUBLIKATIONSLISTE

**2001 001** J. Fricke, W. Schiffmann: "Telematiklabor für Digitalschaltungen", Jahrestagung der GI/OCG, Informatik 2001, Tagungsband 2 (K. Bauknecht, W. Brauer, Th. Mück, Hrsg., Wien 2001), 1149 -1153 (2001)

**2001 002** M. Brill, A. Picard, „Virtuelles Technologiepraktikum Mikrofertigung“, Rundschau FH Kaiserslautern, Juli 2001, S. 12 – 15.

**2002 001** W. Suhr, U. Backhaus: „Stellung und Zielsetzung des Experimentalpraktikums in der Physikausbildung“, Nordmeier, V. (Redaktion), Didaktik der Physik. Beiträge zur Frühjahrstagung der DPG Leipzig 2002 (veröffentlicht als Tagungs-CD)

**2002 002** H. Bold, A. Carduck, M. Heger, W. Kock: „Didaktisches Konzept für eine E-Learning-Plattform im Umfeld physikalischer Praktika“, Nordmeier, V. (Redaktion): Didaktik der Physik. Beiträge zur Frühjahrstagung der DPG- Leipzig 2002 (veröffentlicht als Tagungs-CD)

**2002 003** D. Samm, U. Backhaus, W. Suhr: „Die Kundt'sche Methode zur Messung der Schallgeschwindigkeit - ein Beispiel für die multimediale Unterstützung der Praktikumsvorbereitung“: Nordmeier, V. (Redaktion): Didaktik der Physik. Beiträge zur Frühjahrstagung der DPG- Leipzig 2002 (veröffentlicht als Tagungs-CD)

**2002 004** A. Picard, M. Brill, D. Cassel, A. Jentsch, M. Rollwa, P. Kämper, S. Merten: „Neue Medien für die praktische MST Ausbildung“, Rundschau, FH-Kaiserslautern, Juli 2002, S. 14 -15

**2002 005** H. Boldt „Chancen und Grenzen der E-Collaboration für die Hochschulen“, <http://www.co-in.de/coin/index.php?id=309>, Zugriff am 19.08.04

**2002 006** A. vom Hemdt, G. Schmitz, S. Breitschuh, S. Graber: „Virtuelle Praktika für die Ingenieurausbildung“, VDE (Hrsg.) NetWorlds, Band 1, Leben und Arbeiten in vernetzten Welten - VDE Kongress 2002 NetWorlds, Tagungsberichte der ITG/ETG, Band 1, S. 69-74 (2002)

**2002 007** U. Backhaus, S. Goessner, H.J. Hagemann: „Collaborative eLearning Concepts for University Level Online Laboratory Courses in Engineering“, Proceedings Online Educa Berlin: 8th International Conference on Technology Supported Learning & Training, S. 62-66 (2002)

**2003 001** S. Merten, K. Kämper, M. Brill, A. Picard, D. Cassel, A. Jentsch, M. Rollwa: „Vom virtuellen Wafer zum realen Drucksensor“, W. Fischer, F. Flückiger (Hrsg.); Information – Communication – Knowledge engineering education today; Referate des 32. Symposiums der Internationalen Gesellschaft für Ingenieurpädagogik Karlsruhe, Schriftenreihe Ingenieurpädagogik Band 49 ISBN 3-00-012081-5, S. 318 – 321 (2003)

- 2003 002** W. Kock: „Blended Learning - die Kombination von Web-Based Learning und Präsenzveranstaltung“, MOBILE Social Groupwork Report, Ausgabe 2/03, 8. Jhrg., Verlag Dr. Heinz Kersting, ISSN 1612-3409, St. 18-21, (2003)
- 2003 003** G. Schmitz, S. Breitschuh, S. Graber, H.-J. Hagemann, A. vom Hemdt: „Telematiklabore mit LabVIEW in der Ingenieurausbildung“, R. Jamal, H. Jaschinski (Hrsg.): Virtuelle Instrumente in der Praxis, Begleitband zum Kongress VIP 2003, ISBN 3-7785-2909-0, Hürthig Verlag Heidelberg (2003), S.458-464
- 2003 004** S. Merten, K.P. Kämper, M. Brill, A. Picard, D. Cassel, A. Jentsch, M. Rollwa, „Virtuelle Sensor-Fertigung: Hightech mit LabVIEW“, R. Jamal, H. Jaschinski (Hrsg.), Virtuelle Instrumente in der Praxis, Begleitband zum Kongress VIP 2003, ISBN 3-7785-2909-0, Hürthig Verlag Heidelberg, S. 465-470 (2003)
- 2003 005** W. Suhr, U. Backhaus, „Zur Entwicklung und ersten Erprobung einer hypermedialen Praktikumsanleitung“, Nordmeier, V. (Redaktion); Didaktik der Physik. Beiträge der DPG - Augsburg 2003 (veröffentlicht als Tagungs-CD)
- 2003 006** W. Suhr, U. Backhaus: „Angebote zur aktiven Aneignung von Lerninhalten“, Nordmeier, V. (Redaktion); Didaktik der Physik. Beiträge der DPG - Augsburg 2003 (veröffentlicht als Tagungs-CD)
- 2003 007** J. Frost, S. Goessner, M. Hirtzler: „Learn SVG – The Web graphics Standard“, ISBN 0-9741773-0-X, Learn SVG (2003)
- 2003 008** S. Merten, K.-P. Kämper, A. Schütze, A. Picard: „Vom virtuellen Wafer zum realen Drucksensor: Bildungsnetzwerke verbessern die Ausbildung in Hochtechnologien“, H. Loczek (Hrsg.), Kooperation und Arbeit in vernetzten Welten, Ergonomia Verlag Stuttgart ISBN 3-935089-71-6, St. 238 – 241 (2003)
- 2003 009** H.-J. Hagemann: „INGMEDIA – Lernsoftware für technische und physikalische Praktika in Ingenieurstudiengängen“, S. Pinkau, T. Gerke (Hrsg.) Tagungsband E-Learning NMB – Projekte in den Ingenieurwissenschaften, St. 64 – 69 (2003)
- 2003 010** M. Heger: „Konzept hochschuldidaktischer Aktionsforschung am Beispiel INGMEDIA“, D.M. Meister, S.-O. Tergan, P. Zentel (Hrsg.), Medien in der Wissenschaft Bd. 25, Waxmann Verlag Münster ISBN 3-8309-1311-7 / ISSN 1434-3436, St. 74 – 83 (2004)
- 2003 011** H.-J. Hagemann: „INGMEDIA – E-Learning für Laborpraktika“, D.M. Meister, S.-O. Tergan, P. Zentel (Hrsg.), Medien in der Wissenschaft Bd. 25, Waxmann Verlag Münster ISBN 3-8309-1311-7 / ISSN 1434-3436, St. 217 – 222 (2004)
- 2003 012** H. Boldt: „Erlkönig: Offline Authoring Tool for the ILIAS eLearning Platform“, Proc. 2nd Int. ILIAS Conf, Cologne, Germany (2003), <http://www.ilias.uni-koeln.de/conference/2003/pdf/27-BOLDT.pdf>; Zugriff am 30.08.2004
- 2003 013** A. Tysarzik: „Transfer of Content from XML to ILIAS“, Proc. 2nd Int. ILIAS Conf, Cologne, Germany (2003), <http://www.ilias.uni-koeln.de/conference/2003/pdf/26-TYSARZIK.pdf>; Zugriff am 30.08.2004

**2004 001** Michael Heger, Winfried Kock: "INGMEDIA, blended learning im Laborpraktikum -ein hochschuldidaktisches Projekt" , Band Nr. 113 der Reihe "Blickpunkt Hochschuldidaktik" Tobi-na Brinker, Uwe Rössler (Hrsg.) "Hochschuldidaktik an Fachhochschulen, neue Ansätze in der Lehre aus den Fachhochschulen des Landes Nordrhein-Westfalen", W.Bertelsmann Verlag, Bielefeld ISBN 3-7639-3179-1, St. 169-176 (2004)

**2004 002** H-J. Hagemann: „Drei Jahre INGMEDIA – Was bleibt?“, Fachblatt 1/2004, Fachhochschule Aachen, St 10 (2004)

**2004 003** S. Breitschuh, S. Graber, H.J. Hagemann, G. Schmitz: „Internet Laboratory Courses with Remote Access and Control of Real Measurements on Sensors and Electronic Components“, Proceedings Intern.I Conf. on Mechatronics and Robotics, Aachen, to be published Sept. 2004

**2004 004** K.P. Kämper; S. Merten, A. Picard, M. Brill: „Professional Educational Solutions for Future Industrial Demands in Mechatronics“, Proceedings Intern.I Conf. on Mechatronics and Robotics, Aachen, to be published Sept. 2004

## 4.2 INGMEDIA VORTRAGSLISTE

Harry Boldt: „Chancen und Grenzen der eCollaboration für die Hochschulen“, eCollaboration Forum für webbasierte Prozessunterstützung (Cologne Intelligence), Rechtsrheinisches Technologiezentrum Köln (Germany), 07. März 2002

Andreas vom Hemdt: „Embedded Internet: Vom Sensor zum Browser“, Elektrotechnisches Kolloquium, Fachhochschule Aachen, Aachen (Germany), 16. Mai 2002

Andreas vom Hemdt: „Studierende virtuell fo(e)rder(n)“, Fachtagung National Instruments, RWTH Aachen, Aachen (Germany), 10. Oktober 2002

Andreas vom Hemdt: „Virtuelle Praktika für die Ingenieurausbildung“, ITG-Fachtagung VDE Kongress 2002 NetWorlds, Dresden (Germany), 21. – 23. Oktober 2002

Hans-Jürgen Hagemann: „INGMEDIA: Collaborative E-Learning Concepts for University Level Laboratory Courses in Engineering“, Online Educa Berlin: 8th Int. Conf. Techn. Supported Learning & Training, Berlin (Germany), 27. – 29. November 2002

Michael Heger: „Konzept hochschuldidaktischer Aktionsforschung am Beispiel INGMEDIA“, kevih – Expertenworkshop, Evaluation von eLearning – Zielrichtungen, methodologische Aspekte, Zukunftsperspektiven, Institut für Wissenmedien (IWM), Tübingen, 11.-12. März 2003

Michael Heger: „INGMEDIA, blended learning im Laborpraktikum -ein hochschuldidaktisches Projekt“, Forum Hochschullehre, Fachhochschule Bielefeld, 09.04.2003

Hans-Jürgen Hagemann: „INGMEDIA – Lernsoftware für technische und physikalische Praktika in Ingenieurstudiengängen“, Workshop NMB – Projekte in den Ingenieurwissenschaften, Hochschule Anhalt in Dessau (Germany), 25. – 26. Juni 2003

Sabine Merten: „Vom virtuellen Wafer zum realen Drucksensor“, 32. Int. Symposium IGIP, Karlsruhe (Germany), September 15. – 18. 2003

Anette Anthrakidis, Harry Boldt, Hans-Jürgen Hagemann: „Online-Praktikum Elektronische Bauelemente im Ingenieurstudium“, Workshop GMW 03 - 8. Europäischer Kongress der Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft, Universität Duisburg (Germany), 16.-19. September 2003

Sabine Merten: „Bildungsnetzwerke verbessern die Ausbildung in Hochtechnologien“, Herbstkonferenz der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft GfA – Kooperation und Arbeit in vernetzten Welten; Aachen (Germany), 29.09. – 01.10.2003

Andreas Tysarzik: "Transfer of Contents from XML to ILIAS", 2nd International ILIAS Conference University of Cologne (Germany), October 1 and 2, 2003,

Harry Boldt: "Erlkönig: Offline Authoring Tool for ILIAS", 2nd International ILIAS Conference University of Cologne (Germany), October 1 and 2, 2003

Wolfram Schiffmann, Jörg Keller, Udo Höning, "Web-based exercises in computer engineering", International conference on networked E-learning for European Virtual Universities, Granda, Spain, 23 – 25th November 2003

Steffen Graber: „Internet Laboratory Courses with Remote Access and Control of Real Measurements on Sensors and Electronic Components“, International Conference on Mechatronics and Robotics, Aachen, Germany, 13 – 15th September 2004

Sabine Merten: „Professional Educational Solutions for Future Industrial Demands in Mechatronics“, International Conference on Mechatronics and Robotics, Aachen, Germany, 13 – 15th September 2004

#### **4.3 DISSERTATIONEN UND DIPLOMARBEITEN**

Harry Boldt: „Multimediale Unterstützung ingenieurwissenschaftlicher Laborpraktika: Didaktische Gestaltung hybrider Lernarrangements zur Förderung des Erwerbs prozeduralen Wissens“, Dissertation Universität Duisburg-Essen, geplanter Abschluss 10 / 2004

Sabine Merten: „Entwicklung neuartiger Technologiepraktika zur Förderung der Ausbildung in der Mikrosystemtechnik“, Dissertation Universität des Saarlandes, Saarbrücken, Abschluss vorgesehen 2005

Stefan Breitschuh: „Aufbau eines Telematikmessplatzes für einen Operationsverstärker-Versuch“, Master-Arbeit, Fachhochschule Aachen, 2004

Frank Hoffmann: „Entwicklung von Hard- und Software zur Online-Vermessung elektronischer Bauelemente an Multimedia-Meßplätzen“, Diplomarbeit Fachhochschule Aachen, 2001

Andreas Tysarzik: „Konzeption, Programmierung und Implementierung eines Werkzeugs zur automatischen Überführung von XML – Daten in eine relationale Datenbank“, Diplomarbeit Fachhochschule Aachen, 2003

Markus Urban: „Entwicklung eines Simulationsprogramms für den realitätsnahen interaktiven Umgang mit elektrischen Schaltungen“, Diplomarbeit Fachhochschule Aachen, 2003

Frank Lutterbach: „Konzeption und Entwicklung multimedialer interaktiver Messreihen und Diagramme zur Vermittlung von Laborkompetenz“, Diplomarbeit Fachhochschule Aachen, 2003

Markus Simonis: „Internetbasierte Steuerung einer Modelleisenbahn“, Diplomarbeit Fachhochschule Aachen, 2004

Sam Tuyen Truong: „Transformation von Open-Office-Lerneinheiten für die XML – Schnittstelle einer On-Line-Lernplattform“, Diplomarbeit Fachhochschule Aachen, Abgabe Nov. 2004

Aachen, den 30.08.2004

(Prof. Dr. Hans-Jürgen Hagemann)