

Entwicklung und Evaluation von  
eLearning-Szenarien für die Ausbildung von  
Fernstudenten im Studiengang Bauingenieurwesen

Diplomarbeit an der  
Technischen Universität Dresden  
März 2009

von

Ulrike Schirwitz

Betreuer: Dr. Holger Rohland, Dr. Daniel Lordick  
Hochschullehrer: Prof. Dr. Steffen Friedrich  
AG Didaktik der Informatik/Lehrerbildung  
Institut für Software- und Multimediatechnik  
Fakultät Informatik



## Aufgabenstellung für die Diplomarbeit

Name, Vorname des Studenten: Schirwitz, Ulrike  
Immatrikulationsnummer: 2876567

Thema: "Entwicklung und Evaluation von eLearning - Szenarien für die Ausbildung von Fernstudenten im Studiengang Bauingenieurwesen "

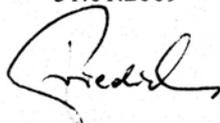
Zielstellung:

In einem ersten Teil der Arbeit ist zu untersuchen, in welchem Maße das Fachgebiet "Konstruktive Geometrie" grundsätzlich für das virtuelle Lernen geeignet ist. Auf der Basis einer breit angelegten Recherche in diesem Gebiet soll dabei insbesondere herausgearbeitet werden, welche Formen der Interaktion - sowohl mit dem Lerngegenstand als auch mit anderen Lernenden - sinnvoll in einem virtuellen Szenario realisierbar sind.

Im Ergebnis dieser Vorüberlegungen ist zu analysieren, welche Szenarien an Fernuniversitäten oder in virtuellen Studiengängen anderer Hochschulen bereits realisiert worden sind. Diese Übersicht soll durch Ideen erweitert werden, die für das Anwendungsfeld besonders geeignet wären. Dabei sind Konzepte zu beschreiben, die sowohl in individuellen wie auch kollaborativen Ansätzen auf interaktive Elemente fokussieren, wobei die Möglichkeiten und Grenzen der einzelnen Ansätze, insbesondere im Kontext des Sonderfalls Fernstudium, deutlich herauszuarbeiten sind.

Aufbauend auf dieser Analyse ist ein eigenes Szenario für die Ausbildung von Fernstudenten in ausgewählten Stoffgebieten des Lehrfaches "Konstruktive Geometrie" im Studiengang Bauingenieurwesen zu entwickeln und zu testen. Anzustreben ist, dass dieses Szenario sowohl kollaborative Teile als auch intensive Phasen individuellen Arbeitens enthält. Im abschließenden Teil der Arbeit ist im praktischen Einsatz eine vergleichende Evaluation durchzuführen. Dabei soll untersucht werden, ob Unterschiede zum Präsenzstudium nachgewiesen werden können. Aus den Ergebnissen dieser Untersuchungen sind Vorschläge abzuleiten, die das entwickelte Szenario für einen nachhaltigen Einsatz geeignet machen.

Betreuer: Dr. rer. nat. Holger Rohland  
Dr. Ing. Daniel Lordick  
Betreuender Hochschullehrer: Prof. Dr. paed. habil. Steffen Friedrich  
Institut: Software- und Multimediatechnik  
Beginn am: 01.08.2008  
Einzureichen am: 31.01.2009  
Unterschrift



# INHALT

<b>Aufgabenstellung</b> .....	<b>5</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>10</b>
Abbildungen .....	10
Tabellen .....	10
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>11</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>13</b>
1.1 Motivation .....	13
1.2 Aufbau der Arbeit .....	13
<b>2 Virtuelles Lernen im Fach „Konstruktive Geometrie“</b> .....	<b>15</b>
2.1 Virtuelles Lernen.....	15
2.1.1 Begriffe .....	15
2.1.2 Mehrwert .....	16
2.2 Lehrziele.....	18
2.2.1 Allgemeines .....	18
2.2.2 Lehrziele “Konstruktive Geometrie“ an der TU Dresden .....	19
2.3 Wissensanalyse.....	20
2.3.1 Wissensformen.....	20
2.3.2 „Konstruktive Geometrie“ .....	21
2.4 Dynamische Geometrie .....	24
2.5 Interaktion .....	24
2.5.1 Formen .....	25
2.5.2 Interaktion mit dem Lerngegenstand .....	28
2.5.3 Interaktion mit anderen Personen .....	30
2.6 Fazit.....	31
<b>3 Theorien und Konzepte virtuellen Lernens</b> .....	<b>33</b>
3.1 Didaktische Theorien .....	33
3.2 Lerntheorien .....	35
3.2.1 Behaviorismus .....	35
3.2.2 Kognitivismus .....	36
3.2.3 Konstruktivismus .....	36
3.3 Lernszenarien .....	36

3.3.1	Allgemeines .....	36
3.3.2	Beispiele .....	38
3.3.2.1	Virtualitätsgrad.....	38
3.3.2.2	Lehraktionsform .....	41
3.3.2.3	Sozialform.....	44
3.3.2.4	Aktionsform.....	47
3.3.2.5	Kombination .....	47
3.4	E-Learning für „Konstruktive Geometrie“ an anderen Hochschulen .....	47
<b>4</b>	<b>Konzept und Szenario “Konstruktive Geometrie“ .....</b>	<b>51</b>
4.1	Zielgruppe .....	51
4.1.1	Fernstudium .....	51
4.1.2	Universitäres Technisches Fernstudium (Dresdener Modell).....	52
4.1.3	Merkmale .....	53
4.2	Szenario „Konstruktive Geometrie“ .....	55
4.2.1	Beschreibung.....	55
4.2.2	Ablauf .....	57
4.3	Lernobjekte.....	59
4.3.1	Wiederverwendbare Lernobjekte .....	59
4.3.2	Objektklassifizierung .....	61
4.3.2.1	Texte .....	62
4.3.2.2	Bilder .....	64
4.3.2.3	Animationen.....	66
4.3.2.4	Videos.....	68
4.3.2.5	Simulationen .....	68
4.3.2.6	3D-Visualisierungen .....	69
4.3.2.7	Übungsaufgaben .....	69
4.3.3	Lernobjekt-Typen .....	70
4.3.3.1	Übungen .....	70
4.3.3.2	Beispiele .....	73
4.3.3.3	Theorie .....	73
4.4	Strukturierung .....	73
4.4.1	Lernwegsteuerung.....	73
4.4.2	Segmentierung .....	74
4.4.3	Sequenzierung.....	75
<b>5</b>	<b>Umsetzung.....</b>	<b>78</b>
5.1	Vom Skript zum Kurs .....	78

5.1.1	Grobstruktur.....	78
5.1.2	Feinstruktur.....	79
5.1.3	Lernobjekte erstellen.....	80
5.1.3.1	Vorlage Text.....	80
5.1.3.2	Vorlage Bild.....	80
5.1.3.3	Vorlage Beispiel.....	81
5.1.3.4	Vorlage Übung.....	81
5.1.3.5	Ergebnis Lernobjekt-Seite.....	83
5.1.4	Learning Management System.....	83
5.2	Technische Realisierung.....	85
5.2.1	Bilder.....	85
5.2.2	Animationen.....	85
5.2.3	Simulationen.....	85
5.2.4	3D-Visualisierungen.....	86
5.2.5	Konstruktionsübungen.....	87
5.2.6	Verständnisübungen.....	88
5.2.7	Papierübungen.....	89
5.2.8	Lernobjekt-Seiten.....	90
<b>6</b>	<b>Evaluation.....</b>	<b>91</b>
6.1	Methode.....	91
6.2	Durchführung.....	92
6.3	Auswertung.....	93
6.3.1	Allgemeines.....	93
6.3.2	Probleme.....	94
6.3.3	Schlussfolgerungen.....	96
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>97</b>
7.1	Fazit.....	97
7.2	Ausblick.....	97
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>99</b>
<b>Anhang A</b>	<b>Gliederungsentwurf.....</b>	<b>103</b>
<b>Anhang B</b>	<b>Fragebögen Evaluation.....</b>	<b>104</b>
<b>Anhang C</b>	<b>Beispiel Papieraufgabe.....</b>	<b>108</b>
<b>Anhang D</b>	<b>Vergleich Lernobjekt- und Skript-Seite.....</b>	<b>112</b>

# ABBILDUNGSVERZEICHNIS

## Abbildungen

Abbildung 1: Funktionen didaktischer Medien (nach Kerres [Ker01, S. 99]).....	17
Abbildung 2: Multimedia-Konzept (nach Klimsa [Kli02, S. 6]) .....	18
Abbildung 3: Wissensformen (nach Riedl [Rie04, S. 12]).....	21
Abbildung 4: Themen- und Begriffssammlung für das Fach „Konstruktiven Geometrie“ .....	23
Abbildung 5: Didaktisches Dreieck virtuellen Lernens (nach Schulmeister [Schu05, S. 156])	26
Abbildung 6: Theoriebildung und Gestaltungspraxis von E-Learning für Hochschulen (angelehnt an Seufert & Euler [Seu05, S. 15, 16 & 33]) .....	34
Abbildung 7: Häufigkeit verwendeter Merkmale in Kategorisierungen von didaktischen Szenarien (nach Heyer [Hey06, S. 7]) .....	38
Abbildung 8: E-Learning-Szenarien (nach Dittler & Bachmann [Dit03, S. 180]).....	39
Abbildung 9: Phasen selbstregulierten Lernens (nach Zimmermann [Zim98, S. 3]) .....	42
Abbildung 10: Wissensbildungsprozess (nach Arnold [Arn03, S. 45]) .....	45
Abbildung 11: Konventionelles Fernstudium (nach Kerres [Ker01, S. 303]).....	51
Abbildung 12: Fernstudium Bauingenieurwesen an der TU Dresden (angelehnt an Kerres [Ker01, S. 303]).....	53
Abbildung 13: Altersstruktur der Studenten des Bauingenieurwesens .....	54
Abbildung 14: Aktionen im E-Learning-Kurs "Konstruktive Geometrie" .....	58
Abbildung 15: Modularisierung und Aggregation von Lerninhalten (nach Niegemann et. al. [Nie08, S. 560]).....	60
Abbildung 16: Klassifizierung verwendeter Objekte.....	61
Abbildung 17: Beispiel zur Textstrukturierung und -gestaltung.....	64
Abbildung 18: Kursstruktur .....	71
Abbildung 19: Aufbau des Kurses .....	75
Abbildung 20: Sequenzierungsarten (nach Reigeluth [Rei99, S. 432]) .....	76
Abbildung 21: Ausschnitt einer Rechner-Konstruktion .....	82
Abbildung 22: Ausschnitt aus einer Webseite im LMS Opal.....	84
Abbildung 23: Beispiel Animation .....	86
Abbildung 24: Beispiel Simulation .....	86
Abbildung 25: Beispiel 3D-Visualisierung mit Simulationsfunktion.....	87
Abbildung 26: Beispiel Konstruktionsübung Typ A.....	88
Abbildung 27: Beispiel Zuordnungsübung .....	89
Abbildung 28: Versuchsaufbau der Evaluation .....	92

## Tabellen

Tabelle 1: Lehrziele „Konstruktive Geometrie“ .....	20
Tabelle 2: Auswahl an E-Learning-Angeboten im Bereich „Konstruktive Geometrie“ (Stand: 11.02.2009) .....	50

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

3D	dreidimensional
CAD	Computer Aided Design (Rechnerunterstützte Konstruktion)
CSCCL	Computer-supported cooperative/collaborative learning (Computerunterstütztes kooperatives/kollaboratives Lernen)
CSS	Cascading Style Sheets
DGRS	Dynamische Raumgeometrie-Software
DGS	Dynamische Geometrie-Software
GIF	Graphics Interchange Format (Grafikaustausch-Format)
HTML	Hypertext Markup Language (Hypertext-Auszeichnungssprache)
ID	Instructional Design (Instruktionsdesign)
IMS-QTI	Instructional Management Systems-Question and Test Interoperability
JPEG	Joint Photographic Experts Group (dieses Gremium entwickelte die Norm, die nun ihren Namen trägt)
LMS	Learning Management System (Lernplattform)
OPAL	Online Plattform für akademisches Lehren und Lernen
PDF	Portable Document Format (portables Dokumentenformat)
RLO	Reusable Learning Object (wiederverwendbares Lernobjekt)
SWF	Shockwave Flash

# 1 EINLEITUNG

## 1.1 *Motivation*

E-Learning wird seit einigen Jahren in vielfältigen Bereichen entwickelt und angewendet. Vor allem anfangs erhoffte man sich dadurch Einsparungen an Lehrpersonal. Virtuelle Kurse sollten klassische ersetzen, stellten sich allerdings teilweise nur als unzureichender Ersatz heraus. Es hat sich mittlerweile gezeigt, dass virtuelles Lernen in vielen Fällen nur in Ergänzung zu Präsenzveranstaltungen geeignet ist, mancher Lehrstoff im E-Learning allerdings auch gar nicht abgebildet werden kann.

Ein besonderer Fall ist jedoch das Fernstudium. Die Studenten haben hierbei nicht die Möglichkeit der Teilnahme an Präsenzunterricht, sie sind vielmehr auf Unterlagen angewiesen, die ortsungebunden verfügbar sind. Das können die bekannten gedruckten Studienbriefe genauso wie virtuelle Lernangebote sein. In diesem Zusammenhang geht es beim E-Learning also nicht um Kosteneinsparungen, sondern um die Erweiterung der Lehrangebote und Erreichbarkeit der Studenten.

In dieser Arbeit soll im Speziellen das Fach „Konstruktive Geometrie“ für Bauingenieure im Fernstudium auf seine Tauglichkeit für das virtuelle Lernen untersucht werden. Während Direktstudenten in einer Vorlesung die Konstruktion des Dozenten an der Tafel schrittweise nachzuvollziehen können, bleibt den Fernstudenten mit analogen Medien nur die fertige Zeichnung. Computerunterstütztes Lernen hat für das Fernstudium also im Besonderen das Potenzial einer Verbesserung der Lehre und Verminderung der Nachteile gegenüber dem Direktstudium. So schreibt auch Schulmeister [Schu05, S. 239]:

*„Ein Argument für die virtuelle Universität scheint mir über jeden Zweifel erhaben: Eine im Netz angebotene Lehre stellt eine erhebliche Verbesserung der Studiensituation von Studierenden einer Fernuniversität dar.“*

Dieses Potential soll genutzt werden um ein geeignetes Konzept und Szenario für das Fach „Konstruktive Geometrie“ zu entwickeln. Dies geschah in Zusammenarbeit mit dem Institut für Geometrie und der Arbeitsgruppe Fernstudium an der Fakultät Bauingenieurwesen der TU Dresden. Ziel ist es, am Ende das Bildungsangebot in diesem Fach für die Fernstudenten zu verbessern und den Lernprozess einfacher und motivierender zu gestalten. Zudem soll gezeigt werden, dass sich auch ein Fach, welches zum Teil auch handwerkliche Fähigkeiten fordert, sinnvoll in ein virtuelles Szenario eingebunden werden kann.

## 1.2 *Aufbau der Arbeit*

Zu Beginn dieser Arbeit wird das Fach „Konstruktive Geometrie“ auf seine Eignung hinsichtlich des virtuellen Lernens untersucht. Dabei werden allgemeine Vorteile von E-Learning

ermittelt und der konkrete Inhalt des Fachbereichs beschrieben. Darauf aufbauend werden mögliche Interaktionen mit dem Lerngegenstand und anderen Lernenden zusammengetragen.

Kapitel 3 analysiert unterschiedliche Theorien des virtuellen Lernens auf die Anwendbarkeit im Fernstudium und beschreibt verschiedene praktische Umsetzungen für das Fach „Konstruktive Geometrie“ an anderen Hochschulen.

Die Konzeptionierung eines E-Learning-Produktes ist Bestandteil des Kapitels 4. Dabei wird nach einer Analyse der Zielgruppe das konkrete Szenario sowie die verwendeten Inhaltselemente ausführlich beschrieben. Zum Abschluss erfolgt die Untersuchung von Strukturierungsmethoden von Lernangeboten.

Informationen zur Umsetzung des Konzepts in einen Prototypen folgen in Kapitel 5. Dabei wird zunächst erläutert, wie Skripte als Grundlage für die Erstellung eines Online-Kurses verwendet werden können. Anschließend werden die verwendete Lernplattform OPAL<sup>1</sup> und konkrete technische Details bei der Umsetzung vorgestellt.

Kapitel 6 hat schließlich die Evaluation des entwickelten Prototypen zu Thema. Nach der Beschreibung der verwendeten Methode werden die einzelnen Ergebnisse präsentiert.

Den Abschluss bildet das Kapitel 7, welches die Ergebnisse der Arbeit zusammenfasst und einen Ausblick auf das weitere Vorgehen zur vollständigen Umsetzung des Konzeptes gibt.

---

<sup>1</sup> Online Plattform für akademisches Lehren und Lernen

## 7 ZUSAMMENFASSUNG

### 7.1 *Fazit*

In der vorliegenden Arbeit wurde dargelegt, dass das Fach „Konstruktive Geometrie“ für das virtuelle Lernen durchaus geeignet ist und E-Learning besonders für Fernstudenten sehr gewinnbringend eingesetzt werden kann. Dies gilt trotz der Tatsache, dass für dieses Fach auch handwerkliche Fähigkeiten erlernt werden müssen. Nachdem das Fachgebiet und eine Reihe von typischen Lernszenarien in Hinblick auf das Fernstudium untersucht wurden, ergab sich, dass ein Online-Kurs mit vielfältigen Darstellungs- und Übungsmöglichkeiten besonders geeignet erscheint, die Studenten im Fach „Konstruktive Geometrie“ zu unterstützen.

Aufbauend auf verschiedenen Interaktionsmöglichkeiten vor allem mit dem Lerngegenstand, wurde ein konkretes Konzept für einen Kurs der „Konstruktiven Geometrie“ entwickelt und vorgestellt. Dabei wurde besonders Gewicht auf die Einbindung von Konstruktionsaufgaben gelegt. Zusammen mit Simulationen kann der Stoffbereich dadurch aktiv be- und verarbeitet werden. Für geometriebasierte Fächer allgemein ist die Entwicklung im Bereich der dynamischen Geometrie-Software in diesem Zusammenhang von großer Bedeutung, da sie die Umsetzung von Übungen mit Feedback sowie Simulationen im Bereich von geometrischen Konstruktionen stark vereinfacht.

Die Umsetzung des entwickelten Konzeptes innerhalb eines Prototypen mithilfe der vorliegenden Skripte wurde erläutert und kann in ähnlicher Form auch für andere Fächer verwendet werden. Die bei der Evaluation gewonnenen Erkenntnisse konnten durch weitere Konzept- und Design-Anpassungen eingearbeitet werden, um so den Lernenden einen einfach zu bedienenden, aber vielfältigen Kurs zur Verfügung stellen zu können.

### 7.2 *Ausblick*

Die bisherigen Evaluationsergebnisse erscheinen vielversprechend. Deshalb wird empfohlen, das entwickelte Konzept für die Erstellung eines vollständigen Kurses zu verwenden und damit die Nutzung der vorgestellten Lernmöglichkeiten für die Fernstudenten zu realisieren. Daneben erscheint es sinnvoll auch den Direktstudenten den Zugang zum Kurs zu ermöglichen.

Nachdem im Verlauf des Wintersemesters 2008/09 ein neues Skript für die Direktstudenten erstellt wurde, muss zunächst darauf aufbauend eine vollständige Analyse der benötigten Lerneinheiten und ihrer Lehrziele erstellt werden. Im Anschluss können die benötigten Lernobjekte entsprechend des Konzeptes angefertigt und in den bestehenden Prototypen eingebunden werden. Zusätzlich zu der anschließenden Erstellung der spezifischen Lernmaterialien sollte auch das Kapitel des räumlichen Vorstellungsvermögens beachtet werden. Der „Mental Cutting Test“ und der „Picture Rotation Test“ [vgl. Qua03] sind zwei Möglichkeiten,

die zum Trainieren dieser Fertigkeit eingesetzt werden können. Rissleseübungen sind besonders für den Bereich der „Konstruktiven Geometrie“ geeignet. Diese können in der Form umgesetzt werden, dass Objekte aus verschiedenen Perspektiven (Grundriss, Aufriss, Seitenriss) dargestellt werden, denen die entsprechende räumliche Darstellung zugeordnet werden muss (siehe Abbildung 27, S. 89). Eine Evaluation im laufenden Betrieb ermöglicht eine abschließende Bewertung des Kurskonzepts.

Das aus der Situation heraus geborene Prinzip der Trennung in Rechner-Konstruktionsaufgaben zum Üben der kognitiven Fähigkeiten und Papier-Konstruktionsaufgaben zum Üben der psychomotorischen Fähigkeiten erscheint aufgrund der dadurch entstehenden kognitiven Entlastung vorteilhaft gegenüber der sonst üblichen reinen Papier-Lösung. Zu untersuchen wäre nun, ob durch die Konzentration auf jeweils nur eine Wissensform und die Bearbeitung in der vorgestellten Reihenfolge tatsächlich eine Erleichterung und Zeitersparnis beziehungsweise Lernverbesserung zu erreichen ist. Im positiven Fall wäre dies auch auf verschiedene andere Stoffgebiete im E-Learning umsetzbar.

## LITERATURVERZEICHNIS

- [Arn03] Arnold, P. (2003). *Kooperatives Lernen im Internet: Qualitative Analyse einer Community of Practice im Fernstudium*. Münster: Waxmann.
- [Arn04] Arnold, P., Kilian, L., Thilloßen, A. & Zimmer, G. (2004). *E-Learning - Handbuch für Hochschulen und Bildungszentren: Didaktik, Organisation, Qualität*. Nürnberg: BW Bildung und Wissen Verlag und Software GmbH.
- [Bär99] Bär, G. (1999). *Darstellende Geometrie für das Bauingenieurwesen. Scriptum zur Vorlesung*. TU Dresden: Institut für Geometrie.
- [Bau06] Baumgartner, P. (2006). E-Learning Szenarien - Vorarbeiten zu einer didaktischen Taxonomie. In E. Seiler Schiedt, S. Kälin & C. Sengstag, *E-Learning – alltagstaugliche Innovation?* (S. 238-247). Münster: Waxmann.
- [Böh08] Böhringer, J., Bühler, P. & Schlaich, P. (2008). *Kompodium der Mediengestaltung. Konzeption und Gestaltung für Digital- und Printmedien*. Berlin: Springer.
- [Bru02] Bruns, B. & Gajewski, P. (2002). *Multimediales Lernen im Netz: Leitfaden für Entscheider und Planer*. Berlin: Springer.
- [Car90] Carroll, J. M. (1990). *The Nurnberg Funnel: Designing Minimalist Instruction for Practical Computer Skill*. Cambridge, MA: MIT Press.
- [Dit03] Dittler, M. & Bachmann, G. (2003). Entscheidungsprozesse und Begleitmaßnahmen bei der Auswahl und Einführung von Lernplattformen - Ein Praxisbeispiel aus dem LearnTechNet der Universität Basel. In K. Bett & J. Wedekind (Hrsg.), *Lernplattformen in der Praxis* (S. 175-192). Münster: Waxmann.
- [Dud94] Dudenredaktion (Hrsg.). (2006). *Duden, Das große Fremdwörterbuch: Herkunft und Bedeutung der Fremdwörter*. Mannheim: Dudenverlag.
- [Els08] Elschenbroich, H.-J. (kein Datum). *Was ist dynamische Geometrie*. Abgerufen am 01. Oktober 2008 von <http://www.dynamische-geometrie.de/dygeo.htm>
- [ete05] e-teaching.org. (2005). *Seitenlänge: Scrollen oder Klicken?* Abgerufen am 15. Februar 2009 von <http://www.e-teaching.org/didaktik/gestaltung/screendesign/sroll>
- [Eul05] Euler, D. (2005). Didaktische Gestaltung von E-Learning-unterstützten Lernumgebungen. In D. Euler & S. Seufert (Hrsg.), *E-Learning in Hochschulen und Bildungszentren* (S. 227-242). München: Oldenbourg.

- [Fro05] Frommann, U. (2005). *Die Methode „Lautes Denken“*. Abgerufen am 11. Dezember 2008 von [www.e-teaching.org/didaktik/qualitaet/usability/Lautes%20Denken\\_e-teaching\\_org.pdf](http://www.e-teaching.org/didaktik/qualitaet/usability/Lautes%20Denken_e-teaching_org.pdf)
- [GeioJ] Geise, G. (o. J.). *Studienliteratur Darstellende Geometrie & Analytische Geometrie*. TU Dresden: Institut für Geometrie.
- [Haa04] Haake, J., Schwabe, G. & Wessner, M. (Hrsg.). (2004). *CSCL-Kompodium: Lehr- und Handbuch zum computerunterstützten kooperativen Lernen*. München: Oldenbourg.
- [Hes02] Hesse, F. W., Garsoffky, B. & Hron, A. (2002). Netzbasiertes kooperatives Lernen. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Lehrbuch für Studium und Praxis* (S. 283-298). Weinheim: BeltzPVU.
- [Hey06] Heyer, S. (2006). *Didaktische Szenarien und deren Verhältnis*. Abgerufen am 14. Oktober 2008 von FernUniversität in Hagen: [http://www.fernuni-hagen.de/imperia/md/content/fakultaetfuermathematikundinformatik/forschung/berichteetit/forschungsbericht\\_1\\_2006.pdf](http://www.fernuni-hagen.de/imperia/md/content/fakultaetfuermathematikundinformatik/forschung/berichteetit/forschungsbericht_1_2006.pdf)
- [IMS06] IMS Global Learning Consortium. (2006). *IMS Question and Test Interoperability Assessment Test, Section, and Item Information Model: Version 2.1 Public Draft revision 2 Specification*. Abgerufen am 11. Februar 2009 von [http://www.imsproject.org/question/qtiv2p1pd2/imsqti\\_infov2p1pd2.html](http://www.imsproject.org/question/qtiv2p1pd2/imsqti_infov2p1pd2.html)
- [Ker01] Kerres, M. (2001). *Multimediale und telemediale Lernumgebungen*. München: Oldenbourg.
- [Kli02] Klimsa, P. (2002). Multimediane Nutzung aus psychologischer und didaktischer Sicht. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Lehrbuch für Studium und Praxis* (S. 5-17). Weinheim: BeltzPVU.
- [Kli01] Klix, W.-D. (2001). *Konstruktive Geometrie: darstellend und analytisch*. München, Wien: Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag.
- [Kon05] Konrad, K. & Traub, S. (2005). *Kooperatives Lernen: Theorie und Praxis*. Abgerufen am 18. Februar 2009 von [http://www.ph-heidelberg.de/wp/konrad/download/konrad\\_Traub.pdf](http://www.ph-heidelberg.de/wp/konrad/download/konrad_Traub.pdf)
- [Lor09] Lordick, D. (2009). *Konstruktive Geometrie. Skript zur Vorlesung*. TU Dresden: Institut für Geometrie.
- [May01] Mayer, R. E. (2001). *Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- [Mey96] Mayer, R. E., Bove, W., Bryman, A., Mars, R. & Tapangco, L. (1996). When Less Is More: Meaningful Learning From Visual and Verbal. *Journal of Educational Psychology* (88), 64-73.

- [Nie08] Niegemann, H. M., Domagk, S., Hessel, S., Hein, A., Hupfer, M. & Zobel, A. (2008). *Kompendium multimediales Lernen*. Berlin: Springer-Verlag.
- [Qua03] Quaiser-Pohl, C. (2003). The Mental Cutting Test "Schnitte" and the Picture Rotation Test—Two New Measures to Assess Spatial Ability. *International Journal of Testing*, 3 (3), S. 219–231.
- [Rei99] Reigeluth, C. M. (1999). *Instructional-design theories and models. A New Paradigm of Instructional Theory*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- [Rie04] Riedl, A. (2004). *Didaktik der beruflichen Bildung*. Stuttgart: Steiner.
- [Schm97] Schmitz, W. (1997). *Universitäres Technisches Fernstudium (Dresdener Modell) - Abschlußbericht* -. TU Dresden.
- [Schn05] Schnotz, W. (2005). An Integrated Model of Text and Picture Comprehension. In R. E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (S. 49-70). Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- [Schn02] Schnotz, W. (2002). Wissenserwerb mit Texten, Bildern und Diagrammen. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Lehrbuch für Studium und Praxis* (S. 65-81). Weinheim: BeltzPVU.
- [Schu06] Schulmeister, R. (2006). *eLearning: Einsichten und Aussichten*. München: Oldenbourg.
- [Schu05] Schulmeister, R. (2005). *Lernplattformen für das virtuelle Lernen: Evaluation und Didaktik*. München: Oldenbourg.
- [Schu02] Schulmeister, R. (2002). *Virtuelles Lehren und Lernen: Didaktische Szenarien und virtuelle Seminare*. (B. Lehmann & E. Bloh, Hrsg.) Abgerufen am 29. September 2008 von <http://www.zhw.uni-hamburg.de/pdfs/VirtLernen&Lehren.pdf>
- [Seu05] Seufert, S. & Euler, D. (2005). *Learning Design: Gestaltung eLearning-gestützter Lernumgebungen in Hochschulen und Unternehmen*. Abgerufen am 25. Januar 2009 von <http://www.scil.ch/fileadmin/Container/Leistungen/Veroeffentlichungen/2005-09-seufert-euler-learning-design.pdf>
- [Str02] Strzebkowski, R. & Kleeberg, N. (2002). Interaktivität und Präsentation als Komponenten multimedialer Lernanwendungen. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Lehrbuch für Studium und Praxis* (S. 229-245). Weinheim: BeltzPVU.
- [Ter00] Tergan, S.-O. (2000). Grundlagen der Evaluation: ein Überblick. In P. Schenkel, S.-O. Tergan & A. Lottmann (Hrsg.), *Qualitätsbeurteilung multimedialer Lern- und Informationssysteme: Evaluationsmethoden auf dem Prüfstand* (S. 22-51). Nürnberg: BW-Verl.

- [Tre74] Treumann, K. (1974). *Dimensionen der Schulleistung - Teil 2: Leistungsdimensionen im Mathematikunterricht*. Stuttgart: Klett.
- [Wac03] Wache, M. (2003). *E-Learning - Bildung im digitalen Zeitalter*. Abgerufen am 14. Oktober 2008 von <http://www.bpb.de/files/FWQFK9.pdf>
- [Wei02] Weidenmann, B. (2002). Abbilder in Multimediaanwendungen. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Lehrbuch für Studium und Praxis* (S. 83-96). Weinheim: BeltzPVU.
- [Wen03] Wendt, M. (2003). *Praxisbuch CBT und WBT: konzipieren, entwickeln, gestalten*. München, Wien: Hanser Fachbuchverlag.
- [Woo08] Woolfolk, A. (2008). *Pädagogische Psychologie*. München: Pearson Studium.
- [Zim98] Zimmermann, B. J. (1998). Developing Self-Fulfilling Cycles of Academic Regulation: An Analysis of Exemplary Instructional Models. In D. H. Schunk & B. J. Zimmermann (Hrsg.), *Self-Regulated Learning: From Teaching to Self-Reflective Practice* (S. 1-19). New York: Guilford.