

Wissensvermittlung mit neuen Medien

Untersuchungen am Beispiel Niedrigenergie- und Solararchitektur

Stephan Benkert

Dissertation zur Erlangung des Grads eines Doktors der Philosophie (Dr.phil.)
im Fachbereich 3 – Sprach-, Literatur- und Medienwissenschaften,
Fach „Medienwissenschaft“ der Universität-Gesamthochschule Siegen

Wissensvermittlung mit neuen Medien

Untersuchungen am Beispiel Niedrigenergie- und Solararchitektur

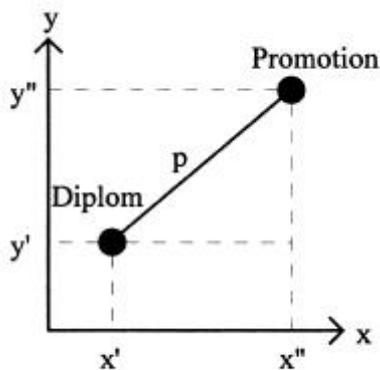
Stephan Benkert

Dissertation zur Erlangung des Grads eines Doktors der Philosophie (Dr.phil.)
im Fachbereich 3 – Sprach-, Literatur- und Medienwissenschaften,
Fach „Medienwissenschaft“ der Universität-Gesamthochschule Siegen

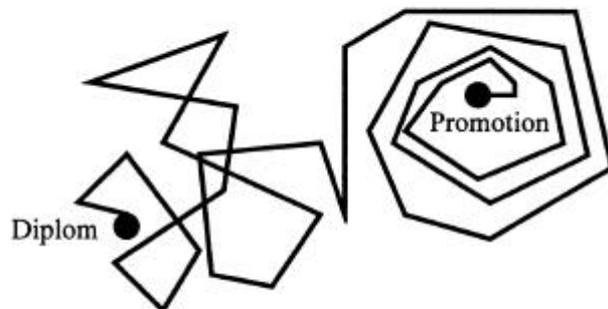
Vorgelegt von Dipl.-Phys. Stephan Benkert,
wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachbereich 7 – Physik,
Fachgebiet „Bauphysik & Solarenergie“ der Universität-Gesamthochschule Siegen

Betreut von Prof. Dr.phil. Peter Gendolla, Universitätsprofessor im
Fachbereich 3 – Sprach-, Literatur- und Medienwissenschaften,
Lehrstuhl für „Literatur, Kunst, neue Medien und Technologien (Likumed)“
der Universität-Gesamthochschule Siegen

Siegen, März 2001



Das euklidische Promotionsmodell



Das evolutionäre Promotionsmodell

Promotionsmodelle aus:

Thomas Meuser (Hrsg.): Promo-Viren. Wiesbaden: Gabler, 2000

Vorwort

Was nützt das fundierteste Wissen, wenn es den Elfenbeinturm der Forschung nie verlässt und den Alltag der Gesellschaft nicht erreicht? Diese Frage der Überwindung der Kluft zwischen Theorie und Praxis – des Wissenstransfers von der Forschung in den Alltag – interessiert mich schon seit langem. Im Rahmen meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Siegen ergab sich dann die Gelegenheit, Wissensvermittlung mit neuen Medien exemplarisch für den Bereich Niedrigenergie- und Solararchitektur unter die Lupe zu nehmen. Im Fachgebiet Bauphysik & Solarenergie der Universität Siegen wird unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Frank-Dietrich Heidt (als ein Tätigkeitsbereich von mehreren) Software entwickelt, um innovative Erkenntnisse zu energie-effizientem Bauen an praktizierende Architektinnen und Architekten sowie an Studierende der Architektur und des Bauwesens weiterzugeben. Gleichzeitig sind an der Universität Siegen die Medienwissenschaften – insbesondere auch die neuen Medien – umfangreich und fundiert vertreten. Prof. Dr.phil. Peter Gendolla, Inhaber des Lehrstuhls für „Literatur, Kunst, neue Medien und Technologien (Likumed)“, fand sich dankenswerterweise bereit, meine Dissertation zu betreuen.

Das Thema „Wissensvermittlung mit neuen Medien: Untersuchungen am Beispiel Niedrigenergie- und Solararchitektur“ umfasst viele Disziplinen. Angefangen bei didaktischen Fragen (Was bedeutet überhaupt Wissensvermittlung?) über medienwissenschaftliche Aspekte (Was sind neue Medien und was ist das Besondere daran?) bis hin zu fachlichen Inhalten der Architektur (Was kennzeichnet Niedrigenergie- und Solararchitektur?) – um nur ein paar zu nennen – ergeben sich viele unterschiedliche Blickrichtungen und Sichtweisen, die alle ihre Berechtigung haben und zu einem großen Gesamtbild beitragen. Schon jetzt entschuldige ich mich bei den Einzeldisziplinen, wenn wichtige Aspekte und Diskussionspunkte der Fächer in dieser Arbeit nicht ausführlich dargestellt werden – und dargestellt werden können. Zur tiefergehenden Diskussion der (didaktischen, medientechnischen, architekturfachlichen) Grundlagen verweise ich auf die Literatur, die in meiner Arbeit zitiert ist.

Meine Dissertation richtet sich an diejenigen, die mit neuen Medien Systeme zur Wissensvermittlung – nicht nur im Bereich Niedrigenergie- und Solararchitektur – gestalten wollen. Sie sollen erfahren, auf welchen Grundlagen Lernen und Lehre mit neuen Medien beruhen, wo und wie sich neue Medien für die Wissensvermittlung anbieten und welche Ansprüche und Anforderungen an die Gestaltung multimedialer Lernsysteme gelten. Speziell für den Bereich Niedrigenergie- und Solararchitektur zeige ich, welche Beispiele multimedialer Lernsysteme bereits vorhanden sind, wie diese sich auszeichnen und worauf bei zukünftigen Entwicklungen besonders geachtet werden sollte.

Ich bedanke mich bei all jenen, die durch ihre persönliche Unterstützung, fachliche Tipps und kontroverse Diskussionen zum Zustandekommen meiner Dissertation beigetragen haben – allen voran bei meiner Frau Frauke und meiner Tochter Sonja.

Siegen, März 2001

Inhalt

Einführung	1
1 Neue Medien und neue Architektur	3
1.1 Was sind neue Medien?	3
1.1.1 Definition neuer Medien	3
1.1.2 Anwendungen neuer Medien	4
1.1.3 Entwicklung neuer Medien	5
1.2 Neue Medien in der Architektur	9
1.2.1 Neue Medien als Bestandteil von Architektur	9
1.2.2 Neue Medien zur Planung von Architektur	10
1.2.3 Neue Medien zur Darstellung von Architektur	10
1.2.4 Neue Medien zur Aus- und Weiterbildung	11
1.3 Niedrigenergie- und Solararchitektur	12
2 Was ist „Wissen“ und „Wissensvermittlung“?	15
2.1 Arten des Wissens	15
2.1.1 Der Wissensbegriff im Wandel der Zeit	15
2.1.2 Wissensschöpfung als Prozess	18
2.1.3 Eisberg-Modell der Lernkultur	19
2.2 Konstruktivistisches Lernen	21
2.2.1 Wissen als Erfahrung und Entwicklung	21
2.2.2 Cognitive Maps und Mehrspeichermodell des Gedächtnisses	21
2.2.3 Konstruktivistische Lernprinzipien	23
2.3 Gestaltpsychologische Grundlagen der Wissensvermittlung	26
2.3.1 Gesetze des Sehens und Hörens	26
2.3.2 Teil und Ganzes	29
2.3.3 Anschauliches Denken	30
2.3.4 Gestaltpsychologie und Wissensvermittlung	31
3 Der Einsatz neuer Medien für die Wissensvermittlung	33
3.1 Klassifizierung multimedialer Lernsysteme	33
3.1.1 Lernparadigma	33
3.1.2 Interaktionspotenzial	35
3.1.3 Programmstruktur	40
3.1.4 Informationsaustausch	43
3.2 Einsatzgebiete multimedialer Lernsysteme	44
3.2.1 Neue Medien als Alleskönner?	44
3.2.2 Klassische Methoden – neue Medien?	46
3.2.3 Multimediale Lehr-/Lernumgebungen	49
3.3 Chancen und Grenzen neuer Medien	54
3.3.1 Pro Neue Medien	54
3.3.2 Contra Neue Medien	57
3.3.3 Unentschieden	59

4	Ansprüche und Anforderungen an multimediale Lernsysteme	61
4.1	Entwicklung multimedialer Lernsysteme	61
4.1.1	Zielgruppenorientierung	61
4.1.2	Entwicklungsumgebungen und -wege	62
4.2	Didaktischer Rahmen	63
4.2.1	Lernprinzipien	63
4.2.2	Möglichkeiten der Motivation	65
4.2.3	Einsatz von Metaphern	66
4.3	Auswahl und Aufbereitung des Lerninhalts	66
4.3.1	Relevanz der Lerninhalte	66
4.3.2	Informativität und Literarizität	67
4.3.3	Aktualität und Handlungsorientierung	68
4.3.4	Medienwahl	68
4.3.5	Verständlichkeit der Lerninhalte	71
4.3.6	Allgemeine Qualitätsmerkmale	74
4.4	Auswahl und Aufbereitung interaktiver Elemente	74
4.4.1	Reaktion	75
4.4.2	Navigation	76
4.4.3	Adaption	78
4.4.4	Kommunikation	79
4.4.5	Aufgaben und Tests	80
4.5	Mediale Gestaltung	82
4.5.1	Human-Machine-Interface	82
4.5.2	Ausgabe am Bildschirm	83
4.5.3	Eingabegestaltung	87
4.5.4	Akustische Ausgabe	88
4.5.5	Darstellung bewegter Medien	88
4.5.6	Datenaustausch mit anderen Anwendungen	89
4.5.7	Weitere Ein- und Ausgabemöglichkeiten	90
4.5.8	Allgemeine Anforderungen an Software	91
4.6	Anforderungen an die „Packungsbeilage“	92
5	Evaluation von Lernen und Lehre mit Neuen Medien	93
5.1	Ist Lernen mit Neuen Medien evaluierbar?	93
5.1.1	Evaluation von Lernen	93
5.1.2	Evaluation neuer Medien	95
5.2	Methoden der Evaluation	96
5.2.1	Testen und Befragen	96
5.2.2	Lautes Denken	97
5.2.3	Beobachten und Belauschen	97
5.2.4	Sammeln von Meinungen	98
5.2.5	Berechnen	99
5.2.6	Beurteilen nach Kriterienlisten	99
5.3	Kriterienkataloge zur Wissensvermittlung mit neuen Medien	101
5.3.1	DIN 66 234, ISO 9241 und EVADIS II	101
5.3.2	Course Evaluation System	102
5.3.3	Kriterien für virtuelle Lehre	102
5.3.4	Große Prüfliste für Lernsoftware	103
5.3.5	Erweiterte Prüfliste für Lernsysteme	104

6	Wissensvermittlung zur Niedrigenergie- und Solararchitektur	107
6.1	Lernziele und Zielgruppe	107
6.2	Lerninhalte und Lernmethoden	108
6.3	Traditionelle Lernmedien	109
6.3.1	Bücher	109
6.3.2	Zeitschriften	112
6.3.3	Filme	112
6.3.4	Vorlesungen, Seminare und Tagungen	113
6.3.5	Messen und Musterhäuser	116
6.4	Multimediale Lernsysteme	116
6.4.1	Einzelplatzsysteme	116
6.4.2	Unidirektionale vernetzte Systeme	121
6.4.3	Kooperative vernetzte Systeme	127
6.4.4	Zum Ansporn	132
7	Evaluation ausgesuchter Beispiele	137
7.1	Kennzeichnung der Lernsysteme	137
7.2	Beurteilung des Lieferumfangs	139
7.2.1	1. Leistungen des Verlags	139
7.3	Beurteilung der Systembeschreibung	140
7.3.1	2. Angaben über die Hard- und Software	140
7.3.2	3. Angaben über die Systembenutzung	141
7.3.3	4. Angaben über Zielgruppe und Lernziele	141
7.3.4	5. Angaben über den Einsatzbereich	141
7.3.5	6. Angaben über den Inhalt	141
7.4	Beurteilung der Bedienung	142
7.4.1	7. Bedienbarkeit	142
7.4.2	8. Adaptierbarkeit der Bedienung	142
7.4.3	9. Datenspeicherung	143
7.4.4	10. Eingabegestaltung	143
7.5	Beurteilung der medialen Gestaltung	143
7.5.1	11. Bildschirmaufbau	143
7.5.2	12. Textgestaltung	143
7.5.3	13. Grafikgestaltung	144
7.5.4	14. Farbgestaltung	144
7.5.5	15. Animationen	144
7.5.6	16. Akustische Gestaltung	144
7.6	Beurteilung des Lerninhalts	145
7.6.1	17. Gestaltung des Lerninhalts	145
7.6.2	18. Adaptierbarkeit des Lerninhalts	146
7.6.3	19. Adaptivität des Lernsystems	146
7.6.4	20. Kommunikation und Kooperation	146
7.6.5	21. Aufgaben- und Antwortgestaltung	146
7.6.6	22. Leistungsauswertung und Diagnose	147
7.6.7	23. Allgemeine Qualitätsmerkmale	147
7.7	Gesamtbewertung	147
7.7.1	Gesamtbewertungstabelle	147
7.7.2	Numerische Bewertung	149
7.7.3	Besondere Stärken und weitere Kommentare	150
7.8	Fazit der Evaluation	152

Zusammenfassung und Ausblick	155
A Übersicht: Multimediale Lernsysteme	159
A.1 Einzelplatzsysteme	159
A.2 Unidirektionale vernetzte Systeme	160
A.3 Kooperative vernetzte Systeme	161
B Erweiterte Prüfliste für Lernsysteme (EPL)	163
C Ergebnisse der Evaluation	179
C.1 Meer/Sudjic: Das Architektur-Paket	181
C.2 Heidt et al.: ISIS Architektur	193
C.3 Scartezzini et al.: Architecture et développement durable	205
C.4 University of Hong Kong: BEER – Web-based Learning Environment	217
C.5 University of California (Berkeley): The Vital Signs Project	229
C.6 University of Southern California: Master of Building Science Program	241
Literatur	253

Einführung

¿Y si antes de empezar lo que hay que hacer empezamos lo que tendríamos que haber hecho?

(Und wenn wir bevor wir anfangen zu tun was zu tun ist, das begännen was wir getan haben sollten?)

Felipe¹

Neue Medien durchdringen und verändern die Gesellschaft. Im Bereich der Wissensvermittlung sind neue Medien aufgrund der wachsenden Verbreitung von Computern und elektronischen Netzwerken von zunehmender Bedeutung für den Wissenstransfer von der Forschung in die Anwendung, vom Labor in die Praxis. Auch im Bereich Niedrigenergie- und Solararchitektur als einem zunehmend wichtigen Teilgebiet der Architektur und des Bauwesens werden neue Medien zur Lehre und zum Lernen eingesetzt: Lern-, Informations- und Arbeitssoftware unterstützt die Aus- und Weiterbildung. Das Internet wird verwendet, um per E-Mail zu kommunizieren, Fachinformationen für Fachleute und Laien im WWW zugänglich zu machen, aktuelle Entwicklungen in Newslettern und Online-Zeitschriften zu publizieren oder strittige Themen in Mailing-Listen und Newsgroups zu diskutieren. In Ansätzen werden die Möglichkeiten vernetzter Systeme für kooperative Veranstaltungen wie z.B. virtuelle Seminare genutzt.

Im Hinblick auf Entwicklung und Einsatz multimedialer Lernsysteme im Bereich Niedrigenergie- und Solararchitektur wird in dieser Arbeit gezeigt, was Wissensvermittlung überhaupt bedeutet und wie Wissensvermittlung über neue Medien stattfindet. Besonderer Augenmerk wird dabei auf handlungsorientiertes Lernen, auf konstruktivistische Lerntheorien und auf gestaltpsychologische Grundlagen der Wissensvermittlung gelegt.

Darauf aufbauend werden multimediale Lernsysteme in verschiedenen Kategorien z.B. nach Lernparadigma, Interaktionspotenzial und Programmstruktur klassifiziert. Für die weitere Arbeit wird die Unterscheidung der Lernsysteme in Einzelplatzsysteme, unidirektionale vernetzte Systeme und kooperative vernetzte Systeme anhand der Möglichkeiten der Systeme zum Informationsaustausch fortgeführt. Mögliche Einsatzgebiete multimedialer Lernsysteme werden beschrieben – auch im Vergleich und in Ergänzung zu klassischen Lehr-/Lernsystemen. Vor- und Nachteile werden aufgezählt, die sich für Lernen und Lehre aus der Verwendung neuer Medien gegenüber bisherigen Formen der Wissensvermittlung ergeben.

Die Verwendung von Software und die Nutzung neuer Kommunikationssysteme, z.B. im Rahmen des Internet, schaffen Möglichkeiten der Wissensvermittlung, die bezüglich ihrer Technik und Didaktik neue Anforderungen an Lernen und Lehre gegenüber klassischen Methoden der Aus- und Weiterbildung stellen. Anhand von Literaturstudien werden Ansprüche und Anforderungen an die Entwicklung multimedialer Lernsysteme, an ihre didaktische Konzeption sowie an ihre mediale und technische Gestaltung beschrieben.

Die Ansprüche und Anforderungen an multimediale Lernsysteme sind wegweisend für die Evaluation von Lernen und Lehre mit neuen Medien. Die Evaluation multimedialer Lern-

¹ Comicfigur aus Joaquín Salvador Lavado (Quino): mafalda inédita. Buenos Aires: Ediciones de la Flor, 1988

systeme kann dazu beitragen, Stärken und Schwächen bestehender Systeme zu erkennen und Empfehlungen für die zukünftige Gestaltung multimedialer Lernsysteme zu erarbeiten. In dieser Arbeit werden Möglichkeiten, Methoden und Grenzen einer solchen Evaluation aufgezeigt. Aufbauend auf bestehenden Kriterienkatalogen zur Evaluation von Lernsoftware wird eine „Erweiterte Prüfliste für Lernsysteme“ entwickelt und vorgestellt, mit der im weiteren Verlauf der Arbeit Lernsysteme zur Niedrigenergie- und Solararchitektur beurteilt werden.

In einer Sammlung von Beispielen für die Nutzung neuer Medien zur Wissensvermittlung im Bereich Niedrigenergie- und Solararchitektur wird gezeigt, wie diese auf traditionellen Medien zur Wissensvermittlung gründen und sie fortführen. Lernziele und Zielgruppen sowie Lerninhalte und Lernmethoden der Wissensvermittlung zur Niedrigenergie- und Solararchitektur werden vorgestellt und erläutert. Die Sammlung beschreibt ein breites Spektrum multimedialer Einzelplatzsysteme, undirektionaler vernetzter Systeme und kooperativer vernetzter Systeme. Jedes Lernsystem wird bezüglich seines Inhalts, seiner medialen Gestaltung und seiner Ausrichtung auf und Eignung für bestimmte Gruppen von Lernenden charakterisiert.

Mit Hilfe der „Erweiterten Prüfliste für Lernsysteme“ werden schließlich sechs Beispiele für Lernsysteme genauer untersucht: ein traditionelles Buch mit besonderen Möglichkeiten der Interaktion und fünf multimediale Lernsysteme. Dabei wird vergleichend bewertet, wie bei den multimedialen Lernsystemen die didaktischen und technischen Möglichkeiten neuer Medien in die praktische Anwendung umgesetzt werden und worin die Unterschiede der neuen Medien gegenüber dem Buch bestehen. Aufbauend auf den Untersuchungsergebnissen werden Stärken und Schwächen der bisherigen Systeme zur multimedialen Wissensvermittlung im Bereich Niedrigenergie- und Solararchitektur dargestellt, verbunden mit Empfehlungen für die Gestaltung zukünftiger Lernsysteme.

Letztlich ist Ziel dieser Arbeit, dazu beizutragen, dass bei der weiteren Entwicklung multimedialer Lernsysteme die Potenziale neuer Medien besser genutzt werden, um zielgruppengerecht die Bedürfnisse der Lernenden nach für sie geeigneten Lernumgebungen zu erfüllen. So sollte vor dem *Einsatz* neuer Medien zur Wissensvermittlung die *Planung des Einsatzes* stehen, der erste Schritt vor dem zweiten.

1 Neue Medien und neue Architektur

Neue Medien – alter Wein in neuen Schläuchen?

1.1 Was sind neue Medien?

1.1.1 Definition neuer Medien

Aus historischer Sicht hat jede Epoche ihr eigenes neues Medium (vgl. Hiebel et al. 1999). Nach der Entwicklung der Sprache – als vermutlich erstem neuem Medium der Menschheit –, der Höhlenmalerei der Altsteinzeit und der Einführung der Schrift zwischen 5300 und 3000 v. Chr. (im Balkan, in Ägypten und in Sumer; Kogler 1999, S. 39ff) – von Plato im 4. Jhd. v. Chr. heftig kritisiert (Eigler 1990) – wird mit Gutenbergs Druckerpresse um 1445 (Kogler 1999, S. 77) *Medientechnologie* ein wesentlicher Bestandteil des Medienbegriffs. Wie bei der Verbreitung von Film ab 1895 (Walitsch/Hiebler 1999, S. 330f) und Fernsehen ab 1928 (Walitsch/Hiebler 1999, S. 392ff) werden mit den *neuesten* „Neuen Medien“ in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts zunächst nur neue Technologien bezeichnet, nämlich Computersysteme, Speichermedien und Telekommunikationsnetze. Erst im Lauf der Zeit beschreibt der Begriff Multimedia die mit den neuen Technologien dargestellten Inhalte als Verschmelzung von Text, Bild und Ton. Selbstverständlich gab es schon früher „Möglichkeiten der Durchdringung von Text und Bild, der Verschneidung oder Kombination der Wahrnehmungsebenen“ (Gendolla 1997a, S. 258) und das Wesentliche jeden Mediums ist das „Bild im Kopf“, das bei der Wahrnehmung erst entsteht. Das Neue an den „Neuen Medien“ ist die Leichtigkeit, mit der in computergestützten Systemen verschiedene Darstellungsformen verknüpft, gespeichert und bearbeitet werden können.

Im Folgenden werden die Begriffe „Neue Medien“, „Multimedia“ und „Hypermedia“ weitgehend synonym gemäß einer Definition der Europäischen Kommission verwendet, die 1992 für ihr IMPACT (Information Market Policy Actions)-Programm *Multimedia* beschreibt als¹

“[...] collections of images, text and data, together with sound, video, animation and simulation, where appropriate, [which] include interactive interfaces and retrieval mechanisms. The services may be offered on digital [...] media for use on stand-alone devices or transmitted via telecommunication channels.” – European Commission DG XIII/E 1998²

Oder, in Anlehnung an Schulmeister 1997, S. 22: Neue Medien ermöglichen die interaktive Form des Umgangs mit symbolischem Wissen bei gleichzeitiger Integration mehrerer Medien in einer computergestützten Anwendung. Als weitere Charakteristika neuer Medien nennt

¹ Daneben gibt es eine Vielzahl weiterer Definitionen neuer Medien, auch unter Bezug auf und in Abgrenzung zu Multimedia, Hypermedia, Bildschirmmedien oder elektronischen Medien (Barrett 1992; Bundeszentrale 1985; Eraut 1989a; Hasebrook 1995; Issing/Klimsa 1997; Jonassen/Mandl 1990; Schulmeister 1997). Üblicherweise liegt der Schwerpunkt der Begriffsbestimmung „Neue Medien“ weiterhin auf dem Aspekt der Technologie, während „Multimedia“ vor allem die Inhalte und deren Darstellungsform und „Hypermedia“ die Struktur neuer Medien bezeichnet. Neue Medien sind immer auch Bildschirmmedien und elektronische Medien, aber nicht alle elektronischen Medien sind neue Medien.

² European Commission DG XIII/E: IMPACT Programme, Call for Proposals. Official Journal No. C 139/21, June 2nd, 1992; zitiert nach EC DG XIII/E 1998

Mittrach 1999, S. 2 die Zusammenführung von Information und Kommunikation in umfassenden Netzwerken, die Internationalisierung bei gleichzeitiger Individualisierung des Informationsflusses und eine zunehmende Informationsflut (exponentielles Wachstum des verfügbaren Wissens).

Möglich wurde diese „Medien- und Kommunikationsrevolution“ (Mittrach 1999) durch technische Fortschritte bei der Digitalisierung und Kompression von Daten zur computer-gestützten Präsentation und Übertragung. Gesellschaftliche und politische Entwicklungen führten zu einer Freigabe von und einem erleichterten Zugang zu Informationen (Demokratisierung von Information) und dadurch zu einem Anwachsen des Informationsaustauschs in allen Bevölkerungsschichten und weiten Teilen der Welt.

1.1.2 Anwendungen neuer Medien

Zahlreiche Multimedia-Anwendungen entstanden bereits oder sind am Entstehen. Den größten Boom erlebt derzeit das ursprünglich für Militär- und Forschungszwecke entwickelte Internet durch eine zunehmende Kommerzialisierung der Angebote. Homebanking, Teleshopping und Spiele im Netz erfreuen sich wachsender Beliebtheit. Weitere Angebote wie Video-on-demand und Virtual-Reality-Vergnügungstätten sind in Entwicklung. Daneben ergänzen zahlreiche klassische Medienunternehmen wie Buchverlage, Zeitungen, Informationsdienste, Fernseh- und Radiosender ihr Angebot durch Auftritte im World Wide Web, dem bunten Schaufenster des Internet. Hier können Zusatzinformationen zum klassischen Programm und digitale Versionen desselben abgerufen werden, Fachdatenbanken befragt und aktuelle Veröffentlichungen diskutiert werden. Als zukünftige Anwendungen im Internet sollen Telearbeit und Telelearning eine bedeutende Rolle spielen. Hierzu gehören auch die Durchführung von Telekonferenzen in immer besserer Qualität und schließlich das Entstehen von Virtual Colleges, bzw. Virtual Universities, die die klassischen Fernlehrprogramme ergänzen oder auch ersetzen werden.

Generell schaffen neue Medien neue Kommunikationsmöglichkeiten. Das Austauschen von E-Mails zusammen mit der Übertragung von (multimedialen) Daten ist eine der Hauptanwendungen des Internet. Interaktives Fernsehen erlaubt den Zuschauerinnen und Zuschauern, gewissen Einfluss auf Darstellung, Inhalt und Verlauf von Fernsehprogrammen zu nehmen. Wer will, kann die passive Haltung des „Couch-Potato“ durchbrechen und sich bewusster und aktiver vom Fernsehen unterhalten oder informieren lassen. UMTS-Mobilfunkgeräte ermöglichen in naher Zukunft nicht nur das Telefonieren, sondern auch den Datenaustausch mit Grafiken und Bildern an beliebigen Orten.

Auch offline – ohne Anbindung an ein Netzwerk – gibt es eine Vielzahl an Multimedia-Produkten. Auf CD-ROM oder DVD werden Spiele, Enzyklopädien und Literatur aller Art angeboten. Lernsoftware auf CD-ROM vor allem für Kinder und Jugendliche soll helfen, schulische Defizite auszugleichen und zusätzlich Wissen zu gewinnen. Der Computer zu Hause soll weiterhin als Universalmaschine des 21. Jahrhunderts zahlreiche Aufgaben des täglichen Lebens multimedial integrieren. Bereits jetzt ersetzt er mehr und mehr Schreibmaschine, Adressbuch und Wirtschaftsbuch für die Haushaltsfinanzen, bald soll er Kaffeemaschine, Kühlschrank und Jalousien verwalten und steuern – das alles mit multimedialer Ein- und Ausgabe (Weiser 1991).

1.1.3 Entwicklung neuer Medien³

Visionen ab 1930

Weithin wird die Idee einer Gedächtnismaschine *Memex* (Abbildung 1.1) durch Vannevar Bush als erste Vision der Hyper-text- und Multimedia-Systeme gewertet, wie sie nunmehr in Form computergestützter Software allgemein zur Verfügung stehen. Die Konzeption und Entwicklung der Maschine durch Vannevar Bush ab etwa 1932 beschreiben Nyce/Kahn 1991; dort wird auch Bushs vielzitiertes Artikel "As We May Think" wiedergegeben, der 1945 im *Atlantic Monthly* und in *LIFE* veröffentlicht wurde⁴. Obwohl Memex nie gebaut wurde und auch die Vorarbeiten "Rapid Selector" und "Comparator" wenig Erfolg hatten (Burke 1991), finden sich folgende Ansätze Bushs in heutigen neuen Medien wieder (Zitate aus "As We May Think" nach Nyce/Kahn 1991):

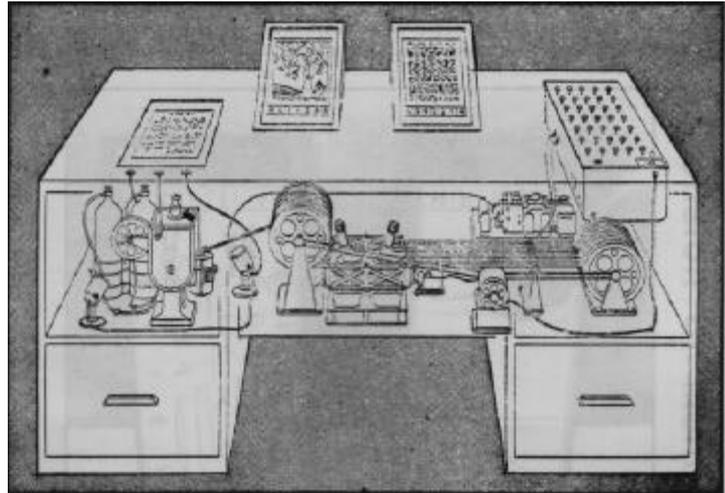


Abbildung 1.1: Die Gedächtnismaschine „Memex“ als erste Vision eines Hypermedia-Systems (Abbildung aus Nyce/Kahn 1991).

- Unterschiedliches Material wird gespeichert und gleichzeitig angezeigt, so dass Textinformationen mit Bildern und Skizzen unterstützt werden (Multimedialität);
- Memex speichert nicht nur *vorgegebenes* Material sondern lässt sich während der Benutzung einfach und schnell durch Anmerkungen und eigenes Material *ergänzen* (Interaktive Datenerweiterung);
- Informationen sollen (ähnlich wie im menschlichen Gehirn: "The human mind [...] operates by association.") nach Sinnzusammenhängen verknüpft sein, nicht ausschließlich alphabetisch oder numerisch sortiert in hierarchisch gegliederten Speichern (Interaktiver Datenzugriff);
- Besonderer Wert wird auf die Navigation zwischen den Informationen gelegt: die Arbeitspfade ("trails") lassen sich speichern und wiederverwenden (Interaktive Programmbedienung);
- Die Arbeitspfade lassen sich an Andere weitergeben, um diesen so "useful trails through the enormous mass of the common record" zu vermitteln (Kommunikativität).

Realisierung ab 1960

Die in den 1960er-Jahren entwickelten ersten Lernprogramme für Computer waren direkte Nachfolger der mechanischen Lehrmaschinen von Burrhus F. Skinner und Norman Crowder

³ Der Abschnitt fasst kurz einige wesentliche Schritte der Entwicklung neuer Medien im Sinne dieser Arbeit zusammen. Eine ausführliche Darstellung der Entwicklung neuer Medien (z.B. unter technischen oder gesellschaftlichen Gesichtspunkten) ist nicht beabsichtigt.

⁴ Vannevar Bush: As We May Think. *Atlantic Monthly*, 176, 1 (1945), pp. 101...108 und *LIFE*, 19, 11 (1945), pp. 112...124

(Eraut 1989b; Oberle/Wessner 1998, S. 55ff; Petersen 1996, S. 37ff). Die Interaktivität beschränkte sich auf einfache Frage-Antwort-Möglichkeiten: Das Programm stellt am Bildschirm eine Frage, die Lernenden antworten per Tastatur, das Programm meldet am Bildschirm, ob und evtl. warum die Antwort richtig oder falsch ist. Anschließend können die Lernenden die nächste Frage aufrufen oder das Programm beenden. Die Reihenfolge der Fragen ist fest oder wird vom Programm bestimmt, der Programminhalt lässt sich nicht von den Lernenden beeinflussen. Aufgrund dieser Einschränkungen bei der Programmbedienung werden solche Computer-Lernsysteme auch als „Blättermaschinen“ bezeichnet. Der multimediale Aspekt neuer Medien fehlt noch völlig: Die Präsentation von Fragen und gegebenenfalls von Erläuterungen zur Programmbedienung sowie die Antworteingabe durch die Lernenden erfolgen rein textuell. Eine Kommunikation der Lernenden untereinander oder mit den Lehrenden ist während der Programmausführung nicht vorgesehen.

Das Ziel, Informationen in computergestützten Systemen einfacher und flexibler zugänglich zu machen, führte – inspiriert durch Memex – zum Hypertext-Konzept. Informationen sind in kleinen Einheiten gespeichert, die untereinander sowohl nach hierarchischen als auch semantischen Zusammenhängen verknüpft sind. Eine Suche im Informationssystem kann entlang dieser Verknüpfungen erfolgen, der Zugriff auf Daten erfolgt dann in Interaktion mit dem Programm. Schulmeister 1997 nennt Ted Nelson als Erfinder des Begriffs *Hypertext*. Seine – wie Memex nie fertiggestellte – Datenbank Xanadu sollte „sämtliche Literatur der Welt [...] vernetzen“ (Schulmeister 1997, S. 226). Als erstes computergestütztes Hypertext-Informationssystem gilt das NLS/Augment (oN Line System des Augmented Human Intellect Research Centre in Stanford), das ab 1968 für den Einsatz im Flugzeugbau entwickelt wurde (Schulmeister 1997, S. 225; Engelbart/Hooper 1988).

Zum Austausch von Daten zwischen entfernten Computern wurden – wiederum in den 1960er-Jahren – die Grundlagen für große elektronische Netzwerke gelegt⁵. Ab 1965 verband die Société Internationale de Télécommunications Aéronautiques (SITA) die Rechner von 175 Fluggesellschaften mit einem neuen Verfahren, in dem Nachrichten in kleine Datenpakete zerlegt auf unterschiedlichen Routen im Netz weitergeleitet wurden⁶. Dieses heute noch übliche Verfahren ermöglichte die Kommunikation ab 1969 im ARPANET, aus dem wiederum ab 1973 das Internet mit seinen Anwendungen hervorging (Musch 1997, S. 31ff; Walitsch 1999, S. 1050).

Das Zusammenführen von Texten, Grafiken, Animationen, ruhenden oder bewegten Bildern und Ton – also das Erzeugen von Multimedialität – in digitalen Anwendungen wurde zum einen von der Filmindustrie voran getrieben, zum anderen trug die Entwicklung von elektronischen Spielen auf eigenen Konsolen oder zum Anschluss an Fernsehgeräte deutlich zur Weiterentwicklung der Präsentationsmöglichkeiten in neuen Medien bei. Während die Filmindustrie nach Wegen suchte, für ihre Produkte neben Kino und Fernsehen neue Vermarktungsmöglichkeiten im privaten, häuslichen Bereich der Menschen zu erschließen, waren elektronische Spielkonsolen zunächst als Ergänzung zu Flippern und Glücksspielautomaten in Freizeiteinrichtungen wie Spielhallen und Gaststätten zu finden. Als technische Entwicklungen ergaben sich die Bildplatte als Vorläufer der DVD, der Gameboy, (inter-

⁵ Vorher mussten per Post oder Boten Magnetbänder oder Lochkarten zwischen den Rechnern ausgetauscht werden (Musch 1997, S. 28).

⁶ P. Hirsch: SITA – Rating a Packet-Switched Network. *Datamation*, April 1974, pp. 112...113; zitiert nach Musch 1997, S. 31

aktives) Video und schließlich der Heimcomputer quasi als großer Bruder der Spielkonsole⁷ (Walitsch 1999, S. 1050ff).

Als erste Hypermedia-Anwendung – also die Verknüpfung des Hypertext-Konzepts mit multimedialen Inhalten – nennt Schulmeister die 1978 entwickelte Aspen Movie Map (Schulmeister 1997, S. 332). Ein virtueller Stadtrundgang durch Aspen, Colorado, zeigt Ansichten der Gebäude von beliebigen Standpunkten, zu verschiedenen Jahreszeiten, historische Aufnahmen und Animationen. Die Navigation auf den Straßen des virtuellen Aspen war – ohne feste Vorgaben des Programms – frei möglich, es gab aber auch “Guided Tours” und virtuelle Ariadne-Fäden zur leichteren Orientierung.

Verbreitung ab 1990

Als Apple 1987 das Programm HyperCard auf seinen Computern einsetzte, gab das einen großen Schub für den Einsatz und die Verbreitung von Hypertext-Systemen. Die weite Verbreitung von HyperCard und seine einfache, objektorientierte Skript-Programmierung führten dazu, dass viele Informations- und Lernsysteme das Karteikartensystem für die Präsentation und Verknüpfung ihrer multimedialen Inhalte verwendeten (Markman 1988; Schulmeister 1997, S. 229ff). Relationale Datenbanken lösten in vielen Bereichen der Informationsverarbeitung traditionelle Systeme der Archivierung und Bearbeitung von Daten ab.

Die Nutzung des Internet und der damit verbundene weltweite Datenaustausch wurden durch die Entwicklung des World Wide Web (WWW) ab 1989 beflügelt. In einer Arbeitsgruppe des europäischen Forschungszentrums CERN in Genf wurde ein Informationssystem entworfen, mit dem zwischen Computern beliebiger Bauart auf der Basis des Internet Hypertext-Dateien ausgetauscht werden können. Seit 1993 können Grafiken in die Dateien integriert werden, die ersten intuitiv zu bedienenden Browser vereinfachten den Zugriff auf Dokumente des WWW. Mittlerweile sind Tondokumente, 3D-Modelle, Animationen und Filme im WWW integriert. Mit den Programmiersprachen Java oder Java-Script lassen sich netzbasierte Programme entwickeln, die dem WWW ein großes Maß an Interaktivität verleihen.

Aufgrund der vielfältigen Möglichkeiten, die im WWW vereint sind, ist kein Wunder, dass dessen Nutzung stark zunimmt. Während 1969 ganze vier Rechner im Internet verknüpft waren (Musch 1997, S. 43) und 1992 zwanzig Server das WWW begründeten (Noffz 1998, S. 175), existierten 1995 bereits etwa 50.000 WWW-Server (Noffz 1998). 1996 hatten je nach Quelle zwischen etwa 9,5 Millionen (Musch 1997) und 17 Millionen (ISC 2001) Rechner weltweit einen Anschluss an das Internet. 1999 wurde die 50 Millionen-Marke erreicht, im Januar 2001 sind bereits 110 Millionen Rechner weltweit an das Internet angeschlossen (beide Werte: ISC 2001). In Deutschland besitzen im Jahr 2000 nach Angaben des Statistischen Bundesamts bereits rund 47 % der Privathaushalte (ohne Selbstständigenhaushalte) einen Desktop-Rechner, ca. 5,5 % ein Notebook oder einen Laptop. Ca. 16 % der Haushalte haben Zugang zum Internet oder zu Online-Diensten (Statistisches Bundesamt 2000).

Visionen ab 2010

Während die derzeitigen “Information Highways” bzw. „Datenautobahnen“ in ihrer Leistungsfähigkeit laut German 1996 eher dem Zustand des Straßennetzes zu Beginn des 20. Jahrhunderts entsprechen, und auch andere Assoziationen der Metapher „Autobahn“ nichts

⁷ Das große Spieleangebot trug maßgeblich zur weiten Verbreitung des Commodore C 64 als Prototyp des Heimcomputers bei.

Gutes verheißen – German nennt z.B.: Stau, Karambolage, Landschaftszerstörung, Baustellenchaos, Tempolimit, fehlende Orientierung und überlastete Zugangswege –, werden zukünftige Netzwerke zuverlässigere und schnellere Datenübertragungen ermöglichen. Als aussichtsreiche Technologien zur Bewältigung der rasant wachsenden Datenflüsse gelten Kabel- oder Glasfasernetzwerke, Satelliten- und Funkübertragung sowie neue digitale Übertragungstechniken (Clark 1999; Medin/Rolls 1999; Shumate 1999; Norcross 1999; Skoro 1999; Hawley 1999). Bis 2010 sollen hundertfach größere Übertragungsraten gegenüber heute bei der Anbindung privater und beruflich genutzter Rechner an das Netz der Netze – das Internet – erreichbar sein.

Schnelle, preiswerte und sichere Netzwerke könnten zu einer tiefgreifenden Integration der neuen Kommunikationssysteme in den Alltag weiter Bevölkerungsschichten führen. Neben Unterhaltung in Form von hochauflösendem Fernsehen, Video-on-demand oder Spielen sollen im ständig verfügbaren Netz der Zukunft auch Antragsformulare für Behörden und Einkaufslisten – vielleicht vom Kühlschrank selbstständig erstellt – verschickt werden. „Brot und Spiele“ würden dann im Netz gehandelt. Für die Wissensvermittlung bringen schnelle Netze verbesserte Möglichkeiten für den Zugriff auf Datenbanken wie z.B. Online-Enzyklopädien. Bilder und Filme lassen sich in hoher Qualität in Echtzeit übertragen. Gruppen von Lernenden können gleichzeitig von verschiedenen Orten auf Virtual-Reality-Modelle zugreifen und diese verändern (siehe z.B. Alsdorf/Bannwart 1997).

Eine verbesserte Strukturierung der im WWW angebotenen Informationen macht diese besser – nämlich gezielter und schneller – nutzbar. Die neue Sprache des Netzes XML (Extensible Markup Language) erlaubt im Gegensatz zu HTML (Hypertext Markup Language; der bisherige Standard) eine Beschreibung nicht nur des Aussehens sondern auch des Inhalts von Dokumenten. So kann einfacher nach Informationen gesucht werden, Web-Seiten lassen sich in Metastrukturen wie z.B. Datenbanken zusammenfassen und spezielle Informationen (chemische Formeln, Flugdaten, medizinische Rezepte) können schneller verarbeitet und automatisch für andere Computeranwendungen und in andere Sprachen übersetzt werden (Bosak/Bray 1999).

Zusätzliche Möglichkeiten für zukünftige Lernsysteme ergeben sich durch Weiterentwicklungen an der Schnittstelle zwischen Mensch und Rechner. Bisher werden Computer vorwiegend über Tastatur und Maus bedient; die Ausgabe von Informationen erfolgt (meist zweidimensional) am Bildschirm, als Ausdruck auf Papier und akustisch über Lautsprecher. Die Entwicklung von Spracherkennungssystemen ist mittlerweile soweit fortgeschritten, dass eine weitere Verbreitung möglich ist. Dreidimensionale Ein- und Ausgabegeräte sind Gegenstand der Forschung. Post 1999 berichtet von 3D-Druckern, -Monitoren und -Stiften, die bereits bis 2010 die Bedienung von Computerprogrammen und Anschauung von Informationen erleichtern sollen. Eine verstärkt haptische Interaktion von Mensch und Maschine findet sich in Force-Feedback-Joysticks und Datagloves, die der bedienenden Hand variablen Widerstand als Reaktion auf Bewegungen vermittelt⁸. Durch das Ansprechen weiterer Sinne lassen sich neue Kanäle zur Wissensvermittlung nutzen.

⁸ Weitergehende Anwendungen wie Datenanzüge und 3D-Videoprojektionskabinen bleiben aufgrund ihres großen Aufwands in absehbarer Zukunft wohl auf Spezialanwendungen (z.B. Museen oder spezielle Trainingsprogramme) beschränkt und werden nicht zum Standard der Computernutzung.

1.2 Neue Medien in der Architektur

1.2.1 Neue Medien als Bestandteil von Architektur

Die Sprache der Architektur hat sich mit den neuen Medien erweitert. Thomsen 1994b kennzeichnet das Zusammenwachsen von realer und virtueller Welt als das Entstehen einer Hybridarchitektur. Medienfassaden versuchen den Dialog zwischen Gebäuden und Passanten, um Gebäudekonzepte und -funktionen nach außen zu vermitteln – sei es als Multimedia-Umgebung für ein Bürogebäude, als erweiterte Ausstellungsfläche eines Museums oder als modernes Schaufenster am Kaufhaus (Abbildung 1.2). Gsöllpointner 1996 und Dreher 1996 beschreiben Medienarchitektur, die sich computergesteuert verändert und an die jeweiligen Wünsche der Nutzerinnen und Nutzer anpasst. Gleichzeitig zeigt Pawley 1996, welche Veränderungen sich für herkömmliche Architektur aus der Verbreitung neuer Medien ergeben: Bisherige architektonische Aufgaben der Schaffung von Treffpunkten und Transportwegen für Menschen werden hinfällig, wenn virtuelle Treffen im Netz stattfinden und Telearbeit und Globalisierung den Reisebedarf verringern. Engeli 2001 beschreibt zahlreiche Beispiele für virtuelle Architektur als Ort der Kommunikation.

Neue Medien ergänzen aber auch die Funktionen traditioneller Gebäude. Kein Verwaltungsbau ist noch vorstellbar ohne umfangreiches Kommunikationsnetzwerk für Telefon und Intranet. Herkömmliche Besprechungszimmer werden durch Videokonferenzräume ersetzt, der Vorlesungssaal an der Hochschule wird zum Multimedia-Raum mit Videoprojektion, Internet-Anschluss und Simultanübertragung in benachbarte oder weit entfernte Gebäude. Elektronische Informationssysteme werden zur Steuerung und Regelung von Heizung, Lüftung, Klimatisierung und Beleuchtung eingesetzt, um Gebäude komfortabler und besser nutzbar zu gestalten.

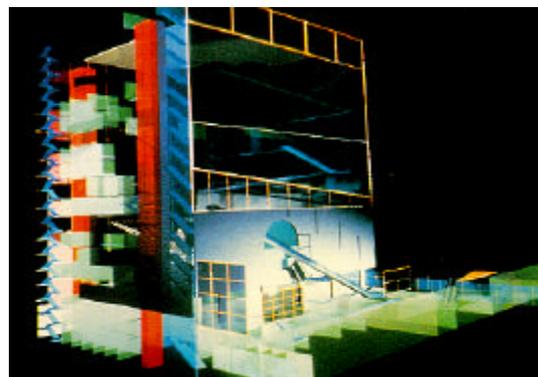
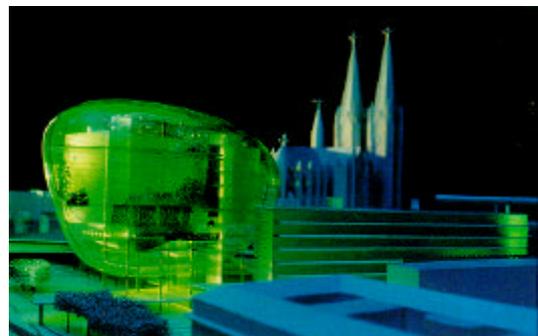


Abbildung 1.2: Beispiele für Medienarchitektur (von oben nach unten): Mediatecture Köln (ag4), ZKM Karlsruhe (Rem Koolhaas), Galeries Lafayette Berlin (Jean Nouvel) (alle Beispiele aus Thomsen 1994a, pp. 167ff).

1.2.2 Neue Medien zur Planung von Architektur

Zur Planung solcher Gebäude werden zunehmend Gebäudesimulationen durchgeführt, die – natürlich – am Computer eingegeben, berechnet und visualisiert werden. Auch für einfache Gebäude erfolgt die Planung zunehmend rechnergestützt. Laut Angaben des BauNetz, dem marktführenden Diensteanbieter im Internet für die Baubranche in Deutschland, arbeiteten 1998 bereits 98 % der Architekturbüros mit Computern, etwa 40 % hatten Zugang zum Internet⁹. Der CAD-Arbeitsplatz löst den Zeichentisch bei der Gebäudeplanung zunehmend ab. Neue Eingabegeräte wie etwa das digitale Zeichenbrett D-Board der Firma Nemetschek (Nemetschek 1999) erleichtern den kreativen Umgang mit virtuellen Gebäudemodellen.

Außer beim Entwerfen und Gestalten werden Rechner bei der Auftragsabwicklung und -abrechnung eingesetzt. Selbstverständlich werden neue Medien auch in der Architektur immer wichtiger für die Kommunikation zwischen Projektteams und mit den Auftraggebern (Fütterer/Schultz 1999). Zahlreiche Informationssysteme und Datenbanken – auch zu Niedrigenergie- und Solararchitektur – unterstützen die Büros bei der Planung (Helzle et al. 1996; Tuschinski 1997b; Schultz/Fütterer 1998). Eine grundlegende Anleitung zur Nutzung des Internet für die Informationsrecherche in der Architektur gibt Busch 1997. Er erklärt ausführlich die Grundlagen des Internet und seiner Dienste und verweist darüber hinaus auf spezielle Internet-Angebote, die für die Arbeit im Architekturbüro oder für das Architekturstudium von Interesse sind. Auch in gedruckten Fachzeitschriften wird auf die wachsende Bedeutung des Internet für die Architekturpraxis hingewiesen (Hotze 1998a; Hotze 1998b; Tuschinski 1997a).

Die Integration der Möglichkeiten neuer Medien führt zu einem zu komplexen architektur-spezifischen Entwicklungswerkzeugen des CAAD (Computer Aided Architectural Design), zum anderen zur internetgestützten Projektabwicklung der integrierten Planung. Hier können alle am Projekt Beteiligten (und nur die) jederzeit auf die aktuellen Planungsunterlagen der anderen beteiligten Fachgruppen zugreifen, also z.B. die Architektin auf die Unterlagen des Statikbüros und der Bauherr auf die Berechnung der Energiebilanz. So werden frühzeitig Planungsschritte aufeinander abgestimmt, kostentreibende Fehler wegen mangelhafter Kommunikation werden reduziert (Donath 1999; ifib 1997; Scheibenzuber/Kretschmer 1999).

1.2.3 Neue Medien zur Darstellung von Architektur

Schon immer war die Darstellung gebauter oder geplanter Architektur in Form von Skizzen, Bildern oder Modellen ein wichtiger Schritt, um das Besondere eines architektonischen Entwurfs bei Wettbewerben, vor Bauwilligen und gegenüber Kolleginnen und Kollegen zu vermitteln. Umfangreiche Gebäudebeschreibungen füllen einen Großteil der Seiten in architektonischen Fachzeitschriften. Mit den neuen Medien stehen neue Plattformen für die Präsentation bereit (Architekturzeitschriften und Büro-Homepages im WWW, Newsgroups), auch die Möglichkeiten der Präsentation haben sich erweitert.

Allen voran macht VRML (Virtual Reality Modeling Language) die dreidimensionale Darstellung von Architektur am Bildschirm möglich. Formen, Strukturen, Texturen und Farben von Gebäuden, Räumen und Bauteilen lassen sich aus beliebigen Blickwinkeln betrachten. Rendering-Verfahren zeigen Licht- und Schattenverteilung beliebiger Lichtquellen. Interaktive Elemente erlauben das Öffnen von Türen oder das Anzeigen zusätzlicher Details im

⁹ persönliches Gespräch mit Mirko Meurer, damaliger Geschäftsführer der BauNetz Online-Dienst GmbH & Co. KG, September 1998

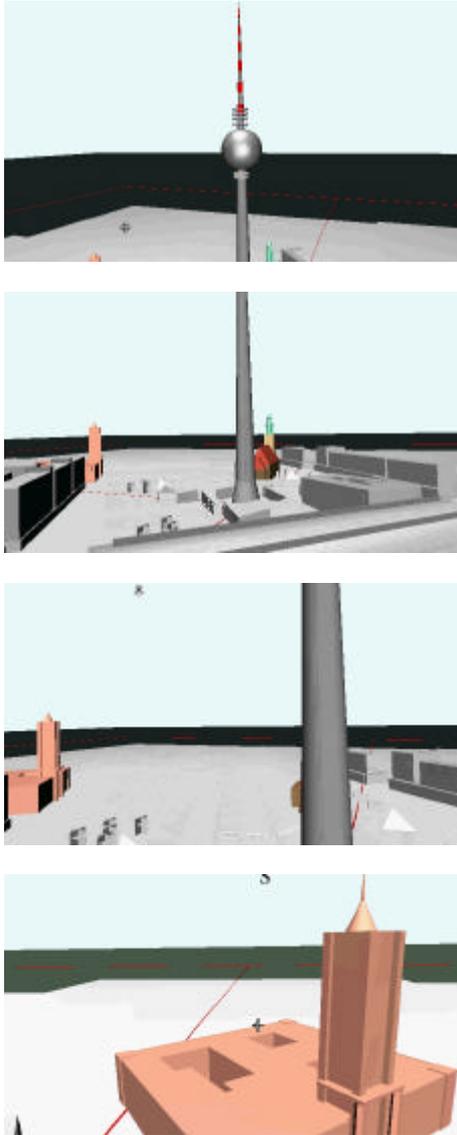


Abbildung 1.3: Neue Medien zur Darstellung von Architektur: Der Berliner Alexanderplatz als VRML-Modell (Clausen 2000).

3D-Modell (Gatermann 1999). Die meisten CAD-Programme können mittlerweile Filme mit fotorealistischer Darstellung von Spaziergängen durch und Rundflügen über Gebäudemodelle erstellen (Abbildung 1.3).

An der Universität Cambridge wird ein Verfahren entwickelt, die Darstellungsmöglichkeiten des Ballerspiels Quake¹⁰ zur kostengünstigen Visualisierung von Architektur zu verwenden (Bongen 2000). Weitere Möglichkeiten der dreidimensionalen Darstellung von Gebäuden, Plänen und Fotos nennen Oebbeke 1999 und Kieferle 1999.

1.2.4 Neue Medien zur Aus- und Weiterbildung

Bei seinen „vier bedeutenden Herausforderungen (four critical challenges)“, denen die Architekturausbildung gegenüber steht, nennt Mitgang 1997 an erster Stelle die Integration von Computern in die Lehre. Auch wenn der Computer nicht automatisch für bessere Entwürfe durch die Studierenden sorgt, bietet er laut Mitgang die Chance, Arbeiten der Studierenden und die Lehre insgesamt offener zu gestalten. Durch die Nutzung des WorldWideWeb zur Informationsbeschaffung und zur Diskussion eines Entwurfs können – anders als bei einem Entwurf auf Papier und als Modell – in umfassender Weise andere Studierende, Fachinformationsdienste und Fachleute bei der Planung zu Rate gezogen werden. Dies entspricht zudem der künftigen Koordination von Bauvorhaben im Internet im Rahmen der integrierten Planung. Die Lehrpersonen an den Hochschulen verlieren ihre herausragende Stellung als alleinige Ansprechpersonen für die Lernenden und reihen sich ein in das weltweite Diskussionsforum. Die Studierenden erkennen, dass immer mehrere Wege möglich sind, um Entwurfsaufgaben zu bearbeiten und zu lösen (Mitgang 1997, p. 125).

Dabei ist wichtig, dass mittlerweile sicherlich alle Studierenden der Fächer Architektur und Bauwesen an deutschen Hochschulen Zugang zu Computern und zum Internet haben. Zwar ist ein erfolgreicher Studienabschluss meist möglich, ohne je mit einem Computer in Berührung gekommen zu sein; und im Allgemeinen werden Rechner zum Entwerfen mit CAD eingesetzt. Doch grundsätzlich besteht die Möglichkeit, das Angebot an neuen Medien auch zur Recherche im WWW, zur Diskussion und zum kooperativen Lernen zu nutzen. Ein erster Schritt seitens der Lehrenden ist z.B., Vorlesungsskripte im WWW zu veröffentlichen und Lernsoftware an Studierende zu verteilen.

¹⁰ Quake® ist ein urheberrechtlich geschütztes Produkt der Firma id Software, Inc. (siehe <http://www.idsoftware.com/>).

Auch die Fortbildung praktizierender Architektinnen und Architekten kann durch das WWW unterstützt werden. Bisher werden vor allem Fachinformationen zugänglich gemacht und traditionelle Seminarangebote veröffentlicht. Spezielle Angebote im Bereich Niedrigenergie- und Solararchitektur beschreibt regelmäßig z.B. Tuschinski (siehe z.B. Tuschinski 1997b; Tuschinski 1998a; Tuschinski 1998b).

1.3 Niedrigenergie- und Solararchitektur

„Die Ausnutzung aller Energieeinsparpotentiale bei knappen Kosten- und Zeitbudgets ohne Einbußen in der gestalterischen Qualität ist eine der größten Herausforderungen heutiger Architektur.“ – Aus den Ausschreibungsunterlagen zum dritten WEKA-Architekturpreis (1996); zitiert nach Fröschl 1996, S. 14

Um Energieeinsparpotenziale in der Architektur nutzen zu können, muss bei den beteiligten Berufsgruppen zunächst ein Bewusstsein für die Bedeutung energiesparender solarer Architektur und ein Verständnis für wesentliche Konzepte energiesparenden Bauens vermittelt werden. Der Begriff *Niedrigenergiearchitektur* bezeichnet dabei Architektur, die durch geeignete Bauweisen wie kompakte Gebäudeformen, verstärkte Wärmedämmung und optimierte Heizungs- und Lüftungsanlagen einen wesentlich geringeren Energiebedarf für Heizung, Lüftung und Klimatisierung aufweist als herkömmliche Gebäude. *Passive Solararchitektur* achtet zudem auf die Verringerung des Energiebedarfs von Gebäuden durch die sinnvolle Nutzung solarer Energie über eine optimale Gebäudeausrichtung und Öffnung zur Sonne bei gleichzeitiger Vermeidung sommerlicher Überwärmung (Feist 1998; Oberländer et al. 1997). *Aktive Solarenergienutzung* bedeutet die Umwandlung von Sonnenenergie in Strom (durch Fotovoltaik) oder Wärme (durch thermische Kollektoren) als Beitrag zur Energieversorgung eines Gebäudes. Zahlreiche weitere Begriffe wie Passivhaus, Drei-Liter-Haus, Öko-Haus oder Nullenergiehaus unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Anforderungen an die Gebäude und der Verwendung durch bestimmte Verbände oder Hersteller. Die veränderte Zielsetzung solarer Architektur, die Anwendung neuer Baukonzepte und der Einsatz neuer Materialien führen laut Claus 1997 zu einer neuen Ästhetik der Architektur (Claus 1997, S. 51ff), jedenfalls bedingen sie eine andere Wertlegung bei der Gestaltung und eine Neuausrichtung des Planungsprozesses.

Obwohl spätestens seit den 1970er-Jahren bekannt ist, dass die weltweiten Energieressourcen, wie sie z.B. auch zur Klimatisierung von Gebäuden verwendet werden, endlich sind (Meadows 1973; siehe auch F.D. Heidt 1996), ist das Thema „Energiesparendes und Solares Bauen“ bislang nur untergeordneten Ranges in der Architekturausbildung. Die Weiterbildung praktizierender Architektinnen und Architekten beschränkt sich meist auf die energie-technischen Anforderungen zur Normerfüllung bei der Genehmigung von Bauvorhaben. In Deutschland gilt derzeit die Wärmeschutzverordnung '95 (Ehm 1996), die in den nächsten Jahren durch die EnergieEinsparVerordnung (Tuschinski 2001) abgelöst werden soll.

Diese Normen definieren Mindestanforderungen zur Begrenzung des Energieverbrauchs beim Betrieb von Gebäuden. Mittlerweile gibt es aber aufgrund zahlreicher Forschungs- und Entwicklungsvorhaben einen reichen Erfahrungsschatz, wie darüber hinaus energie-effiziente und ökologische Bauweisen und Materialien in der Architektur eingesetzt werden können, um Gebäude über ihren gesamten Lebenszyklus (Bau, Betrieb, evtl. Sanierung und Abriss, bzw.

Recycling) möglichst umweltfreundlich zu gestalten und so die Belastung des Ökosystems Erde durch Architektur gering zu halten¹¹.

In weiteren Schritten müssen die Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung durch geeignete Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen in die Baupraxis umgesetzt werden. Traditionelle Lernwege sind die Ausbildung an den Hochschulen, Fachzeitschriften und -bücher, Seminare sowie Tagungen und Konferenzen. Neue Medien unterstützen und ergänzen diese Lernformen; sie bieten die Chance, aktuelles Wissen qualitativ hochwertig darzustellen und kurzfristig weitreichend zu verbreiten. Neue Arbeitsmethoden, Projektergebnisse und Planungsmaterialien kommen so der beruflichen Tätigkeit und der Ausbildung im Bereich Architektur schnell und umfassend zugute, was wiederum zur Verbreitung energie-effizienter Architektur (siehe Abbildung 1.4) und damit zu geringerem Energieverbrauch durch Gebäude führt.

Abbildung 1.4: Gebaute Beispiele für niedrigenergetische und solare Architektur (von oben nach unten): Energieautarkes Solarhaus Freiburg, Passivhaus Darmstadt, Technologie- und Zukunftszentrum Herten (alle Beispiele aus F.D. Heidt et al. 1999).



¹¹ Dabei ist das energetische Verhalten eines Gebäudes natürlich nur ein Teilaspekt seiner architektonischen Gestaltung. Die Ästhetik und Funktion eines Gebäudes, seine Integration in die Umgebung, gesellschaftliche Anforderungen an die Architektur und vieles mehr leiten den Planungsprozess beim Entwurf. Über einzelne Gebäude hinausgehend bestimmen städtebauliche Aspekte die Gestaltung von Siedlungen, Stadtvierteln oder Städten und Stadtkonglomeraten.

2 Was ist „Wissen“ und „Wissensvermittlung“?

Wissen ist Macht – Nichtwissen macht auch nichts?

2.1 Arten des Wissens

2.1.1 Der Wissensbegriff im Wandel der Zeit

Eine Vielzahl an Definitionen versucht einzugrenzen, was „Wissen“ eigentlich bedeutet. Hof 1996 zählt z.B. auf, dass Wissen als Sammlung von Ideen und Fakten, als Fähigkeit, Disposition oder Kognition, als Erkenntnisresultat oder auch als Symbol- oder Zeichensystem verstanden wird. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit seien hier Begriffe genannt wie Alltagswissen, Quizwissen, Know-how, „reines“ Wissen, Weltwissen oder Handlungswissen (Steindorf 1985, S. 67ff; siehe auch Bloom 1972, S. 40ff). Entsprechend unterschiedlich wird der Begriff „Wissensvermittlung“ verwendet. Als grundlegende Beschreibung – die im Folgenden ergänzt und modifiziert wird – kann gelten, dass die Wissensvermittlung in der Kette „Schaffen von Wissen – Verbreiten von Wissen – Speichern und Verarbeiten von Wissen“ die Glieder Verbreiten und Speichern umfasst.

Für die einzelnen Menschen innerhalb der Gesellschaft bedeutet der Besitz von Wissen ein prägendes Merkmal ihrer Persönlichkeit. Sowohl die Art als auch die Menge des Wissens (in Form von Fähigkeiten, Erziehung und Denkweisen) entscheiden über die Handlungsmöglichkeiten und Lebensweisen der Menschen (Steindorf 1985, S. 41ff). Wissensvermittlung ist hier also auch Persönlichkeitsbildung. Der Gesellschaft nützt Wissensvermittlung, indem sie die Grundlage schafft für die Ausbreitung von Zivilisation und Kultur. Wissensvermittlung ermöglicht die Nutzbarmachung der Ergebnisse wissenschaftlicher Grundlagenforschung für die menschliche Praxis (Steindorf 1985, S. 40). Wissensvermittlung bedeutet zudem eine Notwendigkeit für die Demokratisierung einer Gesellschaft. Wenn Entscheidungen der Politik idealerweise aufgrund aktiver Mitwirkung oder zumindest „informierter Zustimmung“ des Volkes erfolgen, müssen zuvor sowohl die Informationen als auch die Methoden zu deren Bewertung, müssen also Faktenwissen und handlungsorientiertes Methodenwissen vermittelt werden. Als weiteren Aspekt erwähnt Steindorf den Wissenstransfer zwischen zwei Gesellschaften in Form der Entwicklungspolitik. Wissensaustausch zwischen zwei Kulturen in beiden Richtungen kann grundsätzlich für *beide* Kulturen vorteilhaft sein, um die Wissensbasis *beider* Gesellschaften zu erweitern. Steindorf sieht jedoch nur den einseitigen Wissenstransfer im Wesentlichen technologischer Art.

In einem Handbuch aus dem 19. Jhd. findet sich für den Bereich der Individuen und der Gesellschaft eine Beschreibung der Wissensvermittlung als Popularisierung von Wissenschaft, die dort bezeichnet wird als „[...] sehr beliebtes Bildungsmittel besonders für Erwachsene, um ihre Schulbildung weiter auszubauen und sich in den Besitz der rasch fortschreitenden Errungenschaften der Wissenschaft zu versetzen“¹. Wenn diese Charakterisierung der „Wissensvermittlung als Popularisierung“, also als Verbreitung von wissenschaftlichen Erkenntnissen an das Volk, in ihrer starken Einschränkung sicher nicht geeignet ist, alle Formen der Vermittlung von Wissen zu erfassen, so kann die Definition

¹ Gustav Lindner: Popularisierung des Wissens. Gustav Lindner (Hrsg.): Enzyklopädisches Handbuch der Erziehungskunde. Wien/Leipzig, 1884, S. 646...647; zitiert nach Hof 1996

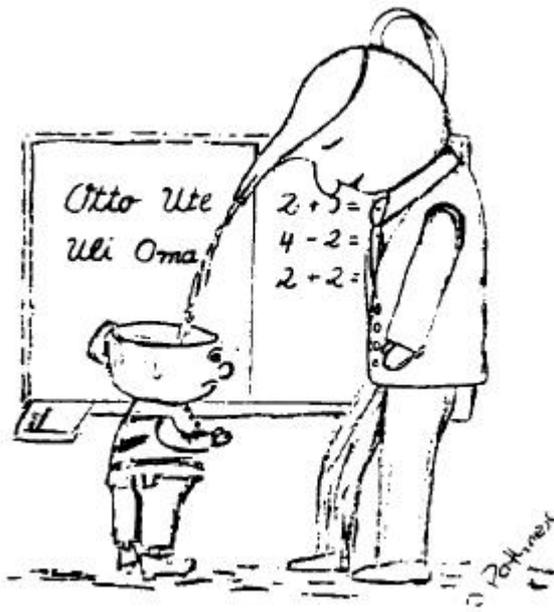


Abbildung 2.1: „Der Wissende flößt dem Nichtwissenden das Wissen ein.“ (Roithmeier 1989, S. 494).

doch für die Untersuchung der Wissensvermittlung im Bereich Niedrigenergie- und Solararchitektur als Ausgangspunkt dienen. Hier richtet sich die Wissensvermittlung vor allem an Erwachsene, die ihre Hochschul- oder Berufsausbildung ergänzen und erneuern sollen, um mit den innovativen Entwicklungen der Architektur Schritt zu halten.

Anhand einer Karikatur der Wissensvermittlung (Abbildung 2.1) lässt sich zeigen, was Wissensvermittlung im modernen Verständnis gerade *nicht* ist: Wissen kann nicht einfach als „konkrete Substanz“ behandelt werden, die von den Lehrenden an die Lernenden übergeben wird. Diese Vorstellung von Wissensvermittlung liegt vielen Arbeiten zu Lehr- und Lernsoftware noch zugrunde, wenn z.B. bei den Einsatzgebieten für Computer im Bildungswesen das „Vermitteln von Wissen“ getrennt wird vom „Üben und Vertiefen“, von der „Veranschaulichung“ und vom „Erwerb von Handlungsstrategien“.²

Im Gegensatz dazu soll in dieser Arbeit Wissensvermittlung in einem konstruktivistischen Sinn betrachtet werden: Wissen entsteht demnach während des Lernens und durch die Lehre in den Köpfen der Lernenden als mentale Struktur, die an bereits bestehende Wissensstrukturen anknüpft. Wichtig ist dabei genau diese Verknüpfung des neu aufgebauten Wissens mit vorhandenen Erfahrungen und Werten (siehe „2.2 Konstruktivistisches Lernen“).

Die Globalisierung der Weltwirtschaft verlangt nach flexiblen Arbeitsabläufen in Produktions- und Dienstleistungsunternehmen:

„Kleine und mittlere Betriebe erwarten von Schulabgängern überwiegend herkömmliche Qualifikationen wie die Sicherheit in der Rechtschreibung und in der Rechenfertigkeit, kritikarme Unterordnung, Ordnungsliebe und Pünktlichkeit sowie historische, geographische und politische Allgemeinbildung, aber auch Englischkenntnisse. Großbetriebe erwarten dagegen zunehmend rhetorische Fähigkeiten, Informatikkenntnisse, Mobilität, Kreativität, Kooperationsfähigkeit, Weiterbildungsbereitschaft, Erkundungs- und Handlungskompetenz sowie ‚vernetzendes Denken‘.“ – Struck 1996, S. 20

Eine *Erneuerung des Lernens* wird gefordert, um diesen Anforderungen gerecht zu werden (Deutscher Bundestag 1998, S. 139ff). Statt reinen Faktenwissens – welches in der Informationsflut der heutigen Gesellschaft schnell veraltet und zunehmend aus Datenbanken und Expertensystemen abrufbar ist – ist handlungsorientiertes Methodenwissen wichtig, um

² Vgl. z.B. Oberle/Wessner 1998, S.93f

den Veränderungen am Arbeitsplatz folgen zu können. Neben dem selbsttätigen Lernen ist die Fähigkeit gefragt, selbstständig sowie kooperativ mit anderen Probleme zu lösen. Das ist nicht neu: Schon die Reformpädagogik zu Beginn des 20. Jahrhunderts ruft nach der Erziehung zur Selbsttätigkeit, Kooperationsfähigkeit und Problemlösungsfähigkeit (siehe z.B. Gaudig 1909). Statt des Know-how wird Know-how-to-know verlangt, also reflexives Wissen, das die Integration von Fach-, Methoden- und Sozialkompetenz erreicht (Arnold/Schüßler 1998, S. 60ff; Deutscher Bundestag 1998, S. 152ff). Der Übergang zur „Weiterbildungs-“ oder „Informationsgesellschaft“³ bedeutet, dass die Lernenden immer größere Verantwortung für den eigenen Lernprozess übernehmen.

Wissensvermittlung findet deshalb auch nicht bloß während einer zeitlich begrenzten Ausbildungsphase vom *Lehrer* an den *Schüler* statt – von der älteren Generation an die jüngere (wie in Abbildung 2.1 dargestellt). Gerade im Bereich der neuen Medien müssen z.B. die Älteren von den Jungen lernen, die selbstverständlich mit neuen technischen Entwicklungen aufwachsen, wo die Älteren sich mühsam einarbeiten und umgewöhnen müssen. Da also die Menge an Informationen, die u.a. im Berufsleben integriert werden muss, einer ständigen Ergänzung und Erneuerung unterliegt, findet Lernen nicht nur im Schulalter statt, sondern es ergibt sich die Notwendigkeit des *lebenslangen Lernens* sowohl der Gesellschaft als auch der Einzelnen (Deutscher Bundestag 1998, S. 112, 152f).

Schließlich bezieht sich die Karikatur in Abbildung 2.1 – symbolisiert durch die Darstellung der Tafel – auf das Lernen in der Institution Schule, während das lebenslange Lernen vermehrt *de-institutionalisiert* wird. Lernen in der Schule, an der Hochschule und im Weiterbildungsinstitut wird – über neue Medien – ergänzt durch Lernen am Arbeitsplatz oder zu Hause (Deutscher Bundestag 1998, S. 143ff).

Arnold/Schüßler 1998 fassen die Wandlung der Lerninhalte, der Lernsubjekte und der Lernorte als „Dreifache Entgrenzung des Fachwissens“ vom Qualifikationslernen zum Kompetenzlernen zusammen. Die Lerninhalte werden *kompetenter*, vom (Fakten-)Wissen über Erfahrung und Können hin zur Möglichkeit des (handlungsorientierten) Wertens (vgl. die Taxonomie der kognitiven Lernziele nach Bloom 1972, S. 31). Die Notwendigkeit des Lernens erweitert sich vom Individuum auf die Gesellschaft während gleichzeitig der Lernort „de-institutionalisiert“ wird (Abbildung 2.2).

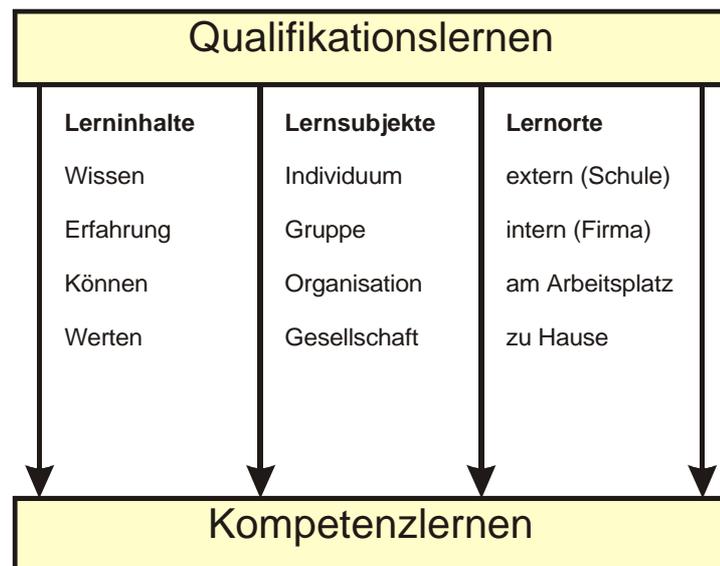


Abbildung 2.2: Dreifache Entgrenzung des Fachwissens vom Qualifikationslernen zum Kompetenzlernen (nach Arnold/Schüßler 1998).

³ Zum Begriff „Informationsgesellschaft“ vergleiche Deutscher Bundestag 1998, S. 277ff

2.1.2 Wissensschöpfung als Prozess

Die Entwicklung vom Qualifikationslernen zum Kompetenzzernen (Arnold/Schüßler 1998) findet Ihre Grundlagen für die Dimensionen der Lerninhalte und der Lernsubjekte bei Popper und Nonaka:

„Um das fundamentale Ziel und den Gegenstand der Epistemologie zu verdeutlichen, unterscheidet Popper [vgl. Popper 1984, S. 109ff] zwischen drei verschiedenen Welten oder Universen. Die erste Welt ist die Welt der physischen Objekte und Ereignisse. Mit dieser Welt sind wir durch unsere Sinne vertraut. Die zweite Welt ist die der geistigen Zustände oder der Zustände des Bewußtseins. Es ist die Welt der konkreten Gedanken und Ansichten, die Menschen dazu befähigt, in bestimmter Weise und unter bestimmten Bedingungen zu handeln. Die dritte Welt schließlich besteht nicht aus aktuellen Gedanken, sondern ihren objektiven Inhalten, unabhängig von jeder Person, die sie nun hat oder gehabt hat. Die dritte Welt enthält demnach theoretische Systeme, Probleme, Hypothesen und kritische Argumente, um bestimmte theoretische Annahmen zu unterstützen. [...] In der Informationstechnologie ist [...] das primäre Anliegen der Zugang, der Erwerb und die praktische Anwendung sowie dessen Kontext von Wissen. Mit den Begriffen aus Poppers Drei-Welten Ontologie richtet sich die Informationstechnologie nicht so sehr auf das Wissen als objektiver, propositionaler Inhalt von Gedankenkonzepten, die unabhängig von Personen sind, die gerade diese Gedanken haben (Welt 3), sondern auf das Wissen als subjektiver geistiger Zustand von Personen mit bestimmten Ansichten, die sie dazu veranlassen, in bestimmter Weise zu handeln (Welt 2). Bei dieser Konzeption des Wissens ist jedoch zu bedenken, daß der Prozeß der Wissensschöpfung durch eine Reihe von Elementen aus der Welt 3 angereichert werden muß, wie etwa Kriterien der Wissens-Rechtfertigung oder von kritischen Argumenten, damit es nicht zu falschen und überflüssigen Entscheidungen kommt.“ – Gabriel 1997, S. 173f

Diesen von Popper angesprochenen Prozess der Wissensschöpfung beschreibt Nonaka 1994 als Zyklus, der aus Phasen der Externalisation, Kombination, Internalisation und Sozialisation von Wissen besteht. Externalisation bedeutet dabei die Schöpfung neuen anwendbaren und aufzeichenbaren *expliziten* Wissens aus grundlegenden und nicht-artikulierten *impliziten* Überzeugungen. Die Kombination expliziten Wissens durch (wissenschaftlichen) Austausch und Diskurs führt zu neuen Einsichten, die im Rahmen der Internalisation durch die Angehörigen der Gruppe verinnerlicht werden, um so den Grundstock für zukünftige Überzeugungen und Ansichten zu bilden. Die Sozialisation sorgt dann durch informellen und unbewussten Erfahrungsaustausch dafür, dass die Überzeugungen und Ansichten innerhalb einer Gruppe vereinheitlicht und damit grundlegend für alle werden (Nonaka 1994, pp. 18f, 21ff).

Ergänzende Prozesse bei der Wissensschöpfung sind laut Nonaka 1994 die „Konfrontation“ und die „Kristallisation“ (Nonaka 1994, pp. 25ff). Neue Ideen und neue Modelle müssen sich zuerst im Konflikt mit alten Ideen und Modellen rechtfertigen (Konfrontation). Diese (Über-)Prüfung neuer Ideen führt schließlich zur Kristallisation der „wahren“ neuen Idee, die geeignet ist, als neue Einsicht von der Gruppe übernommen zu werden. Konfrontation und Kristallisation begleiten also die Phasen der Externalisation und der Kombination von Wissen. Die „Spirale der Wissensschöpfung“ (Abbildung 2.3) erschließt die Dimension der Art des Wissens zwischen explizitem Wissen (Faktenwissen) und implizitem Wissen (Methodenwissen) sowie die Dimension der Verbreitung des Wissens zwischen Individuum

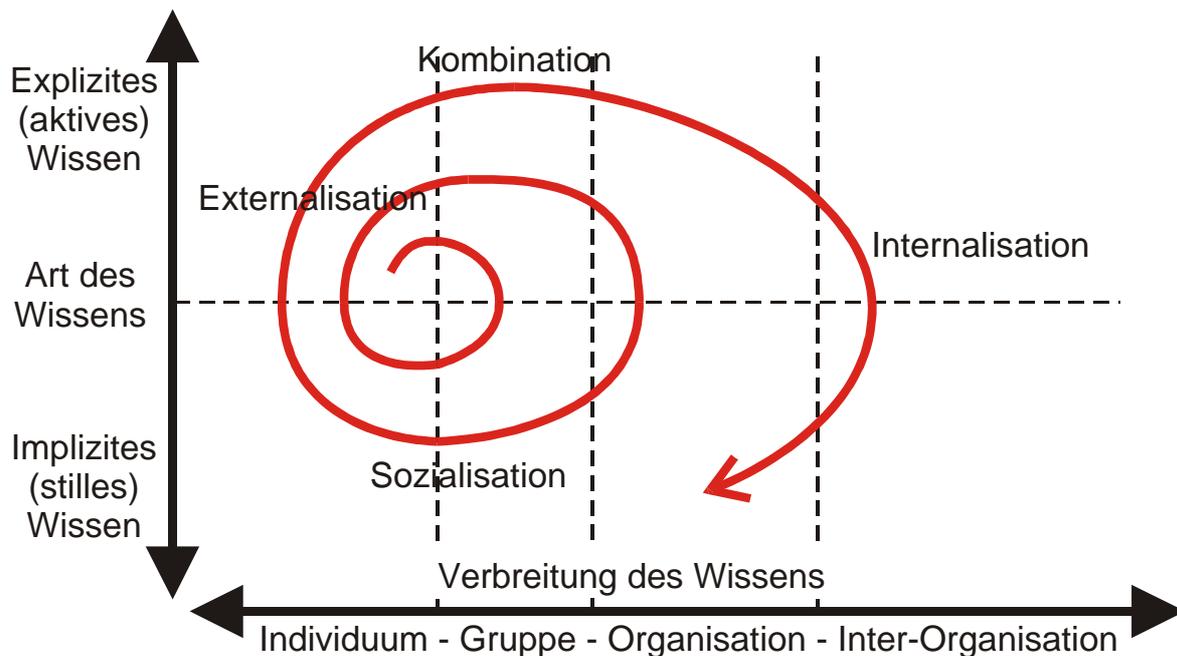


Abbildung 2.3: Spirale der Wissensschöpfung (nach Nonaka 1994).

und Gesellschaft. Ausführliche Überlegungen zur Wissensschöpfung und zu wissenschaftlicher Methodik mit besonderer Betonung des impliziten Wissens finden sich bei Ziman 1978, pp. 124ff.

Ein Beispiel für die Umsetzung der Spirale der Wissensschöpfung gibt Wilhelmi 1995. Er beschreibt die Entwicklung der Umweltbildung in Deutschland seit den 1970er-Jahren als einen Prozess mit (bislang) vier Phasen:

„Die erste Phase war Anfang der 70er Jahre: Mehr Wissen. Es sollte also im Fachunterricht zusätzliches Wissen vermittelt werden. Als bald war klar, das reicht nicht, die Dinge haben miteinander zu tun, man muß die Fächer übergreifen. Damit entstand die zweite Phase: Fächerübergreifende Wissensvermittlung. Weil auch das nicht reichte, hat man in der dritten Phase Handlungsbezüge herzustellen gesucht. Wer selber etwas tut, erkennt, was wichtig und richtig ist oder nicht. Dann kam die Beobachtung: Auch alles mehr Wissen übergreifend mit Handlungsbezug ist noch zu wenig, denn es liegt vielleicht an der Einstellung der Menschen, an ihrer Werthaltung, an ihrer Grundüberzeugung, daß die Dinge nicht so vorankommen, wie sie kommen müßten. Damit begann die entsprechende vierte Phase.“ – Wilhelmi 1995, S. 79f

Diese „Phasen der Umweltbildung“ lassen sich auch beschreiben als Phasen der Externalisation (Entstehen und Verbreiten von Faktenwissen), der Kombination (fächerübergreifender Austausch von Wissen), der Internalisation (Vertiefen von Wissen durch Handlungsorientierung) und der Sozialisation (allgemeines Verbreiten der neuen Grundüberzeugung).

2.1.3 Eisberg-Modell der Lernkultur

Die Unterscheidung zwischen explizitem Wissen, das vorrangig anwendbar und aufzeichnbar ist, und implizitem Wissen, das eher grundlegend und nicht artikulierbar ist, wird von Polanyi 1983 und Arnold/Schüßler 1998 weitergeführt zum „Eisberg-Modell der Lernkultur“.



Abbildung 2.4: Das Eisberg-Modell des Wissens und der Lernkultur (nach Arnold/Schüßler 1998, S. 11, 69).

Das explizite Wissen, „das in Worten und Zahlen ausgedrückt werden kann“ (Gabriel 1997, S. 175), bildet dabei die Spitze eines Eisbergs, dessen Basis das implizite Wissen ist, das aus „Handlungen, Bindungen [an bestimmte Zusammenhänge] und Engagement in bestimmten Zusammenhängen“ (Gabriel 1997, S. 175) besteht (Abbildung 2.4). Polanyi betont dabei die Bedeutung informeller, unterbewußter Prozesse für die Wissensvermittlung:

“[If] we know a great deal that we *cannot tell*, and if even that which we know and *can tell* is accepted by us as true only in view of its bearing on a reality beyond it [...]: then the idea of knowledge based on wholly identifiable grounds collapses, and we must conclude that the transmission of knowledge from one generation to the other must be predominantly tacit.” – Polanyi 1983, p. 61 (Hervorhebungen im Original)

Die handlungsorientierten Basis-Elemente des Lernens im Eisberg-Modell – die möglicherweise bei den derzeitigen Wissensvermittlungsstrukturen in Schulen, Universitäten und Weiterbildungsinstituten noch weitgehend „untergetaucht“ sind – sind die wichtigen Orientierungsgrößen für zukünftiges Lernen. Wenn Lernen nun vor allem als „selbstreferentieller Aneignungsprozess“ (Arnold/Schüßler 1998, S. 69) betrachtet wird, hat das weitreichende Konsequenzen für die Organisation der Wissensvermittlung und die Aufgaben der Lehrenden und Lernenden. Es muss nicht nur die „Qualität der *Lehre*“ verbessert werden, wie dies in den (west-)deutschen Universitäten mit zahlreichen Programmen in den 1990er-Jahren angestrebt wurde, das Augenmerk muss sich vor allem auf die „Qualität des *Lernens*“ richten (Arnold/Schüßler 1998, S. 51ff).

„Vielmehr wird für den Lehrer wichtig zu erkennen, daß es zum einen das ‚richtige‘ Wissen nicht gibt und zum anderen seine Einflußmöglichkeiten bezüglich der ‚richtigen‘ Vermittlung von Wissen sehr begrenzt sind. Er ist Anbieter des Wissens, nicht Übertrager des Wissens. Er hat keinen Einfluß auf die kognitive Verarbeitung des angebotenen Wissens durch den Schüler. [...] Auch kommt es ‚weniger‘ auf reine Wissensvermittlung an, als vielmehr auf die Wissensverarbeitung, auf den Umgang mit dem Wissen

und auf das Erkennen seiner Konstruktivität und Relativität. Ziel ist es hier, dem Schüler Wahlmöglichkeiten anzubieten.“ – Wyrwa 1995, S. 39

Die Forderungen, „dem Schüler Wahlmöglichkeiten anzubieten“ und die „Konstruktivität und Relativität“ des Wissens erkennbar zu machen, führen direkt zu einem konstruktivistischen Modell des Wissens und des Lernens, wie es im Folgenden beschrieben ist.

2.2 Konstruktivistisches Lernen

2.2.1 Wissen als Erfahrung und Entwicklung

„Aus konstruktivistischer Sicht ist die traditionelle Frage nach der reinen Wissensvermittlung zweitrangig; primär geht es darum, wie Wissen vom Lernenden konstruiert wird und in welcher Verbindung dieses Wissen zum Handeln steht.“ – Reinmann-Rothmeier/Mandl 1996, S. 68

Das Verständnis der Wissensschöpfung als *Prozess* wird im Rahmen dieser Arbeit am besten durch eine konstruktivistische Theorie des Lernens beschrieben. Bereits für Aristoteles ist *Wissen* mit *Erfahrung* verbunden (siehe Schmidt 1998, S. 36ff). Individuelle Wahrnehmungen während des Lernens verbinden sich zu individuellen Erfahrungen.

„Der Konstruktivismus ist keine Theorie des Seins, formuliert keine Aussagen über die Existenz der Dinge an sich, sondern ist eine Theorie der Genese des Wissens von den Dingen, eine genetische Erkenntnistheorie. Für den Konstruktivismus ist Wissen kein Abbild der externen Realität, sondern eine Funktion des Erkenntnisprozesses.“ – Schulmeister 1997, S. 73

Insbesondere bei der Vermittlung von handlungsorientiertem Wissen (Methoden-, Reflexions- und Persönlichkeitswissen, im Vergleich zu Faktenwissen) wird das Wissen bei den Lernenden erst *konstruiert*. Es gibt keine fertigen Wissensblöcke, die nur übertragen werden. Die Aufgabe der Lehrenden ist, den Entwicklungsprozess beim Lernen anzuregen und begleitend zu unterstützen.

„Darum ist auch der Universitätslehrer nicht mehr Lehrer, der Studierende nicht mehr Lernender, sondern dieser forscht selbst und der Professor leitet seine Forschung und unterstützt ihn darin.“ – W. von Humboldt 1809⁴

2.2.2 Cognitive Maps und Mehrspeichermodell des Gedächtnisses

Wichtig für das konstruktivistische Lernmodell ist die subjektive Prägung bereits der Wahrnehmung während des Lernens. Lernen und Wissensvermittlung beruhen zunächst auf den kognitiven Strukturen der Lernenden:

„Der Schüler wird von seinen *Wahrnehmungen* [...] beeinflusst *und nicht von den Gegenständen selbst*.“ – Feyerabend 1978, S. 124 (Hervorhebungen im Original)

Die Lerntheorien des Konstruktivismus bauen in diesem Aspekt auf Theorien von Jean Piaget (Piaget 1976; Bruner 1973; siehe Beilin 1992, pp. 8ff; Oberle/Wessner 1998, S. 109ff) auf,

⁴ Zitiert nach Arnold/Schübler 1998, S. 54

aus denen sich eine Erkenntnistheorie (Epistemologie) der Kognition entwickelte, die die Grundlage für das Konzept des entdeckenden Lernens darstellt. Lernen findet dabei vor allem durch die Verarbeitung der Wahrnehmungen, letztlich also durch Reflexionsprozesse im Gehirn im Sinne einer „Selbstenwicklung eines kognitiven Systems“ (Aufschnaiter et al. 1992, S. 385) statt. Ein insbesondere im Zusammenhang mit Hypertext-Lernsystemen oft zitiertes Modell beschreibt die Speicherung von Wissen als Aufbau eines Netzwerks im Gehirn. „Wissens-Einheiten“ werden dabei durch Netz-Knoten repräsentiert, die untereinander über Assoziationen verknüpft sind (vgl. Abbildung 2.5). Beim Lernen werden neue Knoten angelegt und mit bereits vorhandenen Knoten assoziativ verbunden. Wissensvermittlung ist also die „Konstruktion eines assoziativen Wissens-Netzes“ im Gehirn der Lernenden (Nickels Shirk 1992; Vitouch/Tinchon 1996).

Dieses auch als „Cognitive Map“ bezeichnete Wissens-Netz ist in seiner Struktur einem Hypertext vergleichbar.⁵ Aus der Vergleichbarkeit der Strukturen ziehen nun viele Vertreter von Hypertext-Lernsystemen den Schluss, dass Hypertexte generell besser als herkömmliche Texte zur Wissensvermittlung geeignet seien, da sie den Lernenden einen Lernschritt ersparen (oder zumindest erleichtern) würden, nämlich die Aufbereitung des Lernstoffs in Wissens-Einheiten (Netz-Knoten) und die Verknüpfung der Einheiten im assoziativen Netz des Gehirns zur Cognitive Map. Beides ist im Hypertext-Lernsystem schon „vorgefertigt“ (Carlson 1992; siehe Abbildung 2.5).

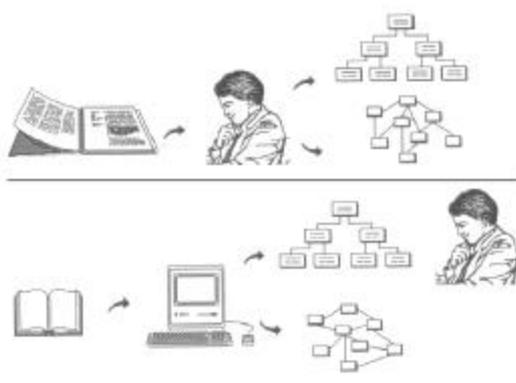


Abbildung 2.5: „In the traditional process, the reader decomposes the text structure and stores knowledge representations in memory. In a mediated hypertext environment, these knowledge structures are prefabricated, automated, and accessible.“ (Carlson 1992).

Aus konstruktivistischer Sicht ist diese Annahme einer einfachen Übertragbarkeit der Wissensstrukturen nicht haltbar. Wie bereits ausgeführt, ist eine Grundannahme des Konstruktivismus, dass die Aufnahme und Konstruktion des Wissens individuell unterschiedlich erfolgt. Die entstehenden Cognitive Maps unterscheiden sich also mit großer Wahrscheinlichkeit bei allen Lernenden. Sie können außerdem – was noch schwerer wiegt – von den Lehrenden beim Erstellen des Lernsystems nicht vorhergesagt und damit nicht berücksichtigt werden.

„[...] möchten die Designer von Lernprogrammen zu gern an die mentalen Modelle, an die Interpretationen des Lernenden von Multimedia-Objekten herankommen, um sie im Design bereits antizipieren [...] zu können. Aber alle Versuche, Benutzermodelle zu entwickeln, sind bisher auf relativ niedrigen Interaktionsniveaus steckengeblieben.“ – Schulmeister 1997, S. 40

⁵ Zur Klassifizierung des Begriffs „Hypertext“ und zur Einführung in das Hypertext-Konzept siehe z.B. Gerdes 1997a; Jonassen/Mandl 1990; McAleese 1989.

Die Bahn  **Reiseservice**
Fahrplan gültig vom 5. November 2000 - 9. Juni 2001

Verbindung 1: Wissen(Sieg) - Sinn

Halt	Datum	an	ab	Gleis	Fahrt	Bemerkungen
Wissen(Sieg)	5.03.01		11:21	601	RE 11461	Fahrradmitnahme begrenzt möglich
Betzdorf(Sieg)		11:31	11:32			
Kirchen		11:35	11:36			
Brachbach		11:40	11:41			
Siegen		11:50	11:54			
Haiger		12:11	12:12			
Dillenburg	5.03.01	12:16		3		
Dillenburg	5.03.01		12:20	2	RB 14518	Fahrradmitnahme begrenzt möglich
Niederscheld(Dillkr)Süd		12:22	12:23			
Burg(Dillkr) Nord		12:25	12:25			
Herborn(Dillkr)		12:27	12:28			
Sinn	5.03.01	12:31		2		

Fahrzeit: 1:10; fährt Mo - Sa, nicht 13., 16. Apr, 1., 24. Mai, 4. Jun
Preis: 17,00 DM (Standardtarif, 1 Erwachsener ohne BahnCard in der 2. Klasse)

© 1996-2001 TLC GmbH / HaCon Ingenieurgesellschaft mbH - HAFAS Version 2.3/xxxx - 05.03.01
Alle Angaben ohne Gewähr.

Abbildung 2.6: Von Wissen nach Sinn: Einmal umsteigen.

Das bedeutet nicht, dass Hypertext-Systeme nicht als konstruktivistische Lernmittel geeignet sind. Untersuchungen zeigen aber, dass Hypertext-Systeme gegenüber herkömmlichen Texten bei der Wissensaufnahme nicht automatisch vorteilhaft sind (Gerdes 1997a, S. 56ff).

Statt der direkten Übernahme von Hypertext-Wissensstrukturen in mentale Modelle in Form von Cognitive Maps ist ein besseres Bild für die Wissensvermittlung im konstruktivistischen Sinn, dass eine Verarbeitung des Wissens unbedingt nötig ist. Es gilt also: „Von Wissen nach Sinn: Einmal umsteigen.“ (Abbildung 2.6).

In diesem Sinne ist das Mehrspeicher-Modell des Gedächtnisses besser zur Beschreibung von Lernvorgängen geeignet: Oerter/Schuster-Oeltzschner 1987 nennen als Funktionseinheiten des Gedächtnisses den sensorischen Informationsspeicher für die äußerst kurzfristige Speicherung von Wahrnehmungen zur Auswahl wichtiger Merkmale (Mustererkennung), den Kurzzeit- und Arbeitsspeicher zur Informationsverarbeitung und den Langzeitspeicher zum mittel- bis langfristigen Behalten von Informationen (Oerter/Schuster-Oeltzschner 1987, S. 540ff; siehe auch Brink 1997, S. 36f; Klimsa 1998, S. 79; Vester 1984, S. 43ff).

2.2.3 Konstruktivistische Lernprinzipien

„Lernen können nur die Teilnehmer und Teilnehmerinnen selbst. [...] Allerdings kann ich günstige Voraussetzungen dafür schaffen [...]“ – Weidenmann 1995, S. 18

Konstruktivistisches Lernen bedeutet also, dass die Lernenden im Mittelpunkt des Lernens stehen. Dieses Eingehen auf die Bedürfnisse der Lernenden und das Betonen der Förderung des Lernprozesses sind keineswegs neu. In der Erwachsenenbildung der Weimarer Republik wird explizit eine Zielgruppenorientierung der Wissensvermittlung gefordert: „Pflicht des Lehrers ist es, nicht einfach zu übermitteln [...], sondern fertig zu werden mit dem Weltbild des Schülers“⁶.

⁶ Alfred Mann: Denkendes Volk – volkhaftes Denken. Braunschweig, ²1948, S. 30; zitiert nach Hof 1996

Für konstruktivistische Lerntheorien ist diese Zielgruppenorientierung bei der Wissensvermittlung wesentlich für das Verständnis des Lernprozesses. Um die Konstruktion von Wissen bei den Lernenden zu fördern, muss die Wissensvermittlung auf die individuellen Lernwege der Lernenden abgestimmt sein und deren unbekannt vielfältige Ausprägungen unterstützen. Da die Lernenden die ihnen gemäße Repräsentation des Wissens als eigene Cognitive Map konstruieren sollen, ist notwendig, dass sie weitgehenden Einfluss auf und eine weitgehende Kontrolle über den Lernvorgang haben. Dies bestimmt wesentlich den Aufbau und die Gestaltung von Lernsystemen. In einem Gutachten zur Evaluation der Weiterbildung in Nordrhein-Westfalen werden unter anderem folgende Kriterien als Spezifika zukünftigen Lernens genannt (LSW 1997, S. 113):

- Offenheit des Zugangs;
- Freiheit und Freiwilligkeit;
- individuelle Nutzung;
- Orientierung auf das Individuum;
- Unterstützung von individuellen Eigeninitiativen und Gruppenaktivitäten.

Vielfach wird behauptet, dass dies schlecht mit klassischem Unterricht möglich sei und deshalb neue Lernformen und neue Medien nötig seien, um neue Lernziele zu erreichen (z.B. Arnold/Schüßler 1998). Richtig ist sicherlich, dass neue Unterrichtsmethoden und neue Medien geeignet sind, bisherige Ausbildungsformen zu ergänzen und – auch im Hinblick auf das Vermitteln neuer Lernziele – zu verbessern. Dabei kann durch interessante multimediale Lernsysteme z.B. die Motivation der Lernenden zum Lernen gesteigert werden⁷. Mit den folgenden Lernprinzipien wird versucht, die Lernenden in den Lernvorgang zu involvieren. Dies ist allen Ansätzen für konstruktivistisches Lernen gemeinsam (z.B. Anchored Instruction, Cognitive Flexibility oder Cognitive Apprenticeship; siehe Collins et al. 1989; Mandl et al. 1997; Reinmann-Rothmeier/Mandl 1996; Schulmeister 1997).

Situiertheit und Authentizität

Konstruktivistisches Lernen setzt voraus, dass der Lernstoff vom Lernenden in Bezug gesetzt werden kann zu bereits vorhandenem Wissen sowie zu Situationen, in denen das alte und das neue Wissen anwendbar sind. Die Lernumgebung soll durch ihren Realitätsbezug den Anreiz und die Möglichkeiten bieten, neue Erfahrungen zu sammeln und neue Fertigkeiten zu entwickeln.

Dies ist nur möglich, wenn Lernen situiert stattfindet und authentisch ist, also glaubwürdig eingebettet ist in ein anwendungsbezogenes Umfeld⁸. Neue Medien können durch die Möglichkeit der weitgehenden Simulation beliebiger Umgebungen und Ereignisse das Bedürfnis des konstruktivistischen Lernens nach situierter und authentischer Wissensvermittlung erfüllen.

Multiple Kontexte

Die Vertiefung von Wissen erfolgt im konstruktivistischen Lernbild durch die Anwendung vorhandenen Wissens auf wechselnde Aufgaben und in wechselnden Situationen. Das

⁷ Es ist erstaunlich, wieviel beim Lernen erreicht werden kann, wenn nur die Lernenden zum Lernen motiviert sind. Der Wille zum Lernen lässt die Lernenden auch schlechten Unterricht ertragen und davon profitieren.

⁸ Authentizität bedeutet dabei nicht die möglichst *exakte* Vermittlung von Realität, sondern die *glaubwürdige* Darstellung realer oder fiktionaler Gegebenheiten (Kreimeier 1997, S. 30; Krieg 1997, S. 89f).

Wechseln der Perspektive während des Lernens fördert den Wissenstransfer in andere Lernbereiche, führt also zu einer Flexibilisierung des Wissens und zu erweiterten Handlungsfähigkeiten.

Die Interaktivität neuer Medien erlaubt den Lernenden, bei entsprechend gestalteten Lernumgebungen die Perspektive des Lernens selbst zu bestimmen. Es lassen sich so individuelle Lernpfade zusammenstellen, die das Gelernte in verschiedenen Anwendungsdimensionen erweitern und in Bezug setzen, um eine vielfältige Nutzung des Wissens zu erreichen.⁹

Sozialer Kontext

Um die Bedeutung gelernten Wissens abschätzen zu können und anschließend das Gelernte zu verinnerlichen, ist der Wissensaustausch mit anderen nötig. Sowohl der Austausch mit anderen Lernenden als auch mit erfahrenen Personen oder Expertinnen und Experten führt zu einer Erweiterung der Wissensbasis (nicht nur) bei den Lernenden. Der Diskurs unterstützt den Aufbau von Erfahrungen und den Entwicklungsprozess *Lernen*.

Während die Nutzung neuer Medien z.B. in Form des Computers in vielen Fällen zunächst zu einer „Vereinsamung der Lernenden“ führte, sorgt die wachsende Ausbreitung von Informationsnetzen mittlerweile für zunehmende Möglichkeiten sozialer Interaktion. Über Mailing-Listen, Newsgroups und Chat (Mittrach 1999, S. 31ff) können Lernende schnell Kontakt zu anderen aufnehmen, die vielleicht gerade am gleichen Problem „zu knacken haben“. Der Gedankenaustausch führt dann nicht nur zu einer schnelleren Problemlösung für alle, sondern erweitert den Horizont beim Blick auf eine Aufgabe und eröffnet so neue Anwendungsmöglichkeiten für das gelernte Wissen (Döring 1997b).

Selbststeuerung und Kooperation

Da im konstruktivistischen Bild Wissen individuell repräsentiert wird, können nur die Lernenden selbst bestimmen, was sie noch lernen wollen, um ihr Wissen zu ergänzen. Die Lernenden müssen zudem selbst entscheiden, welche Lernstrategien sie dazu verfolgen wollen. Wiederum ist es Aufgabe der Lernumgebung, alle Möglichkeiten hierfür und alle Informationen für eine fundierte Entscheidungsfindung bereitzuhalten. Diese Notwendigkeit der Selbststeuerung des Lernprozesses durch die Lernenden schließt aber eine Kooperation mit anderen beim Lernen nicht aus. Im Gegenteil unterstützt Kooperation die Konstruktion von Wissen, indem sie für unterschiedliche Perspektiven beim Lernen sorgt.

Die Möglichkeit zur Selbststeuerung ist der Kerngedanke des Hypertext-Konzepts und damit in vielen multimedialen Entwicklungen enthalten. In den meisten Lernprogrammen ist die Selbststeuerung des Programms durch die Lernenden jedoch eingeschränkt oder zumindest moderiert, um eine Überforderung und Desorientierung der Lernenden zu vermeiden. In jedem Fall muss die Navigation im Programm übersichtlich und verständlich sein, um eine wirkliche, informierte Selbststeuerung durch die Lernenden zu ermöglichen.

Kooperation ist beim Lernen mit neuen Medien durch das Anwachsen von Kommunikations- und Informationsnetzen und durch das Entstehen von „verteilten Anwendungen“ in zunehmendem Maße möglich. Elektronische Netze erlauben, dass Informationen deutlich

⁹ Dies setzt freilich voraus, dass die Lernenden sich der möglichen Anwendungen bewusst sind. Es ist die Aufgabe der Lernumgebung, dieses Bewusstsein zu schaffen und alle für die Ausnutzung des Interaktionspotenzials nötigen Informationen bereitzustellen.

schneller und anwendungsnäher ausgetauscht werden als bisher. Verteilte Anwendungen ermöglichen, dass eine Gruppe von Lernenden gemeinsam an einem Problem arbeitet und dabei alle von den individuellen Lernweisen der anderen profitieren können (Döring 1997b).

2.3 Gestaltpsychologische Grundlagen der Wissensvermittlung

2.3.1 Gesetze des Sehens und Hörens

Gezielte Untersuchungen zur menschlichen Wahrnehmung wurden ab dem frühen 20. Jahrhundert im Forschungsgebiet der Gestaltpsychologie durchgeführt. Die Gestaltpsychologie sucht dabei nach allgemeinen Wahrnehmungsmustern, die bei allen Menschen in ähnlicher Weise das Erkennen und Begreifen von komplexen Figuren im Zusammenhang bestimmen, denn anders „[wäre] eine gegenseitige Verständigung [...] überhaupt nicht möglich. Es muß also ursprüngliche und für alle Menschen ungefähr in gleicher Weise gültige Gesetze geben, nach denen alles Gesehene sich gliedert.“ (Metzger 1975, S. 66; Hervorhebung im Original). Die Gestaltpsychologie bildet damit die Grundlage für eine konstruktivistische Betrachtung der Wahrnehmung. Über die ähnliche Wahrnehmung von *Gestalt* durch alle Menschen hinausgehend werden dort vor allem die *subjektiven Unterschiede* bei der Wahrnehmung untersucht und betont.

Das Zustandekommen von *Gestalt* als einer inneren Ordnung von Gebilden, die sie von ihrer Umgebung abhebt, wird in der Gestaltpsychologie durch die Gestaltgesetze erklärt. Sie beschreiben, wie von allen Menschen die „natürlichen Teile“ in komplexen Umgebungen erkannt werden und wie sich die natürlichen Teile bei der Wahrnehmung „von selbst“ zu geschlossenen Gruppen zusammenfügen. In seinem Buch „Gesetze des Sehens“ (Metzger 1975) beschreibt Metzger mit vielen Beispielen die Wahrnehmung von *Gestalt*. Er baut dabei auf den Untersuchungen und Erkenntnissen von Wertheimer (z.B. Wertheimer 1923) und Köhler (z.B. Köhler 1933) auf, die grundlegend zur Entwicklung der Gestaltpsychologie beitrugen.

Zur Erläuterung des Prinzips der Gestaltgesetze sei hier ein Beispiel zitiert. In Abbildung 2.7 ist im oberen und unteren Bild die Ziffer „4“ dargestellt. Im oberen Bild wird sie aber nicht als „4“ gesehen, da ihre Teilstriche Bestandteile von geschlossenen bzw. glatt durchgehenden Kurven sind. Im unteren Bild ist die Umgebung genauso komplex wie oben, die Teilstriche der „4“ sind jedoch nicht in Kurven integriert. Die „4“ wird gesehen und erkannt (Metzger 1975, S. 66). Die hier wirkenden Gestaltgesetze sind

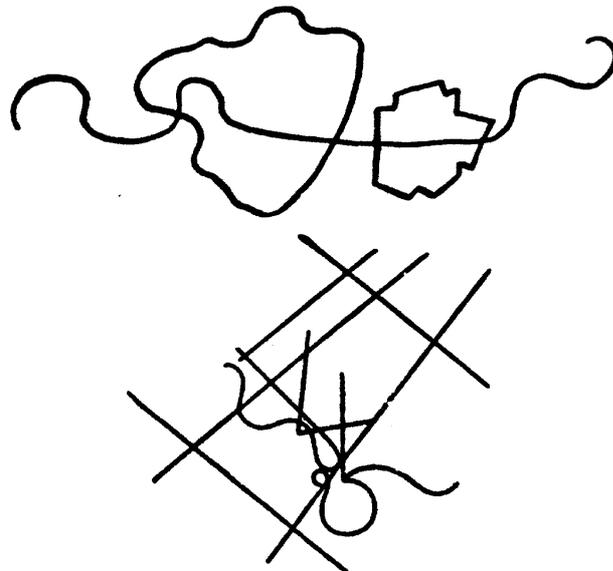


Abbildung 2.7: „Gesetz der Geschlossenheit“ und „Gesetz der glatt durchgehenden Kurve“: Die „4“ wird im oberen Bild nicht gesehen, weil ihre Teilstriche Bestandteile von geschlossenen bzw. glatt durchgehenden Kurven sind (Metzger 1975, S. 66).

das „Gesetz der durchgehenden Kurve“ und das „Gesetz der Geschlossenheit“. Die menschliche Wahrnehmung erkennt bevorzugt Figuren mit glatten Verläufen und geschlossenen Figuren als zusammengehörige Gestalt.

Gestaltgesetze

Ohne weitere Beispiele seien hier nur kurz die wichtigsten Gestaltgesetze nach Metzger 1975 als Grundlagen des menschlichen Sehens aufgezählt:

- Gesetz der Geschlossenheit:
Geschlossene Figuren werden bevorzugt als Gestalt gesehen;
- Gesetz der glatt durchgehenden Kurve (Gesetz des glatten Verlaufs):
Glatt durchgehende oder fortgesetzte Kurven werden (gegenüber geknickten Verläufen) bevorzugt als zusammengehörig und gestaltbildend wahrgenommen;
- Gesetz der Innenseite (Gesetz der Konvexität):
Figuren mit nach innen gekrümmter Oberfläche werden bevorzugt als Gestalt wahrgenommen;
- Gesetz der Nähe:
Nahe zusammenliegende Figuren werden als Gruppe wahrgenommen;
- Gesetz der Symmetrie:
Zueinander symmetrische Figuren werden als zusammengehörig wahrgenommen;
- Gesetz der Ebenbreite:
Anordnungen von Figuren mit gleichen Breiten oder Abständen werden als Gruppe wahrgenommen;
- Gesetz der guten Gestalt (Gesetz der größtmöglichen Ordnung):
„Wohlgeordnete“ Figuren werden bevorzugt als Gestalt wahrgenommen;¹⁰
- Gesetz der Stil-Einheit:
Figuren mit gleichem Aussehen werden als zusammengehörig wahrgenommen;
- Gesetz der einfachsten Schichtung:
Sich verdeckende Figuren werden bevorzugt so wahrgenommen, dass der entstehende „Stapel“ möglichst einfach vorstellbar ist;
- Gesetz der größten Einheitlichkeit des Grundes:
Figuren in einer gemeinsamen Umgebung werden bevorzugt so wahrgenommen, dass der „Hintergrund“ möglichst einheitlich ist;
- Gesetz der Beständigkeit:
Figuren werden bevorzugt so wahrgenommen, dass ihre Merkmale (Form, Farbe, Struktur etc.) sich nicht – räumlich oder zeitlich – verändern;
- Gesetz der Gleichartigkeit:
Figuren werden bevorzugt so gruppiert oder gegliedert, dass die entstehenden Teile möglichst gleichartig sind;
- Gesetz der Aufrichtigkeit:
Stehende Figuren werden gegenüber hängenden Figuren bevorzugt als Gestalt wahrgenommen.

Zu beachten ist, dass die Gesetze des Sehens nicht als Naturgesetze wirken und gelten (Metzger 1975, S. 225ff, 641ff). Die Wahrnehmung unterliegt ständig und überall auch kulturellen, individuellen und situativen Einflüssen. Die aufgezählten Gesetze sind aber in unterschiedlicher Ausprägung allgemein gültig. Ihre Auswirkungen lassen sich sowohl unter

¹⁰ Dieses „Gesetz der guten Gestalt“ ist genaugenommen eine Zusammenfassung der vorhergehenden Gestaltgesetze und stellt die Grundlage der Gestaltpsychologie dar.

Laborbedingungen als auch im Alltag und in gewissem Umfang auch in Tierversuchen nachweisen (Metzger 1975, S. 167ff, 642ff).

Viele Gesetzmäßigkeiten des Sehens gelten sinngemäß auch für andere Sinne (Metzger 1954). Zum Beispiel werden beim Hören gegenläufige (auf- bzw. absteigende) Melodien in ähnlicher Weise gruppiert, wie dies beim Sehen für sich kreuzende Kurven geschieht. Auch für Rhythmus und Harmonie nennt Metzger Beispiele für die Anwendung von Gestaltgesetzen (Metzger 1954; Metzger 1975). Wichtig ist das Gruppieren von Gehörtem z.B. beim Filtern von Informationen aus einer Geräuschumgebung – anders wäre auf Partys keine Unterhaltung zwischen zwei Menschen möglich. Beim Tasten erkennt man den unterschiedlichen Entwicklungsstand des Wahrnehmungsvermögens der verschiedenen Sinne. Erwachsene tasten oft so, „wie Kinder sehen“, das heißt, bei der Wahrnehmung von Tastfiguren gelten für Erwachsene die Gestaltgesetze, die dem Entwicklungsstand des Sehens bei Kindern entsprechen. Die im Laufe des Lebens stattfindende Schulung des Sehens erfolgt beim Tasten nicht in gleichem Ausmaß.

Prägnanz von Gestalt

Von besonderer Wichtigkeit für die Wissensvermittlung sind die sich aus den Gestaltgesetzen ergebenden Regeln für die Prägnanz von Gebilden. Je prägnanter ein Objekt ist, desto leichter lässt es sich merken, also *einprägen*. Die folgenden Illustrationen (Abbildung 2.8) erläutern die Prägnanz von Gestalt anhand von gezeichneten Figuren und Figurengruppen. Die Regeln der Prägnanz gelten in übertragenem Sinne aber auch für das Hören und die Darstellung abstrakter Zusammenhänge. Zum Beispiel lässt sich ein gesetzmäßig aufgebautes, rhythmisches Lied („Ohrwurm“) leichter merken als eine zufällige Tonfolge, eine physikalische Formel ist umso einprägsamer, je einfacher sie ist¹¹, und ein bedeutungsvolles Gedicht lässt sich leichter behalten als ein belangloses¹².

Folgende Regeln bestimmen die Prägnanz von Gestalt als Folge der unterschiedlichen Wahrnehmung gemäß den Gestaltgesetzen (Metzger 1975, S. 221ff; Wertheimer 1923; Rausch 1966):

- Ein Gebilde ist umso prägnanter, je gesetzmäßiger es aufgebaut ist. – Beispiel a) Die im gleichschenkligen Dreieck angeordneten Punkte sind prägnanter als die unregelmäßig angeordneten Punkte;
- Ein Gebilde ist umso prägnanter, je eigenständiger es ist. – Beispiel b) Das Quadrat ist prägnanter als das daraus

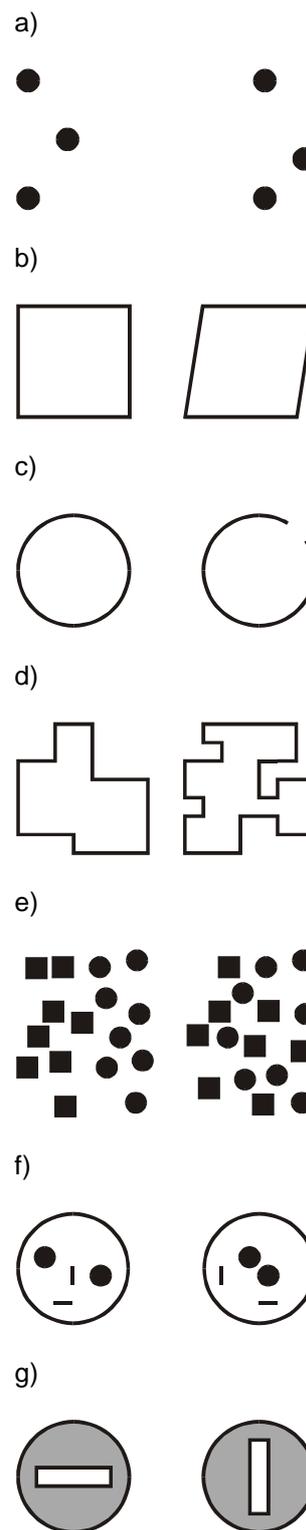


Abbildung 2.8:
Prägnante Gestalt
von Gebilden.

¹¹ Das wohl berühmteste Beispiel ist: $E = m \cdot c^2$

¹² Man vergleiche z.B. Goethes „Der Fischer“ mit Morgensterns „Fisches Nachtgesang“.

- abgeleitete Parallelogramm;
- Ein „heiles“ Gebilde ist prägnanter als ein „gestörtes“. – Beispiel c);
- Ein einfach aufgebautes Gebilde ist prägnanter als ein komplexes . – Beispiel d);
- Ein gegliedertes Gebilde ist prägnanter als ein ungegliedertes. – Beispiel e) Die nach ihrer Form in zwei Bereiche geordneten Figuren ergeben eine prägnantere Gruppe als die ungeordneten Figuren;
- Ausdrucksträchtige Gebilde sind prägnanter als ausdruckslose. – Beispiel f) Die linke Figur erinnert uns an ein Gesicht und ist deshalb prägnanter als die Gruppe aus Kreis, Punkten und Strichen;
- Ein bedeutungsvolles Gebilde ist prägnanter als ein bedeutungsloses. – Beispiel g) Das „Einfahrt verboten“-Schild ist prägnanter als der Kreis mit Strich.

Erweitern der Dimension

Für die Darstellung von räumlichen Objekten und Bewegungen am (Computer-)Bildschirm werden weitere Untersuchungsergebnisse der Gestaltpsychologie interessant: Das zweidimensionale Tiefensehen und das Wahrnehmen von Bewegungen und Scheinbewegungen. Auch hierfür lassen sich aus den Gestaltgesetzen Regeln herleiten, die allgemein für das menschliche Sehen gelten (Metzger 1975).

Entscheidend für das zweidimensionale Tiefensehen ist demnach:

- perspektivische Darstellung mit Verzerrung und Verkürzung von Objekten;
- Verdeckung und Schichtung von Objekten zur Darstellung von „vorne“ und „hinten“;
- die Größenverhältnisse von Objekten;
- die Farbintensität von Objekten (Objekte „verblassen“ am Horizont);
- die Darstellung der Beleuchtung und des Schattens von Objekten (Licht kommt „natürlich“ von oben).

Bewegungen und Scheinbewegungen werden wie folgt wahrgenommen (Metzger 1975, S. 567ff):

- Objekte bewegen sich vor dem Hintergrund, nicht umgekehrt;
- Die Bewegungsrichtung ist bevorzugt gleich der Erstreckungsrichtung;
- Das Innere von Figuren bewegt sich bevorzugt gegenüber ihrem Äußeren („das Umschließende ruht, das Umschlossene bewegt sich“);
- Kleinere Figuren bewegen sich bevorzugt gegenüber größeren;
- Blassere Figuren bewegen sich bevorzugt gegenüber kräftig dargestellten;
- Sich (in Form, Größe, Struktur) verändernde Figuren bewegen sich bevorzugt gegenüber gleich bleibenden;
- Waagrechte Figuren bewegen sich bevorzugt gegenüber senkrechten;
- Sich „erfahrungsgemäß“ bewegende Objekte bewegen sich bevorzugt (das Fahrrad bewegt sich, das Haus ruht).

2.3.2 Teil und Ganzes

„Ein Ding im Raume sehen heißt, es in seinem Zusammenhang sehen.“ – Arnheim 1977, S. 61

Die Gestaltpsychologie beschreibt die Wahrnehmung von Objekten nicht isoliert, sondern als von der Umgebung der Objekte abhängig. Als wichtig wahrgenommene Beziehungen

zwischen Objekten in einer gemeinsamen Umgebung (Teil-Teil-Beziehung) sowie zwischen Objekten und Umgebung (Teil-Ganzes-Beziehung) gelten (Metzger 1975):

- Bedeutung: Welcher Teil ist wesentlich, welcher unwesentlich (für das Ganze)?;
- Zusammengehörigkeit: Zwei Teile ergänzen sich entweder als Paar oder Gegensatz;
- Schichtung: Welcher Teil trägt, welcher wird getragen?;
- Position: Teile sind Mittelpunkt, Eckpunkt oder Rahmen bezüglich anderer Teile ihrer Umgebung.

Arnheim beschreibt die Beziehungen zwischen Teilen eines Ganzen u.a. am Fassadenaufbau der Kathedrale San Rufino in Assisi (Arnheim 1977, S. 64f; siehe Abbildung 2.9). Die Fassade (das Ganze) gliedert sich zunächst in drei Geschosse als Teile: das Erdgeschoss, das Obergeschoss und den Giebel. Jeder dieser Teile besteht aus weiteren Teilen (drei Türen, drei Fenstern oder drei Winkeln), die ihrerseits unterteilt sind. Wichtig für den Gesamteindruck – die Ästhetik – der Fassade ist nun die Anordnung der Teile und ihr Bezug zum Ganzen. Hier finden sich die oben genannten Teil-Teil- und Teil-Ganzes-Beziehungen wieder, angefangen bei der Symmetrie der Fassade, der Schichtung in tragende und getragene Teile, über markante Einzelpunkte (z.B. die Spitze des Giebels) und Rahmen (z.B. um Fenster und Türen) hin zu Paaren (Fenster-Fenster) und Gegensätzen (Fenster-Tür). Arnheim erklärt, dass die Einheit des Ganzen nicht erfasst werden kann, wenn die Ordnung der Teile und die Unterscheidung zwischen Hauptformen und Nebenformen – also die Rolle der Teile – nicht beachtet werden.

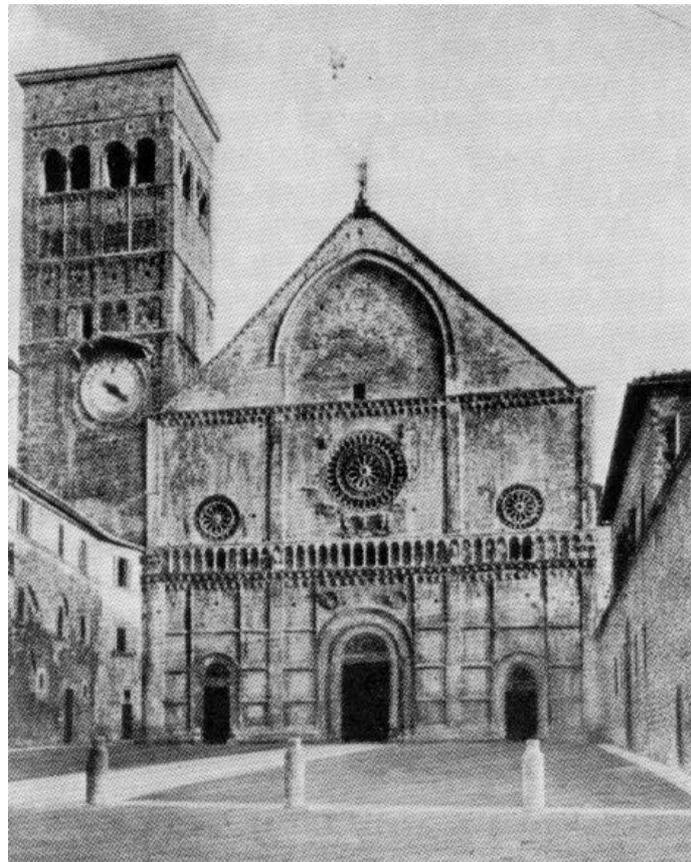


Abbildung 2.9: Die Hauptfassade der Kathedrale San Rufino in Assisi als Beispiel für Beziehungen zwischen Teilen und dem Ganzen (Arnheim 1977, S. 65).

Auch in der Wissensvermittlung ist wichtig, die Lernteile in Bezug zu ihrer Umgebung, dem Lernkontext zu setzen. Aus dieser Erkenntnis folgen z.B. die Betonung der Situiertheit und Authentizität von Lerninhalten im konstruktivistischen Lernbild (siehe „2.2.3 Konstruktivistische Lernprinzipien“), aber ebenso die Prinzipien der didaktischen Reihung, der Erschließung von Lernmaterialien vom Allgemeinen zum Speziellen oder umgekehrt.

2.3.3 Anschauliches Denken

Systeme zur Wissensvermittlung müssen neue Lerninhalte veranschaulichen, also die Wahrnehmung neuen, unbekanntem Lernmaterials erleichtern. Veranschaulichung kann bedeuten, schwierige Zusammenhänge durch Reduktion auf das Wesentliche einfacher verständlich zu

machen, Gemeinsamkeiten und Unterschiede von bzw. zwischen neuen Lerninhalten und Bekanntem hervorzuheben oder durch die Analyse und Synthese von bereits Gelerntem weiterführende Erkenntnisse zu kreieren.

All diese Funktionen der Veranschaulichung sind nach Arnheim Funktionen bereits der Wahrnehmung (Arnheim 1977, S. 24). Gemäß den Gestaltgesetzen werden bevorzugt Strukturen und nicht Einzelheiten wahrgenommen, Figuren werden nach Gemeinsamkeiten und Unterschieden identifiziert und neue Figuren folgen aus den Beziehungen zwischen Teilen eines Ganzen. Anschauliches Sehen ist somit abstraktes Sehen und geht anschaulichem Denken unmittelbar voraus. Von Teilbildern wird auf übergeordnete Konzepte und Muster geschlossen, wenn z.B. – zumindest von Erwachsenen – (siehe Arnheim 1977, S. 88ff):

- ein Kopf hinter einer Mauer als Mensch gesehen wird, auch wenn der restliche Körper nicht sichtbar ist;
- ein Ball mit Vorder- und Rückseite gesehen wird, indem die nicht sichtbare Rückseite unbewusst ergänzt wird;
- der durch einen kurzen Tunnel fahrende Zug in ununterbrochener Bewegung erscheint.

In der Literatur zeigt sich anschauliches Denken bei der Verwendung von Metaphern als Stilmittel. Arnheim nennt als Beispiel für verständliche, weil anschauliche Wortwahl:

„Ich ‚erfasse‘ den ‚Faden‘ seiner Beweisführung, aber wenn sein ‚Niveau‘ mir ‚zu hoch‘ ist, so ‚entzieht‘ sich ihm meine Aufmerksamkeit, und ich ‚verliere Kontakt‘ mit seinem ‚Gedankengang‘, so daß, wenn er schließlich ‚zu dem kommt‘, worum ‚es geht‘[,] unsre ‚Ansichten‘ ‚weit auseinander‘ ‚gehen‘ und die ‚Dinge‘, die er sagt, mir ‚viel‘ zu willkürlich ‚erscheinen‘ und mir wie ein ‚Haufen‘ Unsinn ‚vorkommen‘.“ – Benjamin Lee Whorf 1956¹³

In der Mathematik lässt sich Verständnis z.B. von Rechengesetzen durch Veranschaulichung mit Hilfe der Gestaltgesetze fördern, indem z.B. mehrere Teile zu einem Ganzen verschmelzen (siehe Abbildung 2.10).

2.3.4 Gestaltpsychologie und Wissensvermittlung

Einschränkungen der Wahrnehmungsmöglichkeiten, z.B. Beleuchtung mit extrem gleichförmigem Licht oder Beschallung mit stetem Summen, haben direkte Auswirkungen auf das Denkvermögen. Auch stehen Wahrnehmungsstörungen bei der Entwicklung von

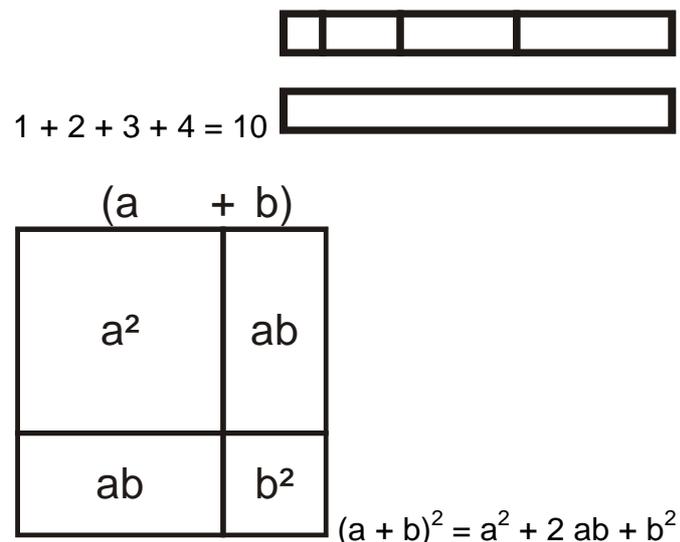


Abbildung 2.10: Die Veranschaulichung von Rechenregeln mit Hilfe der Gestaltgesetze (Teile und Ganzes; Arnheim 1977, S. 209ff).

¹³ Benjamin Lee Whorf: Language, thought, and reality. Cambridge, USA: M.I.T. Press, 1956; zitiert nach Arnheim 1977

Kindern oft in Zusammenhang mit Schwierigkeiten beim Erlernen abstrakter Fähigkeiten wie Schreiben und Rechnen. So helfen gestaltpsychologische Gesetze der Wahrnehmung, die kognitive Verarbeitung von Informationen während des Lernens zu unterstützen. Ziel der Gestaltung von Lernmitteln muss sein, dass der Lerninhalt – also das Wesentliche der Information – prägnant dargestellt wird und „auf einen Blick“ erfasst werden kann.

Die Ergänzung von Wahrnehmungen durch die Wahrnehmung selbst ist unabdingbare Voraussetzung für die Verständlichkeit von Bildern. Ein Beispiel für die klare und prägnante Präsentation von Information sind Piktogramme, die – wenn möglich für breite Bevölkerungsschichten ohne spezielles Vorwissen und unabhängig von kulturellen Einflüssen – einen abstrakten Sachverhalt (z.B. die Warnung vor einer Gefahr) begreiflich machen. Dabei soll die Botschaft von Bildern, Symbolen und Zeichen ohne große Denkarbeit möglichst intuitiv erfahrbar sein. Die fortschreitende Abstraktion dieser drei Arten von Abbildern zeigt sich an folgenden Beispielen:

- Bilder sind ikonische Abbilder mit visuellem Realitätsbezug, z.B. „Δ“ als Bild eines Berges und „+“ als Bild eines Fensterkreuzes;
- Symbole sind schematische Abbilder mit vereinbartem, willkürlichem Realitätsbezug, z.B. „Δ“ als Symbol für Hierarchie und „+“ als Symbol für Kirche;
- Zeichen sind indexalische Abbilder mit vereinbarter Bedeutung ohne direkten Realitätsbezug, z.B. „Δ“ als Zeichen für Gefahr und „+“ als Zeichen für Addition.

Aus den Gestaltgesetzen ergeben sich Möglichkeiten zur Gruppierung und Ordnung von Information. Auch Beziehungen zwischen Lernteilen innerhalb eines gemeinsamen Lernkontexts lassen sich unter Berücksichtigung der Gestaltgesetze darstellen. So nennt z.B. Stary 1997 die Gestalt-Merkmale Rhythmus, Dynamik und Reihung als Kompositionsregeln für die Veranschaulichung von Information (Stary 1997, S. 58). Auch Sprache beruht auf Rhythmus, Dynamik und Gruppierung; ebenso besteht Musik aus Rhythmus, Melodie und Harmonie. Sowohl Bilder als auch geschriebene und gesprochene Texte werden nicht auf einmal und auch nicht in gleichmäßiger Geschwindigkeit sondern im Wechsel von Bewegung (Sakkade) und Ruhe (Fixation) *abgetastet*. Die Abfolge von Sakkade und Fixation hängt dabei von individuellen Eigenschaften der Wahrnehmenden (Vorwissen, Übung) und von Eigenschaften des wahrgenommenen Objekts (Schwierigkeit, Gestaltung) ab. Dessen Layout, bzw. Komposition bestimmen also die Reihenfolge der Aufnahme von Informationen, bei Lernmaterialien also auch den Lernvorgang.

Die Anwendung der Gestaltgesetze kann helfen, Informationen auf Bildschirmoberflächen sinnvoll zu gruppieren (siehe z.B. Glaser 1994, S. 28ff). Nur etwa fünf bis sieben gleichwertige Elemente können auf dem Bildschirm gleichzeitig erfasst und ohne Training behalten werden. Eine weitere Anhäufung von Elementen wird als Überfrachtung des Bildschirms empfunden. Sowohl Lerninhalte als auch Navigationselemente können strukturiert werden, indem Details z.B. durch Vergrößerung, besondere Kontraste, farbige Gestaltung, Rahmung oder Animation hervorgehoben werden.

3 Der Einsatz neuer Medien für die Wissensvermittlung

Es gibt nichts Gutes, außer: Man tut es.

Erich Kästner

3.1 Klassifizierung multimedialer Lernsysteme

Multimediale Lernsysteme lassen sich nach zahlreichen Kriterien klassifizieren, z.B. nach Lehrstrategie, Lerninhalten und Lernebenen (Baumgartner/Payr 1992). Die im Folgenden beschriebenen Klassifizierungsmöglichkeiten nach Lernparadigma, Interaktionspotenzial, Programmstruktur und Möglichkeiten des Informationsaustauschs bieten Ansätze zum Vergleich und zur Bewertung multimedialer Lernsysteme im weiteren Verlauf der Arbeit.

3.1.1 Lernparadigma

Behaviourismus

Zu Zeiten der Anfänge der Verwendung von Computern zur Unterstützung der Wissensvermittlung ab etwa 1960 war das vorherrschende Lernmodell das des Behaviourismus (Petersen 1996, S. 37ff). Gemäß Skinner 1971 (vgl. auch Skinner/Correll 1967; Eraut 1989b und zur programmtechnischen Umsetzung Tosti/Ball 1969) lässt sich die Aufnahme von Wissen durch die Lernenden wirkungsvoll erreichen, indem der Lernstoff in kleine Einheiten und Lernschritte zerlegt wird, die für sich gesehen verständlich sind, sich aufeinander folgend ergänzen und den Lernstoff vollständig umfassen. Nach der Darstellung jeder kleinen Lerneinheit (stimulus) folgt eine (einfache) Abfrage über deren Inhalt (response). Es wird davon ausgegangen, dass die Fragen in der Regel richtig beantwortet werden, so dass die sofortige positive Rückmeldung zu einem Erfolgserlebnis führt und die Speicherung des soeben Gelernten verstärkt.

Die Umsetzung in Lernsoftware erfolgt als programmierte Instruktion in "Drill & Practice"-Übungsprogrammen. Die Lerneinheiten werden in fester Folge am Bildschirm gezeigt, die Antworten der Lernenden auf die einfachen Abfragen erfolgen über Tastatur und Maus, die Programminhalte und der Programmablauf sind im Wesentlichen fest vorgegeben und können von den Lernenden nicht geändert werden. Dies führt – entgegen den Annahmen des Behaviourismus – schnell zu einer Frustration der Lernenden, so dass den hohen Erwartungen an den Einsatz solcher Software schnell die Ernüchterung folgte und eine dauerhafte Verbreitung z.B. an Schulen nicht stattfand. Nur in Teilbereichen multimedialer Lernsysteme – z.B. zum Vermitteln eng umgrenzten Faktenwissens oder zur Prüfungsvorbereitung anhand virtueller Karteikarten – werden weiterhin behaviouristische Lernprinzipien verfolgt. Generell ist umstritten, ob programmierte Lehrtexte überhaupt einen Vorteil gegenüber gut verständlichen Normaltexten haben (Langer et al. 1993, S. 152ff).

Insbesondere zur Vermittlung komplexer Themen und zum Aufbau von Kompetenz- und Handlungswissen ist die Vorgehensweise im behaviouristischen Lernmodell ungeeignet – reine Drill & Practice-Programme spielen somit im Bereich Niedrigenergie- und Solararchitektur keine Rolle. Eine genauere Darstellung des behaviouristischen Lernmodells unterbleibt deshalb in dieser Arbeit.

Kognitivismus

Kognitivistische Lernsysteme legen besonderen Wert auf den Aspekt der (gesteuerten) Aufnahme von Lerninhalten durch die Lernenden als Teil des Lernens. Sie sind in diesem Sinne objektivistisch (vom *Lernobjekt* ausgehend) im Gegensatz zu konstruktivistischen Lernsystemen, die die Verarbeitung der Lerninhalte, den *Lernprozess* im Mittelpunkt sehen (Duffy/Jonassen 1992b). Wichtig ist im kognitivistischen Lernmodell vor allem die Aufbereitung des Lernmaterials gemäß individuellen kognitiven Fähigkeiten der Lernenden. So kann z.B. die Abstraktheit der Lerninhalte an die Kenntnisse und Erfahrungen der Lernenden angepasst werden; die Verwendung mehrerer Medien soll aufeinander abgestimmt werden, um gute Lern- und Behaltensleistungen der Lernenden zu ermöglichen (Klimsa 1997, S. 11ff; Weidenmann 1997a, S. 67ff).

Dabei findet Lernen nicht nur durch das Ergänzen vorhandenen Wissens mit neuem Wissen statt, sondern vor allem durch die Konfrontation des Bisherigen mit Unbekanntem und die Auflösung dabei entstehender Konflikte und Widersprüche. Lernen bedeutet also, Wissen zu erweitern, zu ergänzen und zu ändern. Nach Piaget 1976 finden diese Prozesse als fortgesetzte „Äquilibration“ im Wechsel von gestörten und wiederhergestellten Wissensstrukturen statt (siehe auch Garcia 1992, pp. 30ff; Case 1992, pp. 66ff).

Durch die Aufbereitung des Lernstoffs in kleinen Einheiten und die Vorgabe von Lernwegen sollen die Lernenden in der Organisation des Lernens entlastet werden. Neben dem Konzept der Cognitive Maps – der Speicherung von Wissen als Aufbau eines Netzwerks kleiner „Wissens-Einheiten“ im Gehirn (siehe „2.2.2 Cognitive Maps und Mehrspeichermodell des Gedächtnisses“) – spielen daher Guided Tours eine bedeutende Rolle in kognitivistischen Lernsystemen: Vorgefertigte Lernpfade sequenzieren die Lerninhalte nach den Prinzipien des induktiven und deduktiven Lernens und erleichtern dadurch die Aufnahme neuen Wissens in vorhandene Wissensstrukturen. Gleichzeitig verlieren die Lernumgebungen dadurch an Anwendungsbezug (Authentizität) und Möglichkeiten zum selbstgesteuerten, entdeckenden Lernen.

Konstruktivismus

Für konstruktivistische Lernsysteme ist wesentlich, dass die Lernenden eine weitgehende Kontrolle über den Lernprozess besitzen. Neben der *Selbstbestimmung* des Lernens (die Lernenden entscheiden eigenverantwortlich, *was* sie lernen wollen) und der *Selbstorganisation* des Lernens (die Lernenden entscheiden, *wie* sie lernen wollen) ist auf der Ebene der Lernsoftware die *Selbststeuerung* des Lernens anzustreben. Folgende Steuerungsmöglichkeiten lassen sich mit Lernsoftware verwirklichen (Gerdes 1997a, S. 54):

- Sequenzierung der Lerneinheiten: die Lernenden können die Reihenfolge der Bearbeitung von Kapiteln selbst bestimmen;
- Sequenzierung der Lernaktivitäten: die Lernenden können frei wählen z.B. zwischen Lesen von Text, Bearbeiten von Übungen oder Betrachten von Demos;
- Selbststeuerung der Zeit des Lernens: Zeitpunkt, Zeitdauer und Geschwindigkeit des Lernens bleiben den Lernenden überlassen;
- Wahl des Schwierigkeitsgrads: verschiedene Stufen stehen den Lernenden zur Auswahl;
- Wahl des Interaktionsgrads: die Lernenden können zwischen aktivem Eingreifen und Steuern und passivem Aufnehmen die Intensität ihrer Mitwirkung bestimmen.

Weitgehende Kontrollmöglichkeiten bedeuten aber auch einen zusätzlichen Anspruch an die Lernenden, also eine zusätzliche Belastung („Cognitive Overhead“), die den Erfolg des

Lernens beeinträchtigen kann (Gerdes 1997a, S. 54). Deshalb werden in vielen Programmen Teile der Steuerung vom Programm übernommen, z.B. die Auswahl von Übungsaufgaben anhand der automatischen Diagnose des Vorwissens und des Lernfortschritts. Dies steht nicht im Widerspruch zu konstruktivistischen Lernprinzipien – die ja auch eine Gestaltung der Lernumgebung vorsehen (siehe z.B. Reinmann-Rothmeier/Mandl 1996) –, solange der Grundsatz der Selbststeuerung des Lernens durch die Lernenden gewahrt bleibt.

Konstruktivistische Lernmodelle fordern weiter (siehe „2.2.3 Konstruktivistische Lernprinzipien“) die Kooperation der Lernenden beim Lernen und die authentische Gestaltung von Lernumgebungen zur situierten Repräsentation multipler und sozialer Kontexte. Multimediale Lernsysteme neuerer Zeit integrieren zunehmend Anwendungen elektronischer Kommunikation in Netzwerken (z.B. elektronische Notizbretter, Mailing-Listen, Newsgroups und Chat), so dass eine Kooperation der Lernenden möglich ist. Goal-Based Scenarios stellen die Lernenden vor komplexe Aufgaben in realitätsnah gestalteten Programmumgebungen. Ähnlich wie in Adventure-Spielen müssen sowohl Fakten als auch Methoden erlernt werden, um Aufgaben zu lösen und ein Lernziel zu erreichen (Schank et al. 1994). Aufgrund des reichhaltigen Informationsangebots, das zur Aufgabenbearbeitung genutzt werden kann und evtl. vorhandener Tutoren und Assistenten sehen die Autoren in Goal-Based Scenarios Ansätze der konstruktivistischen Lernmodelle Cognitive Apprenticeship und Anchored Instruction verwirklicht. Als Beispiel für ein Lernsystem als Goal-Based Scenario nennen Schank et al. 1994 unter anderem *SimCity*: In diesem Spiel muss eine virtuelle Stadt erbaut, versorgt und verwaltet werden, was Kenntnisse über Lebensmittel, Sozialstrukturen und politische Systeme erfordert und den Einsatz von Methoden zur Stadtplanung und -verwaltung verlangt.

Über die Selbststeuerung einzelner Lernsysteme hinausgehend formulieren Klein et al. 1999 Anforderungen an selbstbestimmtes und selbstorganisiertes Lernen: Die Lernenden sollen eigenverantwortlich Lernziele auswählen, Lerngegenstände und -materialien organisieren und Ablauf und Organisation von Lernphasen (Selbstlernen, Vorlesung, Gruppenlernen) und Lernorten (zu Hause, am Arbeitsplatz, im Seminar) übernehmen (Klein et al. 1999, S. 3).

3.1.2 Interaktionspotenzial

Interaktivität ist ein wichtiges Merkmal neuer Medien insbesondere zu ihrer Unterscheidung von klassischen elektronischen Medien (siehe „1.1.1 Definition neuer Medien“). Schulmeister 1997 nennt zahlreiche Klassifizierungsmöglichkeiten für Interaktion. Allgemein verbreitet ist die Einteilung der Interaktionsfähigkeit von Lernsystemen in die vier Dimensionen Reaktion, Navigation, Adaption und Kommunikation. Der Bereich *Reaktion* beschreibt dabei direkte Handlungen des Systems in Folge von Eingaben der Lernenden. Als *Navigation* werden die Möglichkeiten der Lernenden bezeichnet, Inhalte des Lernsystems gezielt anzusteuern. *Adaption* beschreibt, inwiefern ein System sich an verschiedene Anforderungen und Ziele der Lernenden anpassen lässt (Adaptierbarkeit) oder anzupassen vermag (Adaptivität). *Kommunikation* umfasst die Möglichkeiten der Lernenden, mit anderen Lernenden oder mit Lehrenden Informationen auszutauschen.¹

¹ Dabei gilt grundsätzlich: „Man kann nicht *nicht* kommunizieren.“ nach Watzlawick et al. 1990. Gemeint ist in der weiteren Betrachtung die *bewusste* Kommunikation der Lernenden zum Informationsaustausch.

Die Interaktionsfähigkeit eines Lernsystems wirkt sich auf die Lernmotivation der Lernenden aus: Gesteigerte Möglichkeiten schaffen gesteigertes Interesse und Neugier bei den Lernenden. Die Lernenden nutzen die Möglichkeiten zur Exploration, zum entdeckenden Lernen. Eine Kategorisierung verschiedener Programmtypen gemäß zunehmendem Interaktionspotenzial führt nach Euler 1992; Schulmeister 1997 und Thomé 1989 (vergleiche auch Bodendorf 1990, S. 47ff, 109ff; Midoro et al. 1991) zu folgender Reihe² (siehe auch Abbildung 3.1):

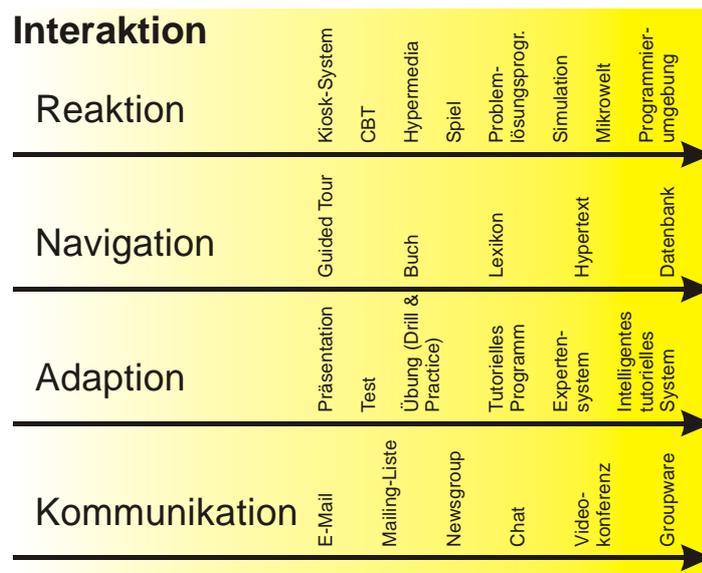


Abbildung 3.1: Vier Dimensionen der Interaktion.

Präsentationen (multimediale Dia-Shows oder Filme)

Die Lernenden haben keinen oder nur wenig Einfluss auf den Ablauf der Präsentation. Unter Umständen können sie die Dauer der Darstellung einzelner Inhalte selbst bestimmen oder Präsentationen an bestimmten Stellen anhalten und zurück spulen. Die lineare Folge der Inhalte oder die Inhalte selbst sind von den Lernenden nicht veränderbar. Eine Kommunikation der Lernenden untereinander oder mit den Lehrenden wird nicht gefördert.

Übungsprogramme (Drill & Practice)

Die Lernenden haben keinen oder wenig Einfluss auf den Ablauf des Programms. Sie beantworten streng definierte, faktenorientierte Fragen zu klar untergliederten Lerninhalten. Das Programm reagiert auf die Beantwortung von Fragen mit Hinweisen zur Richtigkeit der Lösung und evtl. mit Tipps zum weiteren Lernen. Das Programm passt sich evtl. an den Lernfortschritt der Lernenden an, indem es neue Lerninhalte präsentiert und die Auswahl und den Ablauf der Fragen verändert. Eine Kommunikation der Lernenden untereinander oder mit den Lehrenden wird nicht gefördert.

Guided Tours

Die Lernenden folgen einem vom Programm festgelegten Weg durch den Lernstoff, haben aber meist die Möglichkeit, kleinere Exkursionen zu verwandten Themen oder zur Vertiefung des Lernstoffs durchzuführen. Die Verweilzeit bei bestimmten Lerninhalten wird von den Lernenden bestimmt, die Reihenfolge der Lerninhalte vom Programm. Zur Rekapitulation des Gelernten sind meist einfache Fragen in die Guided Tours integriert, deren Beantwortung aber keine Auswirkung auf den Fortgang des Programms hat. Die Programmstruktur ist fest. Je nach Lerninteresse und Lernfortschritt können die Lernenden aber einzelne Programmteile überspringen. Eine Kommunikation der Lernenden untereinander oder mit den Lehrenden wird nicht gefördert.

² In der Praxis sind selbstverständlich Mischformen möglich und verbreitet.

Kiosk-Systeme

Die Lernenden wählen aus einer hierarchischen Struktur (mit wenigen Ebenen) Lerninhalte, die sie interessieren. Die Navigation innerhalb der Lernumgebung ist entweder nur entlang der hierarchischen Verknüpfungen oder an bestimmten Stellen auch quer durch die Themen möglich. Sowohl die Reihenfolge als auch die Dauer des Lernens einzelner Inhalte wird von den Lernenden selbst bestimmt. Die Beantwortung einfacher Fragen unterstützt die Rekapitulation des Gelernten und hat evtl. Einfluss auf den Fortgang des Programms, z.B. beim Erstellen eines Vorschlags an die Lernenden für den nächsten Lerninhalt. Die Programmstruktur ist aber fest. Eine Kommunikation der Lernenden untereinander oder mit den Lehrenden wird nicht gefördert.

Courseware / Computer-Based Training

Courseware, oft auch als Computer-Based Training (CBT) bezeichnet³, gliedert ein umfangreiches Lernthema (entsprechend z.B. dem Vorlesungsstoff eines Semesters oder dem Inhalt eines Seminars) in einer hierarchischen Struktur. Zwar ist die sequenzielle Bearbeitung der Lerninhalte (von vorne nach hinten) als Normalfall vorgesehen, die Lernenden können aber beliebig auf Inhalte zugreifen. Diese sind im Allgemeinen thematisch verknüpft (verlinkt), so dass die Navigation quer zur hierarchischen Struktur möglich ist.

Das Programm beinhaltet Fragen und Übungen zur Überprüfung des Lernstands. Es reagiert auf die Beantwortung der Aufgaben mit Hinweisen zur Lösung und Tipps zum weiteren Lernen. Einfache, steuerbare Animationen und Simulationswerkzeuge erhöhen das Interaktionspotenzial von Courseware-Programmen.

Üblicherweise wird der Lernstand beim Verlassen des Programms gespeichert, so dass die Lernenden beim nächsten Programmstart an das bereits Gelernte anknüpfen und weiter lernen können. Die Lernenden können im Programm unter Umständen eigene Notizen anlegen, die dann für später gespeichert werden.

Sofern das Lernprogramm in eine größere (Lern-) Organisation eingebunden ist (Schule, Hochschule oder Firma), wird meist eine Möglichkeit der Kommunikation der Lernenden untereinander oder mit den Lehrenden durch das Programm unterstützt. Dies kann z.B. durch Angabe einer E-Mail-Adresse erfolgen, unter der ein Tutor als menschlicher Ansprechpartner erreichbar ist, als Mailing-Liste oder Newsgroup zur ergänzenden Diskussion oder als abgegrenzter Bereich im Intranet, in dem Übungsmaterial und -aufgaben bereitgestellt werden.

Hypertext/Hypermedia-Systeme

Hypertext- und Hypermedia-Lernsysteme fassen Lerninhalte in Netzwerken zusammen. Eine hierarchische Gliederung kann, muss aber nicht vorhanden sein. Zahlreiche Verknüpfungen ermöglichen den Lernenden eine freie Navigation im Lernstoff gemäß ihren Interessen. „Zurück“- und „Vor“-Funktionen erlauben das Entlanghangeln am roten Faden des

³ Zahlreiche Begriffe wie CUU – Computerunterstützter Unterricht oder CAL/CAT – Computer Assisted Learning / Computer Assisted Teaching beschreiben vorrangig *Lernformen*, während CBT – Computer-Based Training eher Programme einer bestimmten *Struktur* kennzeichnet. Viele ähnliche Begriffe sind schwammig und werden unterschiedlich verwendet und interpretiert, so dass sie zur Klassifizierung multimedialer Lernsysteme nicht taugen.

persönlichen Lernwegs. Besonders hilfreich sind Überblicksdarstellungen und Suchfunktionen, die eine Orientierung im Lernstoff vereinfachen.

Hypertext/Hypermedia-Systeme beinhalten üblicherweise keine Übungs- oder Frageelemente. Zum Teil wird der Lernfortschritt der Lernenden anhand der gewählten Lerninhalte beurteilt. Das Programm kann dann weitere Inhalte vorschlagen, um auf die individuellen Lernbedürfnisse der Lernenden zu reagieren. Einfache steuerbare Animationen erhöhen das Interaktionspotenzial von Hypertext/Hypermedia-Systemen.

Manche Lernsysteme lassen sich durch die Lernenden anpassen, indem eigene Inhalte ergänzt oder vorhandene Inhalte verschoben, also umstrukturiert werden. Ein herausragendes Beispiel für die Adaptierbarkeit eines Hypertext-Systems ist die Software Brain⁴, mit der Informationen als Netzwerke (Informationsknoten und Verknüpfungen derselben) erstellt und verwaltet werden – z.B. als virtueller Karteikasten zur Prüfungsvorbereitung.

Die Mutter aller Hypertext- und Hypermedia-Systeme ist das World Wide Web. So erklärt sich, dass Hypertext/Hypermedia-Lernsysteme fast durchgängig Verknüpfungen zum WWW integrieren (z.B. als Hinweis auf weitere Informationen oder Ansprechpartner) und somit auch die vielfältigen Kommunikationsmöglichkeiten des Internet in das Lernsystem einbeziehen.

Tutorielle Programme

Tutorielle Programme zeichnen sich durch besondere Fähigkeiten der Reaktion und Adaption aus. Als maschineller Tutor wählt das Lernsystem Lerninhalte und Aufgaben gemäß den Bedürfnissen der Lernenden aus, stellt auf Anfrage zusätzliche, den Lernstoff erweiternde, Informationen bereit und unterstützt den Lernprozess durch gelegentliche Hilfestellungen und Anweisungen zur Lernstrukturierung. Das Programm benötigt Modelle, um den Lernstand zu erfassen, geeignete Lernmethoden auszuwählen und möglichst individuell auf Lernprobleme einzugehen. Da bei der Entwicklung eines Lernsystems nicht alle Lernsituationen vorhergesehen werden können, ist das Kernproblem tutorieller Programme, flexibel auf unvorhergesehene Ereignisse zu reagieren und den Programmablauf anzupassen.

Hinsichtlich ihrer Navigations- und Kommunikationsfähigkeit haben tutorielle Programme keine besonderen Eigenschaften. Das Spektrum reicht von eher linear strukturierten Instruktionssystemen ohne Kommunikationsmöglichkeit bis hin zu explorativen Lernumgebungen mit weitgehend freier Navigation und Unterstützung von Gruppenarbeit.

Problemlösungsprogramme

Problemlösungsprogramme stellen den Lernenden eine konkrete Aufgabe, die mit Hilfe eines reichhaltigen Informationsangebots und evtl. tutorieller Unterstützung gelöst werden soll. Innerhalb der Problemlösungsumgebung können die Lernenden unbeeinflusst vom Programm frei navigieren, wobei einzelne Programmteile vielleicht erst durch den Erwerb bestimmter Fertigkeiten und Fähigkeiten zugänglich werden.

Das Programm reagiert auf die Eingaben der Lernenden, indem virtuelle Aktionen ausgeführt werden. Je besser das Lernsystem ist, desto umfangreicher sind die Reaktionsmöglichkeiten

⁴ PersonalBrain™, WebBrain™ etc. sind urheberrechtlich geschützte Produkte der Firma TheBrain Technologies, Inc. (siehe <http://www.thebrain.com/>).

des Programms auf Eingaben der Lernenden. Die Reaktionen folgen Handlungsmodellen, die in der Problemlösungsumgebung definiert sind und meist nicht von den Lernenden verändert werden können. Problemlösungsprogramme lassen sich insoweit nicht dem Lernfortschritt anpassen, als erfahrene Lernende die gleichen Problemlösungsschritte durchlaufen müssen wie beginnende Lernende. Auch der Lernstoff ist meist nicht veränderbar (z.B. durch Hinzufügen von Informationen), allenfalls lassen sich im Laufe des Lernens Notizen im Programm für die spätere Problemlösung anlegen.

Je nach Auslegung des Programms wird die Kommunikation der Lernenden untereinander oder mit den Lehrenden zur Diskussion des Problems oder zur Hilfestellung bis hin zur Gruppenarbeit unterstützt.

Simulationsprogramme

Simulationsprogramme haben ein großes Interaktionspotenzial im Bereich der Reaktion und Adaption. Lernende können umfangreiche Systeme in ihren Eigenschaften und Randbedingungen definieren und Eingabegrößen verändern. Das Simulationsprogramm berechnet dann – möglichst in Echtzeit – das Systemverhalten und charakteristische Ausgabegrößen. Im Bereich der Niedrigenergie- und Solararchitektur sind Gebäudesimulationen wichtige Hilfsmittel zum Erlernen bauphysikalischer Zusammenhänge. Die Gebäudeeigenschaften sind gegeben durch z.B. Gebäudeform, Konstruktion und verwendete Materialien, Randbedingungen sind z.B. die Lage und Umgebung des Gebäudes. Wetterdaten und Nutzungsanforderungen sind typische Eingabegrößen. Simulationsprogramme berechnen dann möglicherweise Wärmeflüsse im Gebäude und stellen als Ausgabegrößen Raumlufttemperaturen zur Verfügung. Zum Teil müssen bei Simulationen auch unvorhergesehene – vom Lernsystem ausgewählte – Ereignisse einbezogen werden. Ein Beispiel wäre der Ausfall der (virtuellen) Bordelektronik im Flugsimulator zum Trainieren des Fliegens nach Sicht.

Nicht nur unbelebte Objekte lassen sich simulieren, sondern auch das Verhalten von Personen, z.B. bei der Simulation von Verkehrsströmen oder beim Bewerbungstraining am Computer. Je nach Komplexität der Simulationsumgebung können auch Meta-Systeme, sogenannte Mikrowelten, von den Lernenden untersucht werden. Hier werden Wechselwirkungen zwischen mehreren Systemen beobachtet. Wie bei tutoriellen Programmen liegt bei der Entwicklung von Simulationen die Hauptaufgabe im Erstellen geeigneter Modelle, die flexibel und plausibel auf Eingaben der Lernenden reagieren.

Komplexe Simulationsumgebungen unterstützen oft auch die Kommunikation und Zusammenarbeit von Lernenden durch Gruppenarbeit. In Mikrowelten können z.B. einzelne Systemteile von verschiedenen Lernenden bedient werden, die dann auf die Entwicklung des Systems und auf Aktionen der Mit-Lernenden hin handeln müssen.

Expertensysteme / Intelligente tutorielle Systeme

Expertensysteme und intelligente tutorielle Systeme als Lernsysteme verfeinern Problemlösungsprogramme und tutorielle Programme durch verbesserte Möglichkeiten der Navigation, Reaktion und Adaption. Während das Informationsangebot der bisher vorgestellten Lernsysteme meist auf die zu vermittelnden Lerninhalte beschränkt ist, ermöglichen Expertensysteme die freie und detaillierte Suche in über die Lerninhalte hinausgehenden, umfangreichen Datenbanken zur Lösung von Problemen. Damit verbunden ist eine hypertextähnliche Navigation, um Verbindungen zwischen den Inhalten der Datenbanken folgen zu können.

Expertensysteme beantworten Fragen der Lernenden mit ausgesuchtem, spezifischem Fachwissen. Dazu ist grundlegend eine umfangreiche Wissensbasis in Form der Datenbanken nötig. Algorithmen analysieren Fragen nach ihrem logischen Bezug zu den Datenbanken und entscheiden, welche Informationen als Antwort in Frage kommen. Eine Erklärungs- und Erläuterungskomponente formuliert die Antwort in einer für den Lernenden verständlichen Weise und gibt zusätzliche Informationen z.B. zu weiterführenden Themen, zur Verlässlichkeit der Antwort oder zu Problemen bei der Verarbeitung der Frage.

Intelligente tutorielle Systeme zeichnen sich zusätzlich zum hohen Grad der Spezifizierung durch ihre Lernfähigkeit aus. Sie sind in der Lage, die Arbeitsweise des Programms und das tutorielle Hilfsangebot an die individuelle Lernweise der Lernenden anzupassen und so gezielter auf Eingaben der Lernenden zu reagieren. Faktenorientiert Lernende erhalten Hinweise auf weitere Informationsquellen, methodenorientiert Lernende erhalten Tipps für das weitere Vorgehen.

Weitere Möglichkeiten der Anpassung von Expertensystemen oder intelligenten tutoriellen Systemen an die Bedürfnisse der Lernenden bestehen im Hinzufügen von Informationen zu den Datenbanken durch die Lernenden und im Einrichten eigener Programmierumgebungen. Während das Ergänzen von Informationen die Wissensbasis des Lernsystems erweitert, erlaubt das Programmieren der Systeme, den Umgang der Lernumgebung mit gespeichertem Wissen zu beeinflussen. So können z.B. eigene Modelle zur Datenbankabfrage oder zum Durchführen von Simulationen erstellt werden.

Um die Informationsfülle und die Kommunikationsmöglichkeiten des Internet zu nutzen, sind viele Expertensysteme und intelligente tutorielle Systeme eng an das World Wide Web angebunden. So können zentrale Wissensbasen im Netz fortlaufend aktualisiert und erweitert werden. Die Problemlösungsfähigkeiten maschineller Systeme können durch Diskussionen menschlicher Fachkräfte (per E-Mail, Mailing-Liste, Newsgroup und Chat) ergänzt und hinterfragt werden. Von diesen Kommunikationsmöglichkeiten profitieren natürlich auch die Lernenden, die sich mit Expertensystemen oder intelligenten tutoriellen Systemen aus- oder weiterbilden (Döring 1997b).

3.1.3 Programmstruktur

Je nach verfolgtem Lernparadigma und angestrebtem Interaktionspotenzial sind zahlreiche Entwicklungsumgebungen für multimediale Lernsysteme erhältlich. Obwohl grundsätzlich unabhängig von den verwendeten Werkzeugen Lernprogramme entstehen können, die sich nach außen – beim Lernen – nicht oder kaum unterscheiden, ist meist an der Programmgestaltung und der verwendeten Metapher zur Umsetzung des Programms erkennbar, mit welcher Software ein Lernsystem entstanden ist. Im Folgenden werden einige grundlegende Metaphern zur Gestaltung von Lernsystemen beschrieben. E.U. Heidt 1989 und Reiser/Gagné 1983 nennen Methoden der Auswahl von Lernmedien zur Verwendung in Lernsystemen (siehe auch „4.3.4 Medienwahl“). Freibichler 1997 und Korhonen/Väliharju 1997 vergleichen Programmierumgebungen für Hypermedia-Lernsysteme nach ihren Einsatzgebieten sowie ihrer Leistungsfähigkeit in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht.

Linearer Aufbau

Multimediale Lernsysteme mit linearer Struktur stehen in der Tradition des Lehrbuchs oder Lehrfilms. Das Lernmaterial ist in einer festen Folge geordnet, je nach Güte des Programms wohlüberlegt in didaktischer Reihung (vom Allgemeinen zum Speziellen oder umgekehrt) und mit wechselnden Elementen zur Motivation, Information und Repetition. Die Lernenden

können die Verweilzeit bei einzelnen Inhalten selbst bestimmen, bevor sie mit einem „Weiter“-Knopf zur nächsten Seite oder zum nächsten Kapitel wechseln.⁵

Flussdiagramm

Lernprogramme mit Flussdiagrammstruktur sind grundsätzlich auch linear aufgebaut. An einigen Entscheidungspunkten stehen mehrere Wege zur Auswahl. Das Programm verzweigt oder es werden Programmteile eingefügt oder übersprungen. Die Auswahl des Lernwegs erfolgt dabei entweder durch die Lernenden selbst oder automatisch durch das Programm, z.B. als Reaktion auf die Beantwortung von Fragen. Flussdiagrammstrukturen sind typisch für Drill & Practice-Programme. Hier werden in kleinen Schritten zunächst Lerninhalte präsentiert, die kurz darauf abgefragt werden. Beim Erreichen eines Zwischenziels (z.B. richtiges Lösen einer Anzahl von Aufgaben) wechselt das Programm selbsttätig zur nächsten Lerneinheit, vergleichbar dem Erreichen des nächsten Levels bei Computerspielen. Bei wiederholter falscher Beantwortung von Fragen werden zusätzliche Lerneinheiten eingeschoben, die den Lernstoff auf einfacherer Stufe wiederholen.⁶

Zeitleiste

An Zeitleisten orientierte Programme sind Flussdiagrammprogrammen in ihrer Struktur sehr ähnlich. Der Ablaufplan ist jedoch nicht an Arbeitsblöcken sondern an Zeitschritten orientiert. Die Zeitleiste koordiniert die Darstellung der Lerninhalte (Bild, Text, Animation, Video, Ton) und die Ausführung von Aktionen wie Abfragen oder Verzweigungen. Die Möglichkeiten zeitleistenorientierter Systeme werden in aktuellen Entwicklungsumgebungen durch Hypertext/Hypermedia-Funktionen und objektorientierte Programmiersprachen ergänzt (Korhonen/Väliharju 1997).⁷

Hypertext/Hypermedia

Charakteristisch für Hypertext/Hypermedia-Systeme ist die Strukturierung der Inhalte in Netzen. Zusätzlich kann eine lineare oder hierarchische Struktur vorhanden sein oder sogar dominieren. Die Metapher der Lernsysteme ist die assoziative Verknüpfung von Wissen im menschlichen Gehirn als Cognitive Map (“The human mind [...] operates by association.” – Vannevar Bush⁸; siehe auch Carlson 1992; Gerdes 1997a; Jonassen/Mandl 1990; Nickels Shirk 1992; Vitouch/Tinchon 1996). Durch die praktisch unbegrenzten Navigationsmöglichkeiten in Hypertext/Hypermedia-Systemen ist es unwahrscheinlich, dass zwei Lernende den gleichen Weg durch das Lernsystem gehen. Dies ist bei der Entwicklung von Programmen zu berücksichtigen, indem alle Lerninhalte in kleinen, für sich verständlichen Einheiten zusammengefasst werden. Unbestimmte Bezüge zu anderen Lerneinheiten (z.B. „Wie bereits gezeigt“ oder „siehe oben“) machen keinen Sinn. Als Programmstruktur der Lernsysteme ergibt sich so von selbst ein System kleiner Wissensblöcke (Knoten), die durch Verweise

⁵ Beispielhaft für linearen Aufbau von Lernsystemen sind mit Microsoft® PowerPoint® erstellte Materialien.

⁶ Beispielhaft für Flussdiagrammstrukturen sind mit Macromedia® Authorware® erstellte Lernsysteme (Korhonen/Väliharju 1997).

⁷ Beispiele für zeitleistenorientierte Systeme sind mit Macromedia® Director® erstellte Programme (Korhonen/Väliharju 1997) oder interaktives Video.

⁸ Vannevar Bush: As We May Think. Atlantic Monthly, 176, 1 (1945), pp. 101...108 und LIFE, 19, 11 (1945), pp. 112...124

(Links) verbunden sind. Bei „intelligenten“ Systemen können je nach Lernstand oder angenommenen Bedürfnissen der Lernenden bestimmte Verweise hervorgehoben werden (zusätzlich zur allgemein üblichen Markierung bereits benutzter Verweise), so dass sich die Programmstruktur im Laufe des Lernens anpasst. Typische Hypertext/Hypermedia-Systeme sind Online-Hilfe-Dateien für Software, multimediale Enzyklopädien und selbstverständlich das World Wide Web. Relationale Datenbanken sind in ihrer Programmstruktur – wenn auch nicht unbedingt in der Bedienung – ebenfalls Hypertext/Hypermedia-Systeme.⁹

Objektorientiert

Objektorientierte Lernsysteme bieten weitreichende Möglichkeiten der Steuerung durch die Lernenden und der Reaktion auf entdeckende Handlungen der Lernenden. Die Programme bestehen aus Elementen zur Präsentation von Inhalten (Textfelder, Bilder, Multimedia-Elemente zum Abspielen von Audio- und Videomaterial) und zur Steuerung (Knöpfe, Auswahlfelder, Hyperlinks etc.). Für jedes Element können Aktionen definiert werden, die bei bestimmten Handlungen der Lernenden (z.B. Anklicken mit der Maus, Tastatureingabe) oder bei bestimmten Abläufen im Programm (Starten oder Beenden eines Programms, Darstellen bestimmter Inhalte) ausgeführt werden. So lassen sich vielfältige Lernumgebungen verwirklichen, in denen z.B. auf Knopfdruck zusätzliche (Text-)Informationen zu Bildern ausklappen, Animationen durch Schieberegler zum Einstellen von Parametern steuerbar sind und Lernende einfache Werkzeuge zum Lösen von Aufgaben einsetzen können. Die meisten Programme des Computer-Based Training (CBT) werden als objektorientierte Lernsysteme mit speziellen Entwicklungsumgebungen¹⁰ erstellt. Hypertext/Hypermedia-Dateien für das WWW lassen sich z.B. mit JavaScript-Programmierung oder XML (Extensible Markup Language) um objektorientierte Funktionen erweitern. Schließlich sind alle modernen Skript- und Programmiersprachen¹¹ objektorientiert und eignen sich damit zum Erstellen objektorientierter Lernsysteme (Korhonen/Väliharju 1997).

Ereignisorientiert

Ereignisorientierte Programme werden vor allem zum Darstellen zeitlichen Verhaltens von Systemen verwendet, z.B. in Simulationen. Beim Eintreten bestimmter Zustände oder Abläufe werden automatisch Folgehandlungen ausgelöst. Bei einer Gebäudesimulation wird dann z.B. in Folge des Absinkens der Außenlufttemperatur unter einen zuvor gesetzten Wert das Anschalten der Heizungsanlage nachgestellt. Als ereignisorientierte Systeme müssen auch alle Formen der direkten oder indirekten Kommunikation von Gruppen über neue Medien gelten, z.B. Mailing-Listen, Newsgroups, Chat und Videokonferenzen. Das Einreichen eines Beitrags führt üblicherweise schnell zu zahlreichen Reaktionen und Folgebeiträgen. Lernumgebungen zur Gruppenarbeit und netzbasierte Spiele sind ebenfalls ereignisorientiert. Beim gemeinschaftlichen Arbeiten über sogenannte Groupware sowie beim Aufenthalt im MUD bzw. MOO¹² müssen alle Beteiligten auf die Aktionen der anderen reagieren.

⁹ Zum Erstellen von Hypertext/Hypermedia-Systemen gibt es eine Reihe an Werkzeugen (Korhonen/Väliharju 1997; McAleese 1989). Hypertexte in HTML (Hypertext Markup Language), z.B. für das WWW, lassen sich grundsätzlich mit jedem Texteditor erstellen.

¹⁰ Z.B. Asymetrix®/click2learn.com® ToolBook®

¹¹ Z.B. Microsoft® VisualBasic®, Borland® Delphi®, C++, Java

¹² MUDs (Multi User Dungeons/Dimensions), bzw. MOOs (MUDs Object Oriented) sind virtuelle Räume im Internet, die für (Rollen-) Spiele oder als Arbeits-, Forschungs- und Lerntreffpunkt verwendet werden.

3.1.4 Informationsaustausch

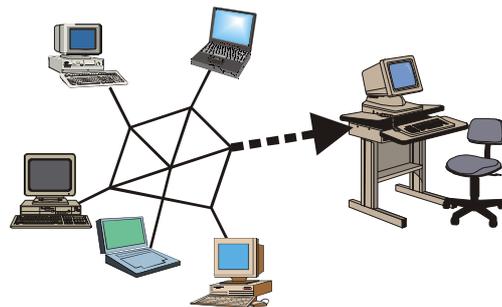
Ein weiterer Ansatz zur Klassifizierung multimedialer Lernsysteme orientiert sich am Informationsaustausch beim Einsatz des Lernsystems. Das betrifft sowohl die Übermittlung des Lernmaterials von den Lehrenden an die Lernenden als auch die Zusammenarbeit der Lernenden und den Austausch zwischen Lernenden und Lehrenden, also zusammengefasst die Distribution des Lernstoffs und die Kommunikation beim Lernen. Bair 1989 charakterisiert die Intensität der Kommunikation dabei anhand der Stufen Information, Koordination, Zusammenarbeit und Kooperation (Bair 1989, pp. 209f). In Anlehnung an Mittrach 1999, S. 19ff lassen sich folgende Klassen von Lernsystemen hinsichtlich ihrer Kommunikationsmöglichkeiten unterscheiden (siehe Abbildung 3.2):

Stand-alone-Anwendung

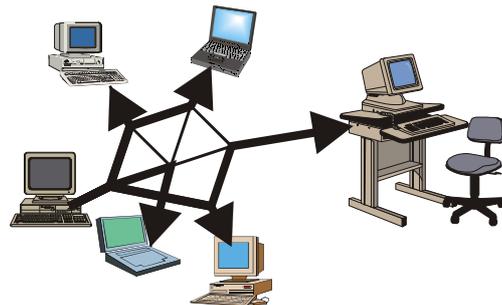
Netzwerkunabhängige Lernsysteme, die keine Kommunikation der Lernenden untereinander oder zwischen Lernenden und Lehrenden vorsehen, werden als Stand-alone-Anwendungen bezeichnet. Die Lernenden erhalten das Lernmaterial z.B. per CD-ROM oder zum Laden aus dem WWW¹³. Anschließend arbeiten sie selbstständig und alleine, ein weiterer Informationsaustausch findet nicht statt.

Asynchrone oder synchrone Punkt-zu-Mehrpunkt-Kommunikation

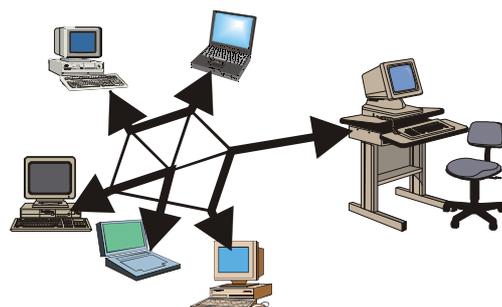
Punkt-zu-Mehrpunkt-Kommunikation bezeichnet den Informationsfluss von einer Quelle zu einer Reihe von Empfängern, z.B. beim Fernsehen oder bei der überwiegenden Mehrheit der Präsentationen im WWW. Synchrone Punkt-zu-Mehrpunkt-Kommunikation verlangt dabei den gleichzeitigen Empfang durch alle



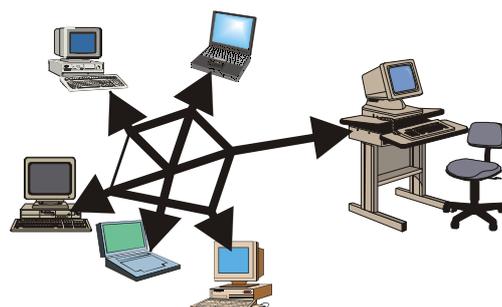
Stand-Alone-Anwendung (Einzelplatzsystem mit gelegentlicher Datenübertragung)



Punkt-zu-Mehrpunkt-Kommunikation (Unidirektionales vernetztes System)



Punkt-zu-Punkt-Kommunikation (Kooperatives vernetztes System)



Mehrpunkt-zu-Mehrpunkt-Kommunikation (Kooperatives vernetztes System)

Abbildung 3.2: Stand-Alone-Anwendung, Punkt-zu-Mehrpunkt-Kommunikation, Punkt-zu-Punkt-Kommunikation und Mehrpunkt-zu-Mehrpunkt-Kommunikation.

¹³ Nach dem einmaligen Laden aus dem WWW läuft die Stand-alone-Anwendung aber unabhängig vom Netz am Arbeitsplatz der Lernenden.

Empfänger (Fernsehen), asynchrone Punkt-zu-Mehrpunkt-Kommunikation erlaubt den zeitlich versetzten Abruf der Information durch die Empfänger (WWW). Als entsprechendes multimediales Lernsystem ist z.B. die Übertragung einer Vorlesung im Internet oder der Abruf von fortlaufend aktualisierten Lernmaterialien aus dem WWW denkbar. Ziel ist die Information der Lernenden (als Information nicht bekannter Empfänger; siehe Teufel et al. 1995, S. 26), ein weiterer Informationsaustausch findet nicht statt.

Asynchrone oder synchrone Punkt-zu-Punkt-Kommunikation

Punkt-zu-Punkt-Kommunikation kennzeichnet den Informationsaustausch zwischen zwei Partnern, z.B. per E-Mail oder im persönlichen Gespräch. Synchrone Punkt-zu-Punkt-Kommunikation verlangt dabei die gleichzeitige Anwesenheit beider Partner (persönliches Gespräch), asynchrone Punkt-zu-Punkt-Kommunikation erlaubt die zeitlich versetzte Aktivität der Partner (E-Mail). In multimedialen Lernsystemen lassen sich verschiedene Formen der Punkt-zu-Punkt-Kommunikation z.B. zur Kommunikation der Lernenden untereinander und zwischen Lernenden und Lehrenden einsetzen. Dies ermöglicht über die Information der Lernenden hinaus eine Koordination gemeinsamer Interessen (Koordination ohne gemeinsame Ziele; siehe Teufel et al. 1995, S. 26) und eine Zusammenarbeit zum Erreichen gemeinsamer Ziele, wobei die Einzelinteressen weiterhin im Vordergrund stehen (Zusammenarbeit mit teilweise übereinstimmenden Zielen; siehe Teufel et al. 1995, S. 26f). Die Kombination von Punkt-zu-Mehrpunkt-Kommunikation zur Informationsvermittlung mit Punkt-zu-Punkt-Kommunikation zur Betreuung ist charakteristisch für traditionelle Fernlernsysteme mit eingeschränkten Möglichkeiten zur Gruppenarbeit (Döring 1997b; Mittrach 1999).

Asynchrone oder synchrone Mehrpunkt-zu-Mehrpunkt-Kommunikation

Mehrpunkt-zu-Mehrpunkt-Kommunikation kennzeichnet den Informationsaustausch in Netzwerken, z.B. beim Chat oder in Newsgroups. Synchrone Mehrpunkt-zu-Mehrpunkt-Kommunikation verlangt dabei wieder die gleichzeitige Anwesenheit aller Partner (Chat), asynchrone Mehrpunkt-zu-Mehrpunkt-Kommunikation erlaubt die zeitlich versetzte Aktivität der Kommunizierenden (Newsgroup). Als fortgeschrittene multimediale Lernsysteme mit Möglichkeit der Mehrpunkt-zu-Mehrpunkt-Kommunikation erlauben Groupware-Programme das gemeinschaftliche Arbeiten, also die Kooperation der Lernenden zum Erreichen eines Gruppenergebnisses (Kooperation mit gemeinsamen Zielen und Gruppenbewusstsein; siehe Teufel et al. 1995, S. 27). Kooperatives Lernen erweitert die Möglichkeiten traditioneller Fernlernsysteme. Neu entstehende virtuelle Universitäten ermöglichen in gewissem Umfang eine im Rahmen konstruktivistischer Lerntheorien angestrebte soziale Interaktion der Lernenden (Döring 1997b; Mittrach 1999).

3.2 Einsatzgebiete multimedialer Lernsysteme

3.2.1 Neue Medien als Alleskönner?

Sicher ist, dass neue Medien umfangreiche, detaillierte Informationen in vielfältiger Art und Weise – eben multimedial – speichern, verarbeiten und wiedergeben können. Durch ihr Interaktionspotenzial bieten sie die Möglichkeit, Lernmaterial zur Vermittlung von Fakten-, Handlungs- und Kompetenzwissen in an die Lernenden angepassten virtuellen Lernumgebungen einzubetten. Damit lassen sich abwechslungsreiche, authentische und damit motivierende Lernbedingungen nach den Erfordernissen der Lernenden im Sinne konstruktivistischer Lernprinzipien (siehe „2.2.3 Konstruktivistische Lernprinzipien“) bereitstellen.

Bislang scheitern elektronische Medien jedoch bei Lernaufgaben, bei denen körperliche Kompetenzen trainiert werden. Ist es z.B. möglich, im Internet Schwimmen zu lernen? Auch soziale Interaktion ist mit neuen Medien nur eingeschränkt vermittelbar. Elektronische Kommunikationsformen in Echtzeit wie Chat oder Videokonferenz bleiben hinter den Möglichkeiten persönlicher Kontakte noch weit zurück. Wahrscheinlich werden sich die Fähigkeiten neuer Medien erweitern, z.B. durch die Entwicklung „mitfühlender“ elektronischer Assistenten, die die Lernenden mittels verschiedener Gesichtsausdrücke stärker emotional ansprechen. Ansätze hierzu gibt es bei Programmen zum Bewerbungstraining am PC oder zur Schulung von Verkaufs- und Kundenbetreuungspersonal. Haptische Elemente werden bei der Bedienung neuer Medien vermehrt Einzug halten, so dass auch motorische Fähigkeiten besser angesprochen werden. Der Einzug sogenannter Force-Feedback-Elemente in den Heimbereich beginnt gerade bei Spielen zur Flugsimulation und für Autorennen.

Computer sind also noch nicht die „eierlegenden Wollmilchsäue“ des Lernens. Andere Lernformen, z.B. die direkte Anschauung am Lernobjekt, das Erstellen von Modellen und die Ausarbeitung von Referaten, sind in vielen Fällen der medialen Vermittlung vorzuziehen (E.U. Heidt 1989). Mit den bisherigen Möglichkeiten sieht Schulmeister 1998 acht Funktionsbereiche für den Computereinsatz in Lehr- und Lernprozessen:

- Bereicherung des Lehrangebots: Digitalisierte Materialien stehen global und jederzeit zur Unterstützung der Lehre und zum Selbstlernen zur Verfügung;
- Medienunterstützung in konventioneller Lehre: Neue Medien unterstützen die Visualisierung und Kommunikation von Lerninhalten;
- Qualitätsverbesserung bei fachwissenschaftlichen Arbeiten: Neue Medien erleichtern die Recherche und Präsentation wissenschaftlicher Materialien, sie ermöglichen das Einbetten dynamischer und interaktiver Objekte in Dokumente und die Verknüpfung von Dokumenten in Hypertext/Hypermedia-Netzwerken;
- Nutzung kognitiver und konstruktiver Werkzeuge: Interaktive Dokumente ermöglichen das virtuelle „Be-Greifen“ von Lerninhalten und erleichtern damit deren Verstehen – die Konstruktion von Wissen bei den Lernenden;¹⁴
- Individuelles Lernen mit Lernprogrammen: Gute Lernprogramme ermöglichen selbstbestimmtes, individualisiertes Lernen nach konstruktivistischen Lernmethoden;
- Das Prinzip der Virtualität: Simulationen realer Systeme ermöglichen zum Teil sehr effektives Lernen durch einfache Wiederholbarkeit und große Variationsmöglichkeiten beim Durchführen von Experimenten und Nachstellen von Handlungsabläufen¹⁵;
- Förderung der Studiertechnik: Neue Medien können einzelne Lerntätigkeiten wirkungsvoll unterstützen (z.B. Textverarbeitung, Terminplanung, Anlegen von Notizsammlungen und Darstellung semantischer Relationen);
- Kooperatives Lernen in telematischen Umgebungen: Telekommunikation und Software zur Unterstützung von Gruppenarbeit ermöglichen kooperatives Lernen in Netzwerken.

Neue Medien dienen also der Bereicherung konventioneller Lehre, als Hilfsmittel und Komponenten der Lehre und des Lernens, als hauptsächliche Lehr- und Lernmittel und als Teile eines Medienverbundes (Boeckmann/Heymen 1990, S. 12ff). Sie eignen sich dabei vor allem zur Information und Motivation der Lernenden. Medien können Lernaktivitäten steuern

¹⁴ Im Sinne Maria Montessoris: Vom „Be-greifen (handeln) zum Begreifen“ (Anderlik 1996, S. 56).

¹⁵ Zu Einsatzgebieten und Grenzen von Simulationen siehe z.B.: F. Neelamkavil: Computer Simulation and Modelling. Chichester: John Wiley & Sons, 1987

und Rückmeldungen über den Lernprozess an Lernende und Lehrende geben, z.B. zur Überprüfung des Lernerfolgs (siehe Boeckmann/Heymen 1990, S. 5ff). Gerdes 1997a beschreibt potenzielle Anwendungsbereiche für Lernen und Lehre mit neuen Medien (speziell mit Hypertext-Systemen) und zeigt damit, welche Bandbreite für den Einsatz multimedialer Lernsysteme besteht:

- Wissensvermittlung zur Ausbildung in Schule und Hochschule;
- Schulung und Training in der Fort- und Weiterbildung;
- Online-Dokumentation und -Hilfe beim Anwenden von Programmen und Geräten;
- Unterstützen von Entscheidungsfindungsprozessen im Beruf;
- Informationsvermittlung im Freizeitbereich, z.B. im Museum.

3.2.2 Klassische Methoden – neue Medien?

Die Lernmöglichkeiten mit neuen Medien ergänzen die klassischen Möglichkeiten des Lernens und der Lehre und ersetzen sie nicht. Ein klassisches Seminar kann gut mit Computerarbeit verbunden sein (siehe z.B. Weidenmann 1995), ebenso verweisen Kurse der Virtuellen Universität auf klassische Lehrbücher (siehe z.B. Schlageter et al. 1998). In Anlehnung an Bruns/Gajewski 1999, S. 48ff werden im Folgenden Beispiele genannt, wie klassische (bewährte) Lehr- und Lernmethoden – unterschieden nach lehrorientierten und lernorientierten Methoden (Bruns/Gajewski 1999), bzw. Vermittlungs- und Problemlösungsparadigma (Döring 1997b) – mit neuen Medien kombiniert werden können.

Lehrorientierte Methoden (Vermittlungsparadigma)

Gedruckte Informationen zur Wissensvermittlung (z.B. Lehrbücher, Skripte, Zeitschriften) lassen sich meist ohne Probleme auch in elektronischer Form verbreiten. Neue Medien bieten dabei die Möglichkeit, animierte Inhalte (Grafiken, Filme und Tonsequenzen) und zusätzliche Funktionalitäten (Hyperlinks, interaktive Werkzeuge) in das Lernmaterial einzubinden. Verloren gehen die einfache Lesbarkeit und Bearbeitbarkeit. Ein Buch lässt sich z.B. bei genügender Helligkeit an beliebigem Ort ohne Hilfsmittel lesen, Notizen können schnell am Seitenrand hinzugefügt werden.

Lehrvorträge finden typischerweise als Frontalunterricht im Hörsaal oder Seminarraum statt. Die gesprochene Information wird durch Grafiken, Diagramme, Fotos und gelegentlich kurze Filme ergänzt. Während des Vortrags kann der oder die Vortragende – in gewissem Umfang – auf die Stimmung der Lernenden reagieren und gegebenenfalls auf Zwischenfragen eingehen. Im Anschluss an den Vortrag können Fragen gestellt und Vortragsinhalte diskutiert werden. Die Übertragung eines Vortrags mit neuen Medien als Audio- oder Videokonferenz ist nur sinnvoll, wenn die Lehrperson hohe Autorität genießt und der Vortrag von einigem Interesse ist für eine große Gruppe von Lernenden oder für Lernende an verstreuten Orten. Die Aufzeichnung eines Vortrags zur Wiedergabe in einem multimedialen Lernsystem kann z.B. zur Einführung in Lernthemen genutzt werden. Eine Reaktion der Vortragenden auf das Publikum – ein wesentliches Element guter Vorträge, siehe z.B. Weidenmann 1995 – ist dabei nicht möglich; die Interaktionsmöglichkeiten neuer Medien sind schlecht genutzt.

Das fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräch bezieht die Lernenden in die Gestaltung des Lernprozesses ein. Je nach Gruppenstärke kann dabei aber meist nur wenig Rücksicht auf individuelle Bedürfnisse der Lernenden genommen werden. Die Aktivität der Lernenden bestimmt den Erfolg des Unterrichts. Wesentlich ist deshalb die Motivation der Lernenden zur Mitarbeit. Die Umsetzung mit neuen Medien kann z.B. in Form einer Guided Tour (siehe „3.1.2 Interaktionspotenzial“) erfolgen. Der Lernstoff ist dabei vorgegeben und wird in

Interaktion mit den Lernenden erarbeitet. Dabei können individuelle Bedürfnisse berücksichtigt werden.

Zur Auflockerung des Unterrichts, zur Motivation für weitere Unterrichtseinheiten sowie zur Vertiefung und Wiederholung werden oft Lehrfilme oder Vorführungen (z.B. Experimente) eingesetzt. Diese eignen sich zur Visualisierung komplexer Themen, aber auch zur Erholung von anstrengenden Lerntätigkeiten. Dabei neigen die Lernenden dazu, insbesondere Filme ähnlich wie Fernsehen eher passiv zu konsumieren, so dass ein evtl. vorhandenes Lernziel zu kurz kommt (Salomon 1984; Weidenmann 1989). Mit neuen Medien lassen sich Filme sowohl online (z.B. im WWW) wie offline (z.B. auf CD-ROM) präsentieren. Bei der Übertragung in Netzwerken ist die Qualität bei derzeit oft noch geringen Übertragungskapazitäten eingeschränkt. Vorführungen können mit interaktiven Elementen ergänzt werden. So können die Lernenden z.B. den Ablauf einer Vorführung steuern oder im Zusammenhang mit der Vorführung Aufgaben lösen, was größere Motivations- und Lernerfolge verspricht.

Lernorientierte Methoden (Problemlösungsparadigma)

Selbstlernen ist im Gegensatz zum Aneignen vorgegebener Lehrinhalte aus Lehrbüchern oder Skripten eine lernorientierte, von den Interessen der Lernenden gelenkte Form der Wissensaufnahme aus beliebigen Quellen (offene Lernmaterialien, z.B. auch Lexika oder Experimentierkästen). So sind z.B. Übungsaufgaben, die zum Vertiefen von Lernstoff von den Lernenden gelöst werden, eher lern- als lehrorientiert. Neue Medien unterstützen Selbstlernprozesse durch schnelle Möglichkeiten der Recherche von Material: Elektronische Datenübertragung und Kommunikation schaffen umfangreichen Zugang zu Datenbanken und Expertenwissen.

Die Ausarbeitung eigener Vorträge oder Arbeiten (z.B. Referat, Seminararbeit) durch die Lernenden vertieft das bereits Gelernte durch die Notwendigkeit zur Rekapitulation, Strukturierung und Präsentation des Lernstoffs. Neue Medien sind hilfreich bei der Informationsrecherche, -verarbeitung und -präsentation.

Die Zusammenarbeit und Diskussion in kleinen Gruppen fördert das Lernen im sozialen Kontext. Der Zwang zum Formulieren eigener Gedanken unter Berücksichtigung der Argumente anderer führt zum Verknüpfen des Lernstoffs mit wechselnden Perspektiven, also zur Anwendung auf unterschiedliche Sichtweisen und damit nach Nonaka 1994 zur Kombination des Wissens. Der soziale Kontakt führt durch informellen und unbewussten Erfahrungsaustausch zur Sozialisation des Wissens (siehe „2.1.2 Wissensschöpfung als Prozess“). Mit neuen Medien lassen sich Diskussionen sowohl asynchron über Mailing-Liste oder Newsgroup als auch synchron über Chat und Audio- oder Videokonferenz durchführen. Groupware ermöglicht das gemeinsame Arbeiten mehrerer an einem Objekt¹⁶. Die Möglichkeiten sozialer Interaktion sind dabei eingeschränkt. Im Chat lassen sich z.B. Gefühle (außer durch verbale Mitteilung) nur über Emoticons wie ;-) oder :-D und Akronyme wie “lol” (“laughing out loud”) darstellen, die Gesichtsausdrücke und Körpersprache ersetzen (Oebbeke 2000a; Heisoft 2000). SCHREIEN wird in ähnlicher Weise durch Großbuchstaben gekennzeichnet. Bei Videokonferenzen und Groupware bleiben nonverbale, ergänzende Informationen wie z.B. Handbewegungen und Körperhaltungen meist ebenso verborgen. Die geringere soziale Interaktion hat Vor- und Nachteile: Zum einen sind viele Lernende in einer anonymen Umgebung lockerer und beteiligen sich intensiver an der gemeinsamen Arbeit oder

¹⁶ Teufel et al. 1995 beschreiben ausführlich Möglichkeiten und Systeme computerunterstützter Gruppenarbeit.

Diskussion, zum anderen führt die unverbindliche Atmosphäre dazu, dass Argumente weniger ernst genommen werden und der Informationsaustausch dadurch leidet.

Ergänzende Lehr-/Lernmethoden

Das klassische Brainstorming dient dem Sammeln von Ideen z.B. an einer Flipchart oder Plakatwand. Gefragt sind spontane Antworten und freies Assoziieren zu vorgegebenen Begriffen. Dies lässt sich mit neuen Medien im Chat und über Audio- oder Videokonferenz realisieren, mit den oben erwähnten Vor- und Nachteilen. Ein angenehmer Nebeneffekt ist dabei, dass alle genannten Begriffe aufgezeichnet werden können, so dass die Assoziationsketten später nachvollzogen werden können.

Das Rollenspiel als besondere Form der Gruppenarbeit wird oft zum Erlernen von Handlungsweisen für typische (Berufs-) Situationen eingesetzt. Die Situationen werden nachgestellt; die Lernenden können dann unterschiedliche Sichtweisen kennen lernen, indem sie Rollen übernehmen und mögliche Verhaltensmuster ausprobieren. Die Umgebung für Rollenspiele kann auch von Simulationssoftware oder von virtuellen Umgebungen wie MUDs und MOOs gebildet werden (Döring 1997b). Auch hier gilt, dass die Möglichkeiten sozialer Interaktion eingeschränkt sind – nonverbale Kommunikation lässt sich schwer über elektronische Medien vermitteln. Außerdem ist der Aufwand zur realistischen Gestaltung virtueller Umgebungen hoch (Kieferle 1999; Meier 2000).

Das Einzelgespräch ermöglicht die besonders intensive Anleitung und Betreuung der Lernenden beim Lernen. Vor allem zur Beratung und zur Nachhilfe kann hier optimal auf die individuellen Wünsche und Anforderungen der Lernenden eingegangen werden. Im Bereich der neuen Medien haben tutorielle Programme und intelligente tutorielle Systeme (siehe „3.1.2 Interaktionspotenzial“) den Anspruch, die individuelle Lernweise und den Lernfortschritt der Lernenden zu berücksichtigen. Expertensysteme beantworten Fragen anhand einer umfangreichen Wissensbasis mit Hilfe von Komponenten zur Frageanalyse, Antwortauswahl und kommentierenden Erläuterung der Antworten; sie lassen sich damit zur (fachlichen) Beratung von Lernenden einsetzen. Auch hier gilt, dass die Interaktion mit dem Computer anonymer und unverbindlicher, sozial ärmer ist als die persönliche Unterredung mit einer menschlichen Lehrperson.

Aufgaben und Tests ermöglichen die Beurteilung des Lernfortschritts von Lernenden. Zwar lassen sich neue Medien durch die Möglichkeiten der elektronischen Datenverarbeitung gut zur automatisierten Auswertung von Tests einsetzen, die verwendbaren Frageformen sind jedoch eingeschränkt. Sehr gut können Multiple Choice-Tests und Zuordnungsfragen („Verbinden Sie die Begriffe auf der linken Seite mit den dargestellten Objekten auf der rechten Seite!“; siehe Abbildung 3.3) in multimediale

The screenshot shows a software window titled "ISIS Architektur: Quiz". The main question is "Benennen Sie die Schichten des Wandaufbaus anhand des Temperatur- und Dampfdruckverlaufs:". Below the question are four boxes containing the names of wall layers: "Vollziegel (Hochloch)", "Polystyrol-Wärmedämmung", "Gipsputz innen", and "Vollklinker (Keramik)". To the right of the text is a graph with two y-axes: "Temperatur" (°C) on the left and "Dampfdruck" (Pa) on the right. The x-axis represents the wall thickness. The graph shows a red line for temperature and a blue line for vapor pressure. The temperature line starts at 10°C on the left, drops to 0°C in the middle, and then rises to 10°C on the right. The vapor pressure line starts at 0 Pa on the left, rises to a peak of 1000 Pa in the middle, and then drops to 0 Pa on the right. There are four question marks above the graph, indicating where the user should identify the layers. The interface also includes a left sidebar with a navigation menu and buttons for "OK" and "Rücksetzen" at the bottom.

Abbildung 3.3: Beispiel für eine Zuordnungsfrage in ISIS Architektur (Benkert/Heidt 2000b).

Lernumgebungen integriert und die Antworten rechnergestützt ausgewertet werden. Lückentexte („Ergänzen Sie das fehlende Wort!“) waren die Frageform der Lehrmaschinen von Skinner und entsprechender Lernprogramme am Computer (Petersen 1996, S. 41). Sobald aber nach mehr als einem Wort und komplexeren Begriffen gefragt wird, erschwert sich die Auswertung der Antwort durch Software enorm. Das Lernprogramm muss alle Umschreibungen eines Begriffs mit unterschiedlichen Schreibweisen in allen grammatikalischen Formen als richtige Antwort erkennen. Falsche Antworten müssen nach Flüchtigkeitsfehlern, Schreibfehlern und Verständnisfehlern getrennt korrigiert werden, um eine den Leistungen der Lernenden adäquate Bewertung zu ermöglichen. Noch schwieriger in der Auswertung sind offene Fragen und Aufgaben, bei denen die Lernenden die Lösung selbstständig und frei formulieren. Die Korrektur erfordert die logische Analyse des Inhalts der Antwort, um den Lernfortschritte beurteilen zu können. Als multimediale Lernumgebungen sind nur Expertensysteme und intelligente tutorielle Systeme zu solchen semantischen Leistungen fähig.¹⁷

3.2.3 Multimediale Lehr-/Lernumgebungen

Abbildung 3.4 zeigt, welche Aspekte der Lehre und des Lernens den Prozess der Wissensvermittlung beeinflussen. Bei traditionellen Lehrformen prägen viele Einflüsse die Lehr- und Lernumgebung. Der Lernstoff (Fakten, Methoden und Hypothesen) wird meist von Lehrplänen festgelegt oder von selbstbestimmt Lernenden anhand ihrer Interessen gewählt. Die Lehrsituation ergibt sich aus der Art der Veranstaltung (z.B. Vorlesung oder Seminar). Der Kontext der Lehre, also Verweise auf bereits Bekanntes und über den Lernstoff hinausgehendes Material, wird durch die gemeinsamen Interessen von Lehrenden und Lernenden bestimmt und kann an das aktuelle Tagesgeschehen angepasst werden. Die Form der

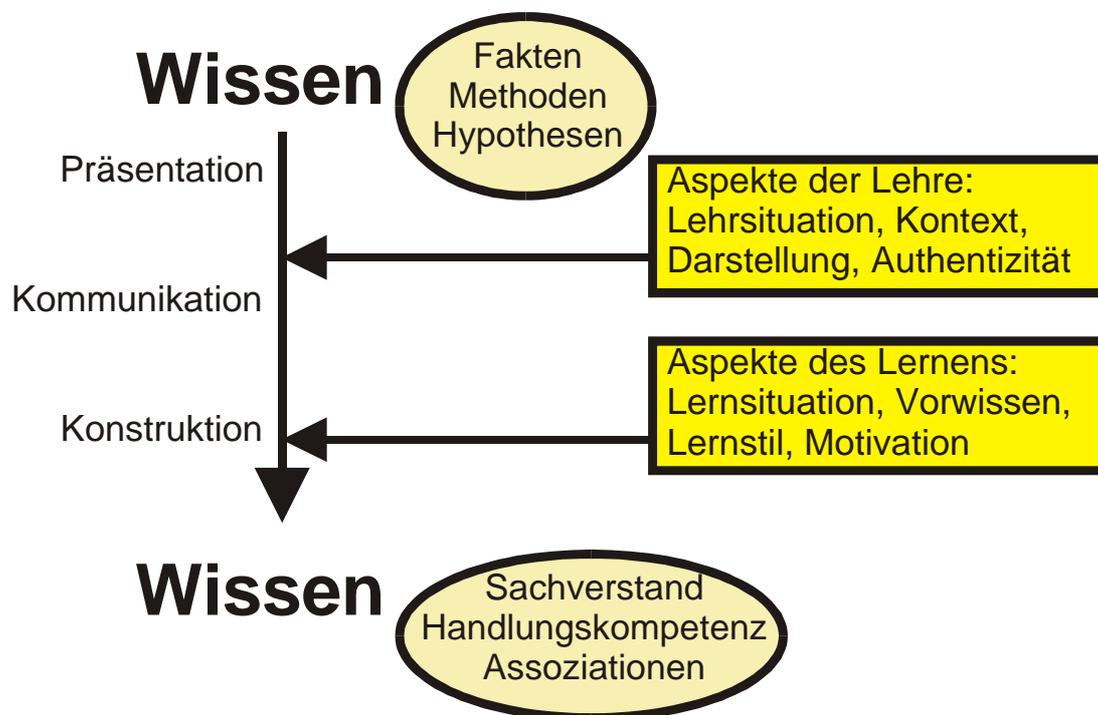


Abbildung 3.4: Prozess der Wissensvermittlung unter dem Einfluss der Lehr- und Lernumgebung.

¹⁷ Eine Alternative ist, die Bewertung der Antwort von den Lernenden selbst durchführen zu lassen, indem statt einer Korrektur richtige Antwortmöglichkeiten (mit ausführlichen Erläuterungen) präsentiert werden.

Darstellung des Lernmaterials folgt aus den vorhandenen medialen Möglichkeiten, dem Lernthema und den Anforderungen der Lernenden. Die Authentizität der Darstellung hängt wesentlich von der Autorität und den Fähigkeiten der Lehrperson ab. Die Lernenden suchen sich die Lernsituation, die ihren Anforderungen entspricht (alleine oder in der Gruppe, aktiv oder passiv). Ihr Vorwissen dient als Ausgangspunkt für die Auswahl weiteren Lernstoffs und wird idealerweise bei der Gestaltung der Lehre berücksichtigt, ebenso der individuelle Lernstil. Die Motivation der Lernenden folgt aus dem Lernziel, bei Motivationsschwächen reagieren die Lehrenden durch individuelle Unterstützung und Beratung. Die Präsentation des Lernstoffs und die Kommunikation zwischen Lehrenden und Lernenden sowie der Lernenden untereinander führen schließlich zur Konstruktion neuen Wissens bei den Lernenden, in Form von Sachverstand, Handlungskompetenz und Assoziationen zu bestehendem Wissen.

Bei heutigen multimedialen Lernsystemen werden viele dieser Aufgaben von der Lernsoftware übernommen; zum Teil auch deshalb, weil die Kommunikationsmöglichkeiten zwischen Lehrenden und Lernenden eingeschränkt sind.

Entsprechend den Einsatzbereichen für Lernsysteme (siehe „3.2.1 Neue Medien als Alleskönner?“) gilt es, verschiedene Zielgruppen mit den jeweils geeigneten Mitteln anzusprechen. Bei der Entwicklung und beim Einsatz multimedialer Lernsysteme sind potenzielle multimediale Lehr- und Lernumgebungen zu berücksichtigen. Aus der Klassifizierung multimedialer Lernsysteme nach der Distribution des Lernstoffs und der Intensität der Kommunikation beim Lernen (siehe „3.1.4 Informationsaustausch“) ergibt sich folgende Möglichkeit der Einteilung multimedialer Lehr-/Lernumgebungen:

- Einzelplatzsysteme (Stand-alone-Anwendung, z.B. Lernsoftware auf CD-ROM);
- Unidirektionale vernetzte Systeme (Punkt-zu-Mehrpunkt-Kommunikation, z.B. Fachinformation im Internet);
- Kooperative vernetzte Systeme (Punkt-zu-Mehrpunkt, Punkt-zu-Punkt- und Mehrpunkt-zu-Mehrpunkt-Kommunikation, z.B. Virtuelle Universität).

Einzelplatzsysteme

Bei Einzelplatzsystemen (Stand-alone-Anwendung) ist eine Kommunikation der Lernenden während des Lernens (mit anderen Lernenden oder mit den Lehrenden) nicht vorgesehen. Der Lernstoff (Fakten, Methoden und Hypothesen) wird bei der Entwicklung des Lernsystems von den Autorinnen und Autoren festgelegt und anonym an die Lernenden verbreitet. Multimediale Lernsysteme als Einzelplatzsysteme sind z.B. Lernsoftware auf CD-ROM oder Lernmaterial zum einmaligen Laden aus dem WWW, aber auch Fachinformationen an sogenannten Kiosk-Systemen (multimediale Informationssysteme an verteilten Terminals) in Museen. Die Lehr-/Lernsituation ergibt sich aus dem Lernort: Einzelplatzsysteme können überall eingesetzt werden, wo ein Multimedia-Arbeitsplatz – im Allgemeinen ein Computer – zur Verfügung steht, z.B. am Arbeitsplatz der Lernenden oder in dessen Nähe, in Selbstlernzentren in Unternehmen oder zu Hause.

Lernen am Arbeitsplatz oder in dessen Nähe – z.B. in Lerninseln innerhalb einer Abteilung – bietet gute Möglichkeiten für situiertes und authentisches Lernen. Alle im Arbeitsalltag verwendeten Materialien stehen den Lernenden in gewohnter Umgebung zur Verfügung. Das Lernsystem kann selbstorganisiert durch die Lernenden auch in kurzen Arbeitspausen genutzt werden. Das Lernen liegt somit zeitlich nah zur Anwendung des Gelernten in der Praxis. Die Nähe zum Arbeitsplatz macht das Lernen anfällig für Störungen durch „dringende“ Telefonate und Unterbrechungen durch Kolleginnen und Kollegen. Andererseits sind Rückfragen und Gespräche möglich. Das Lernsystem wird in den sozialen Kontext der Arbeitsgruppe eingebunden. Die flexible Nutzung des Lernsystems bedingt, dass die

Lerninhalte in kleinen Einheiten (Modulen) bearbeitbar sein müssen. Bei Problemen mit dem Lernsystem oder für weitergehende Fragen zum Lernstoff sollte im Unternehmen eine Kontaktperson erreichbar sein.

Selbstlernzentren in Unternehmen bieten abgegrenzt von den Arbeitsbereichen die Möglichkeit, ungestört und in längeren Blöcken mit den Lernsystemen zu arbeiten. Üblicherweise sind die gewohnten Arbeitsmaterialien vorhanden, so dass der Bezug des Lernens zur Anwendung in der Praxis gegeben ist. Selbstlernzentren sind oft tutoriell betreut: Die Lernenden erhalten Unterstützung bei der Bedienung der Lernsysteme und Anleitung beim Lernen. Die Nutzung des Selbstlernzentrums erfordert höheren organisatorischen Aufwand. Der Arbeitsplatz wird verlassen, die zeitliche Belegung des Lernzentrums muss abgesprochen (und optimiert) werden und das Selbstlernzentrum mit allen Lernmaterialien muss eingerichtet sein. Für den Raum und die tutorielle Ansprechperson sind finanzielle Aufwendungen nötig, die meist nur größere Unternehmen tragen können.

Lernen zu Hause vereint die Annehmlichkeiten einer gewohnten Umgebung mit den Vorteilen flexibler Zeiteinteilung beim Lernen. In der Informations- und Weiterbildungsgesellschaft, die lebenslanges Lernen fordert, ist Lernen zu Hause eine Qualifizierungschance zum Erlangen oder Aktualisieren von „Kompetenzen [...], die für die Zukunft der Gesellschaft von großer Bedeutung sind“ (Deutscher Bundestag 1998, S. 153). Die vielfältigen Möglichkeiten der Ablenkung beim Lernen zu Hause bedeuten, dass hohe Motivation und große Lerndisziplin erforderlich sind, um eine ausdauernde Beschäftigung mit dem Lernsystem zu erreichen. Dies ist bei der Entwicklung von Lernsystemen insbesondere bei der Gestaltung motivationaler Elemente zu berücksichtigen. Um eine flexible Zeiteinteilung zu ermöglichen, müssen außerdem – wie beim Lernen am Arbeitsplatz – die Lerninhalte in kleinen Einheiten bearbeitbar sein. Ein großer Nachteil des Lernens zu Hause ist, dass die Lernmaterialien meist von ihrer Anwendung getrennt sind – das Lernen ist nicht situiert.

Kiosk-Systeme können multimediale Lerninhalte mit direkter Anschauung von Exponaten verknüpfen. Dies verspricht eine große Authentizität und Situiertheit der Wissensvermittlung. Aufgrund der kurzen Zeitspanne, in der die Lernenden sich mit Kiosk-Systemen beschäftigen (typischerweise in ihrer Freizeit z.B. im Museum), können die Inhalte nicht sehr detailliert sein. Orientierung und Navigation im Lernsystem müssen einfach möglich und leicht verständlich sein. Eine flache hierarchische Struktur und Guided Tours unterstützen die Lernenden bei der Aufnahme von Informationen.

Der Kontext der Lehre, bzw. des Lernens ist teilweise im Lernsystem integriert (z.B. durch Verweise auf weiterführende Informationen) oder ergibt sich aus der Aktivität der Lernenden. Das Lernsystem kann den Kontext nicht an das aktuelle Tagesgeschehen oder an Anforderungen der Lernenden anpassen. Die Form der Darstellung des Lernmaterials ist im Lernsystem gemäß den genutzten medialen Möglichkeiten festgelegt. Verschiedene Darstellungsformen können evtl. von den Lernenden alternativ gewählt werden. Die Authentizität der Darstellung hängt wesentlich von der Kompetenz und den Anstrengungen des Entwicklungsteams ab.

Das Vorwissen der Lernenden und ihr individueller Lernstil wird vom Lernprogramm unter Umständen bei der Auswahl weiteren Lernstoffs (z.B. nach der Beantwortung von Fragen) und der Präsentation des Lernstoffs (Text, Ton oder Grafik) berücksichtigt. Das Lernsystem enthält motivierende Elemente. Eine individuelle Unterstützung und Beratung der Lernenden bei Motivationsschwächen findet aber nicht statt. Die Lernenden konstruieren neues Wissen

anhand der Präsentation des Lernstoffs für sich allein. Eine – diesen Prozess unterstützende – Kommunikation zwischen Lehrenden und Lernenden findet nicht statt.

Unidirektionale vernetzte Systeme

Bei unidirektionalen vernetzten Systemen (Punkt-zu-Mehrpunkt-Kommunikation) ist eine Kommunikation der Lernenden während des Lernens (mit anderen Lernenden oder mit den Lehrenden) nicht vorgesehen. Informationen fließen in einer Richtung von den Lehrenden zu den Lernenden. Der Lernstoff wird von den Informationsanbietern festgelegt, durch die vielen Informationsquellen sichern vernetzte Systeme aber die Darstellung von Lerninhalten in multiplen Kontexten. Da viele Informationen direkt an ihrem „Entstehungsort“ auch in das Internet eingebunden werden (z.B. Forschungsberichte, Produktinformationen oder Projektbeschreibungen), können sie im konstruktivistischen Sinne als situiert und authentisch gelten. Die Lernenden greifen anonym auf das Informationsangebot zu und wählen die Inhalte, die sie interessieren. Multimediale Lernsysteme in dieser Art ermöglichen z.B. den vorlesungsbegleitenden Zugriff auf Lernmaterial (Skripte, Folien, Übungsaufgaben) im Netz einer Präsenzhochschule. Zum Lernen im Netzwerk dienen aber auch Fachinformationen im WWW (auf zahlreiche Quellen verteilt oder zusammengefasst in „Portalen“), Newsletter und elektronische Zeitschriften (als Online-Ausgabe parallel zur gedruckten Version oder eigenständig)¹⁸. Um Informationen im Internet auch tatsächlich zugänglich zu machen, ist besonderer Augenmerk auf die Gestaltung von Suchsystemen und Datenbanken zu legen. Die Lernenden sollen zielgerichtet nach Schlag- und Stichworten auf Informationen zugreifen können. Suchergebnisse in Zusammenfassungen oder im Volltext von Dokumenten sollen möglichst mit Meta-Informationen zur Einschätzung der Wichtigkeit der Ergebnisse für den individuellen Lernprozess der Lernenden verbunden werden. Die Verknüpfung von Informationen in Hypertext/Hypermedia-Systemen sollte selbstverständlich sein.

Der Aufbau kooperativer Lernsysteme im Netz geht über das Bereitstellen und Organisieren von Lernmaterialien hinaus. Eine zentrale Verwaltungseinheit muss die Verteilung der Lerninhalte, die Koordination der Kommunikation und die Lernsteuerung (Abfolge von Information und Kommunikation) kontrollieren. Der Zugang zum Lernsystem muss geregelt werden, so dass z.B. Gruppenarbeiten nicht von außen gestört werden. Mittrach 1999 führt diese Forderungen an das Informationsmanagement, das Organisationsmanagement und die Teamunterstützung am Beispiel der Virtuellen Universität an der FernUniversität Hagen weiter aus (Mittrach 1999, S. 81ff; vgl. auch Schlageter et al. 1998).

Weniger ambitioniert sind Mailing-Listen, Newsgroups oder Chat-Systeme zum Informationsaustausch. Aber auch hier sind organisatorische Strukturen notwendig, um die Kommunikation zu koordinieren. Die Systeme können offen sein – d.h. alle können sich beteiligen – oder geschlossen – nur eine bestimmte Gruppe ist zugangsberechtigt. Der Informationsaustausch erfolgt frei – alle Beiträge werden unbearbeitet weitergeleitet – oder moderiert – Beiträge werden kommentiert, gekürzt oder gar nicht weitergeleitet. In manchen Systemen ist die Wahl zwischen einem Abruf der Einzelbeiträge und einer täglichen Zusammenfassung möglich. Wichtig ist, dass Bezüge zwischen Beiträgen (z.B. als Antwort oder Ergänzung) kenntlich gemacht werden.

¹⁸ Wenn allgemeine Informationsdienste zum Lernen genutzt werden, übernehmen die Informationsanbieter – unbewusst – die Rolle der Lehrenden. So ist auch der Sprachgebrauch im weiteren Text. Vgl. hierzu Baumgartner 1997a, S. 245: „Bildungssoftware [...] ist kein bestimmter Typus von Software, sondern stellt eine bestimmte Benutzungsart der Programme dar.“

Die Lehr-/Lernsituation ergibt sich aus dem Lernort. Gelernt werden kann überall, wo der Netzwerkzugriff möglich ist. Die Anbindung an ein Netzwerk als Zugangsvoraussetzung für vernetzte Informationen führt zu zusätzlichen Anforderungen im Vergleich zu Einzelplatzsystemen. Derzeit begrenzen die Bandbreiten für Datenübertragungen die Möglichkeiten der multimedialen Gestaltung von Inhalten. Während Tondokumente bereits in ausreichender Qualität transportiert werden können, ist die Übertragung großer Bilddateien (insbesondere Fotos) oder bewegter Bilder (z.B. Filme oder Live-Bilder von Videokonferenzen) noch schwierig.

Der Kontext der Information wird im Informationssystem durch Verweise auf weiteres Material und durch begleitende Informationen gebildet und kann ständig aktualisiert werden. Die Darstellungsmöglichkeiten werden durch das verwendete Netzwerk bestimmt. Die Authentizität der Darstellung hängt vor allem ab vom Renommée der Informationsquelle und den Anstrengungen der Lehrenden bei der multimedialen Gestaltung.

Das Vorwissen der Lernenden und ihr individueller Lernstil wird vom Lernsystem nicht berücksichtigt. (Eine Berücksichtigung ist denkbar, indem z.B. im WWW "Cookies" eingesetzt werden, die Informationen über Vorlieben der Lernenden speichern und bei der nächsten Benutzung des Systems beachten.) Das Lernsystem enthält im Allgemeinen keine motivierenden Elemente. Die Motivation der Lernenden folgt aus dem (selbstbestimmten) Lernziel. Die Lernenden konstruieren neues Wissen anhand der Präsentation des Lernstoffs für sich allein. Eine – diesen Prozess unterstützende – Kommunikation zwischen Lehrenden und Lernenden sowie der Lernenden untereinander findet nicht statt.

Kooperative vernetzte Systeme

Kooperative vernetzte Systeme unterstützen die Kommunikation der Lernenden untereinander und zwischen Lernenden und Lehrenden mit dem Ziel eines *gemeinschaftlichen* Lernens. Der Lernstoff wird meist von den Lehrenden festgelegt, evtl. mit Einflussnahme der Lernenden. Im Laufe des Lernens werden Methoden der Punkt-zu-Mehrpunkt-, Punkt-zu-Punkt- und Mehrpunkt-zu-Mehrpunkt-Kommunikation genutzt, um Informationen auszutauschen, Arbeiten zu koordinieren und Ergebnisse zu erarbeiten. Mögliche multimediale Lernsysteme sind die Unterstützung der Lehre einer Präsenzhochschule durch Angebote im Internet, die über die reine Informationsdarstellung hinausgehen (z.B. Online-Seminare), Diskussionsforen über Newsgroups, Chat oder Konferenzsysteme und schließlich die virtuelle Universität als umfassende Ausbildungseinrichtung, deren Lehr- und Lernvorgänge im Netz stattfinden.

Die Lehr-/Lernsituation entsteht aus dem physischen Lernort der Lernenden und dem virtuellen Navigationsraum des Lernsystems. Der Kontext der Lehre wird im Laufe des Lernens durch die gemeinsamen Interessen von Lehrenden und Lernenden bestimmt und kann an das aktuelle Tagesgeschehen angepasst werden. Das Lernthema und die Anforderungen der Lernenden werden bei der Wahl der Darstellungsform – im Rahmen der Möglichkeiten des Netzwerks – berücksichtigt. Die Authentizität der Darstellung hängt von der Zusammensetzung und Kompetenz der Lerngruppe (Lehrende und Lernende) und den Fähigkeiten der Lehrenden zur Lenkung der Gruppe ab.

Die Rückmeldungen der Lernenden an die Lehrenden geben Anhaltspunkte, um den individuellen Lernstil und das Vorwissen der Lernenden bei der Gestaltung der Lehre und des Lernens zu berücksichtigen. Die Motivation der Lernenden folgt aus dem Lernziel, bei Motivationsschwächen reagieren die Lehrenden durch individuelle Unterstützung und Beratung. Die Präsentation des Lernstoffs, die Kommunikation zwischen Lehrenden und Lernenden sowie der Lernenden untereinander und die Kooperation in der Lerngruppe führen

schließlich zur Konstruktion neuen Wissens bei den Lernenden, in Form von Sachverstand, Handlungskompetenz und Assoziationen zu bestehendem Wissen.

3.3 Chancen und Grenzen neuer Medien

„Multimediales Lernen, das Lernen mit multimedialem Lernmaterial ist als Lernweg und Lernform akzeptiert.“ – Oberle/Wessner 1998, S. 78

Ist es das? In „5.1 Ist Lernen mit Neuen Medien evaluierbar?“ und „5.2 Methoden der Evaluation“ wird erläutert, welche Schwierigkeiten und Probleme für die Evaluation von Lehre und Lernen mit neuen Medien bestehen – insbesondere bei den häufig durchgeführten Medienvergleichsstudien. Umfassende Analysen von Evaluationsstudien und -ergebnissen zu computergestütztem Lernen haben Kulik und Kulik zusammen mit anderen durchgeführt (siehe z.B. Kulik/Kulik 1989). Die Ergebnisse der Kuliks und ihrer Forschungsgruppen werden häufig zitiert, um unterschiedliche Argumentationen für und gegen multimediale Lernsysteme zu stützen (vgl. z.B. Euler 1992, S. 51ff; Hasebrook 1995, S. 201f; Petersen 1996, S. 72ff, 86ff; Schulmeister 1997, S. 401ff).

Allgemein gilt als sicher, dass Lernen mit neuen Medien klassische Lernmethoden ergänzen und nicht ersetzen wird. Im Folgenden werden einige Tendenzen wiedergegeben, die für die Entwicklung und den Einsatz multimedialer Lernsysteme richtungsweisend sind.

3.3.1 Pro Neue Medien

Gestützt auf Ergebnisse aus schulischen Reformversuchen in Tilburg (Niederlande) und Aurich erstellt Struck 1996 eine Bilanz des Lernens mit CD-ROM und online, wie sie positiver kaum ausfallen könnte. Er schreibt (Struck 1996, S. 32f, 225ff), dass

- die Ausstattung von Schülern mit Lerncomputern im Vergleich zur Versorgung mit Büchern, Fotokopien und sonstigen Materialien kostenneutral und mit nur geringen Investitionen durchzuführen sei; Gebühren z.B. für Online-Dienste sollten von den Telekommunikationsfirmen als Investition gesehen und entsprechend subventioniert werden;
- das Lernen mit CD-ROM und online den bisherigen Lernstoff der Schulen in zwei statt fünf Tagen pro Woche vermitteln könne, so dass drei Wochentage zur Vermittlung von Schlüsselqualifikationen (Methoden-, Reflexions- und Persönlichkeitswissen, siehe „2.1 Arten des Wissens“) „gewonnen werden“; zudem könnten Lerncomputer Kleingruppen-Unterricht und somit Lehrerstunden ersetzen;
- die Lernenden durch den Einsatz neuer Medien besser motiviert würden, sie könnten zu ihrem Vorteil effektiver, differenzierter, individueller und nachhaltiger lernen; die „mißlichen Auswirkungen methodisch schlechter Lehrer“ ließen sich verringern;
- Lernmaterialien auf neuen Medien sich schneller als bisherige Materialien aktualisieren ließen.

Nicht alle dieser angeblichen Vorteile neuer Medien halten einer genaueren Betrachtung stand. Bezüglich der Kosten einer Ausstattung von Lernenden (privat und an Institutionen) mit Computern und multimedialem Lernmaterial gibt es kontroverse Meinungen. Der Vergleich mit traditionellen Lernmethoden ergibt bestenfalls ein Unentschieden (siehe „3.3.3 Unentschieden“).

Weiter scheint sich abzuzeichnen, dass vor allem erfahrene Lernende mit bereits umfangreichem Grundwissen und gut entwickelten Lernstrategien vom Lernen mit neuen

Medien profitieren. Unerfahrene Lernende mit wenig entwickelten Lernstrategien haben zunächst größere Schwierigkeiten mit neuen Medien (siehe „3.3.2 Contra Neue Medien“).

Die besondere Motivation der Lernenden durch neue Medien beruht zumindest zum Teil auf dem „Reiz des Neuen“. Dieser lässt sich eine gewisse Zeit ausnutzen, bis er verbraucht ist. Anschließend trägt der Neuigkeitseffekt nicht mehr zu Motivationsvorteilen bei den neuen Medien bei (siehe „3.3.3 Unentschieden“).

Unbestritten ist, dass das Lernen mit neuen Medien und mit multimedialem Lernmaterial den Lernprozess und die Wissensvermittlung bereichern kann, wenn den Lernenden nicht nur alte Fakten multimedial unterstützt, in neuer Form, angeboten werden. Interessanterweise wird ja üblicherweise vom *Lehrbuch* aber von *Lernsoftware* gesprochen. Dies macht deutlich, wie Lernende über die Interaktions- und Kommunikationsmöglichkeiten der neuen Medien in den Lernprozess eingebunden werden und diesen selbst gestalten können:

„Die Hypermedia-Technologie eröffnet Möglichkeiten, konstruktivistische Lerntheorien in Kombination mit instruktionalen Komponenten praktisch umzusetzen: Hypermedia ist geeignet, unstrukturierte Gegenstandsbereiche abzubilden sowie deren Erschließung aus unterschiedlichen Perspektiven zu ermöglichen. Es unterstützt allgemeine kognitive und situative Bedingungen erfolgreichen Lernens wie kognitive Plausibilität, konstruktives Lernen, kontextgebundenes Lernen, kognitive Flexibilität und kooperatives Lernen [Tergan 1997]. [...] Dabei kann es unter Einbeziehung der Kommunikationstechnologie den allgemeinen bildungspolitischen Anforderungen nach der Schaffung von Lernumgebungen zur Realisierung offenen und flexiblen Lernens gerecht werden.“ – Mittrach 1999, S. 26

Natürlich liegt eine Chance multimedialer Lernsysteme zur Unterstützung der Wissensvermittlung in ihrer Fähigkeit zur Integration vieler Informationen und Medien. Schulmeister 1997 führt auf, dass neue Medien den kombinierten Zugang zu einer Vielzahl an Quellen und unterschiedlichen Informationsorten (Daten, Texte, Bilder, Ton, Filme) erleichtern. Der einfachere und schnellere Zugang zu Quellen lässt mehr Zeit für das Lernen von Inhalten und erhöht die Effizienz des Lernens. Der Reichtum an Informationen, deren vielfältige Präsentation und die einfachen Kommunikationsmöglichkeiten führen zur Konfrontation mit einer Vielfalt an Meinungen, was die Nachdenklichkeit anregen, die Reflexion fördern und pluralistische Sichtweisen provozieren kann (Schulmeister 1997, S. 13). Fachlich kompetente und didaktisch geschulte Lehrende können zudem beim Erstellen von Lernsystemen kooperieren und ihr Wissen in anschaulicher Form weithin zugänglich machen.

Animationen und interaktive Filme, die in multimedialen Lernsystemen von den Lernenden selbst gesteuert werden können, unterstützen nach Park 1994, pp. 23f folgende didaktische Funktionen besser als Grafiken und Texte in traditionellen Lernsystemen:

- Beim Lernen von Prozeduren lassen sich sequentielle Abläufe realitätsnah demonstrieren;
- Kausale Zusammenhänge in komplexen Systemen lassen sich veranschaulichen;
- „Unsichtbares Verhalten“ und „unsichtbare Funktionen“ lassen sich darstellen;
- Aufgaben, die verbal nur schwer zu beschreiben sind, lassen sich illustrieren;
- Abstrakte und symbolische Konzepte lassen sich durch visuelle Analogien beschreiben;
- Animationen lenken Aufmerksamkeit und können motivierend wirken.

Darüber hinaus können Animationen, interaktive Werkzeuge und Simulationen in multi-medialen Lernsystemen die Wahrnehmung und die Kreativität der Lernenden anregen (siehe z.B. Gendolla 1997b, S. 75f, 80f). Sie bieten damit verstärkt Gelegenheit zu handlungsorientierter Konstruktion von Wissen bei den Lernenden aufgrund eigener Tätigkeiten und Erkenntnisse (Schulmeister 1997, S. 13). Reinmann-Rothmeier/Mandl 1996 beschreiben, wie neue Medien durch ihre Fähigkeiten speziell der Präsentation und Interaktion situierte und authentische Lernumgebungen mit multiplen Kontexten gemäß konstruktivistischen Lernprinzipien formen können. Die Kommunikation in Netzwerken ermöglicht die soziale Interaktion und die Kooperation beim Lernen.

Laut Euler 1992, S. 32ff ermöglicht computerunterstütztes Lernen die Individualisierung des Lernprozesses. Die Lernenden bestimmen flexibler, was, wann und wo sie lernen wollen. Das multimediale Lernsystem – entsprechendes Interaktionspotenzial und technische Umsetzung vorausgesetzt (siehe „3.1.2 Interaktionspotenzial“) – reagiert differenziert auf Vorwissen und Lernstile der Lernenden, auch bei der Auswahl von Präsentationsformen und motivierenden Elementen. Gerade die „Erfolgskontrolle“ kann bei multi-medialen Lernsystemen auf den individuellen Lernfortschritt anstatt auf die Leistungen einer Gruppe (oder die Vorgaben eines Lehrplans) reagieren. Lernende, die durch Erfolgserlebnisse zu weiterem Lernen motiviert werden, erhalten unmittelbar nach jedem Schritt eine Rückmeldung über ihren Lernfortschritt. Fehler werden vom Lernsystem erkannt und können sofort korrigiert werden. Lernende, die vor allem Angst vor Misserfolgen haben, können im anonymen Lernsystem ohne Angst vor Bestrafung Fehler machen (Euler 1992, S. 37; vergleiche auch Schulmeister 1997, S. 49). Die im Vergleich zu Präsenz-Lerngruppen anonymere Atmosphäre kooperativer vernetzter Lernsysteme erleichtert vielen Lernenden auch die Beteiligung an Gruppenarbeit und an Diskussionen, z.B. in Mailing-Listen oder im Chat.

Zur Flexibilität von Lehrbüchern meint Groeben 1982, dass es

„praktisch unmöglich [ist], für bestimmte Leserpopulationen unterschiedliche Versionen von Lehrbüchern herzustellen; [...] (ganz zu schweigen von der Unmöglichkeit, komplizierte Verfahren der Diagnose von Lesermerkmalen z. B. vor einem Buchkauf durchzuführen).“ – (Groeben 1982, S. 11)

Was für das Medium Buch unmöglich scheint, lässt sich beim Medium Software jedoch verwirklichen. Der Inhalt kann – wie beim Computerspiel – in mehreren Schwierigkeitsebenen angeordnet sein, die für Lernende mit geringem Vorwissen anders erschlossen werden als für Lernende mit großem Vorwissen. Dabei kann die Software – z.B. anhand des Erfolgs beim Beantworten von Quizfragen – den Fortschritt der Lernenden automatisch bestimmen und die Präsentation des Lernstoffs entsprechend anpassen. Die Seiten eines elektronischen Buches müssen noch nicht einmal fest erstellt sein, sie können on-demand, also anfragespezifisch, aus Datenbanken generiert werden.

Die Flexibilität neuer Medien ermöglicht die schnelle Reaktion auf neue Lernanforderungen. Statt neue Lernmaterialien z.B. als Buch oder Film zusammenstellen, herstellen und verlegen zu müssen, können neue Lerninhalte in kurzer Zeit über Netzwerke verfügbar gemacht und verteilt werden. Neue Medien fördern damit lebenslanges, bedarfsorientiertes Lernen, das vor allem auf der ständigen Aktualisierung eines vorhandenen Basiswissens beruht. Klein et al. 1999, S. 4 dokumentieren, dass selbstgesteuertes Lernen mit neuen Medien in diesem Kontext in der betrieblichen Weiterbildung positiv aufgenommen wird, um z.B. dem Qualifizierungsbedarf von Angestellten in Unternehmen zu entsprechen.

Die Enquete-Kommission des deutschen Bundestags zum Thema „Deutschlands Weg in die Informationsgesellschaft“ geht in ihrem Schlussbericht nach umfangreichen Diskussionen und Befragungen von Expertinnen und Experten davon aus, dass neue Medien Methodenlernen, individuelles und kooperatives Lernen, interdisziplinäres Lernen, globales Lernen und dynamisches Wissen unterstützen können. Dadurch würden multimediale Lernsysteme zur Lernform der zukünftigen Gesellschaft und sind entsprechend zu fördern (Deutscher Bundestag 1998, S. 139ff).

3.3.2 Contra Neue Medien

Ein wesentlicher Hinderungsgrund gegen den Einsatz neuer Medien ist die eingeschränkte Kommunikation zwischen Mensch und Maschine, oder auch zwischen Mensch und Mensch bei der Verwendung von Maschinen, z.B. in Kommunikationsnetzwerken. Computer können nicht die gesamte Bandbreite menschlicher Kommunikation wiedergeben, vermutlich werden sie das auch in einiger Zukunft nicht tun. Euler 1992 fasst dies in sieben Thesen über die „kommunikative (Ohn-)Macht des Computers“ zusammen. Demzufolge bleibt Kommunikation zwischen Lernenden und Computern im Allgemeinen anonym, einseitig direktiv, erfahrungsreduziert, sprachreduziert, gefühlsreduziert, statisch und ohne Verantwortungsübernahme (Euler 1992, S. 40ff). Ähnliche Schwierigkeiten bestehen bei der Kommunikation über E-Mail, Chat oder Audio- und Videokonferenzen: Wesentliche Merkmale menschlicher Kommunikation wie Gestik oder Körperhaltung gehen verloren, es kommt leichter zu Missverständnissen und Frustration. Der kognitive Aufwand für schriftliche Kommunikation (z.B. per E-Mail) ist höher als für mündliche (z.B. im Gespräch), was möglicherweise zu einer Einschränkung und Verkürzung der Kommunikation führt. Audio- und Videokonferenzen erfordern hohen organisatorischen Aufwand schon bei der Gestaltung der Übertragungsräume. Persönliche Kontakte zu anderen Lernenden und zu Lehrenden sind demnach ein wichtiger Teil des Lernens und sollten nicht vollständig durch neue Medien ersetzt werden.

Die Anonymität und Unverbindlichkeit neuer Medien führt zu einer anderen Lerneinstellung. Die Aufnahme von Wissen aus Bildschirmmedien bleibt oft oberflächlicher als aus Drucksachen (Salomon 1984; Weidenmann 1989). Die Authentizität von Lerninhalten steht eher in Frage, wenn keine Lehrperson „mit ihrem Namen“ für die Qualität der Inhalte steht. Dies gilt vor allem für Informationen aus dem World Wide Web, bei denen oft die genauen Quellen und der Stand der Aktualisierung unklar bleiben.¹⁹

Generell bleibt der Eindruck mediatisierter Erfahrungen hinter unmittelbarer Anschauung zurück. Wünschenswert ist deshalb, dass zu einem Teil auch echte Objekte und reale Bedingungen, wie sie der späteren Anwendung des Gelernten entsprechen, in die Wissensvermittlung einbezogen werden (Euler 1992, S. 36f; Deutscher Bundestag 1998, S. 147; E.U. Heidt 1989). Sowieso lassen sich nicht alle Lerninhalte multimedial vermitteln, insbesondere beim Erwerben motorischer Fähigkeiten oder sozialer Kompetenzen.

Technische Probleme führen zum Teil zu Akzeptanzproblemen bei multimedialen Lernsystemen. Die Darstellung ist auf das Bildschirmformat begrenzt, während Bücher und Skripte nebeneinander gelegt werden können, bis der Schreibtischplatz ausgeschöpft ist. Viele

¹⁹ Für die Wissensvermittlung an Kinder und Jugendliche kommt hinzu, dass im WWW leicht auf anstößige und kriminelle Inhalte zugegriffen werden kann. Für Schulen schafft dies rechtliche Probleme, wenn das WWW zur Recherche verwendet wird und die Lernenden vor jugendgefährdenden Inhalten nicht geschützt sind.

Menschen lesen lieber von Papier, das sie ohne Probleme überallhin mitnehmen können – im Gegensatz (noch) zum Computer (Hasebrook 1995, S. 29f, 293). Umfangreiche Materialien wie z.B. Filme lassen sich derzeit aufgrund geringer Bandbreiten noch kaum über Netzwerke bis zu den Lernenden übertragen.

Neue Techniken der Arbeit und des Lernens mit elektronischen Dokumenten (z.B. die Suche in Texten, das Anlegen von Notizen oder der Vergleich mehrerer Dokumente) müssen erst erlernt werden (Oberle/Wessner 1998, S. 130). Die Bedienung multimedialer Lernsysteme (z.B. Navigation, Koordination von Tätigkeiten und Auswahl von Präsentationen) stellt eine zusätzliche Belastung der Lernenden dar (“Cognitive Overhead”), die möglicherweise auf Kosten des Lernens geht.²⁰

Trotz aller Vorteile selbstgesteuerten Lernens ist es vielen Lernenden lieber, von einer Autorität „an die Hand“ genommen zu werden und einer klar vorgegebenen Lernstruktur folgen zu können. Bei Problemen wünschen sie eine menschliche Ansprechperson, die ihnen hilft und sie zu weiterem Lernen motiviert. Multimediale Lernsysteme als Stand-Alone-Anwendung (z.B. Lernsoftware auf CD-ROM) bieten im Gegensatz zu personengeführtem Lernen keine Möglichkeit der individuellen Betreuung oder Motivation. Auch können die Lerninhalte nicht an die Erfahrungswelt der Lernenden oder an tagesaktuelle Themen angepasst werden, wie dies z.B. im traditionellen Unterricht möglich ist. Das Lernmaterial multimedialer Stand-Alone-Anwendungen ist fest vorgegeben und kann meist nicht mehr verändert oder ergänzt werden.

Wilke 1996 sieht folgende Probleme bei der Einführung neuer Medien: Zunächst müssen die organisatorischen Voraussetzungen für die Verbreitung neuer Medien geschaffen sein. Ähnlich dem Verlagswesen zur Herstellung und Verteilung von Drucksachen positioniert sich im Moment ein elektronisches Anbietersystem zur Herstellung und Verteilung elektronischer Medien in Netzwerken, die sogenannten Content-Provider. Je nach ökonomischer Entwicklung entscheidet sich in der Folge, welche Anbieter am Markt bleiben und wie groß dieser ausfällt. Größtenteils noch ungelöst sind Rechtsfragen, die z.B. die Verbreitung von Inhalten über neue Medien betreffen. Die Akzeptanz neuer Medien in der Gesellschaft ist ebenfalls noch ungewiss. Nach einer Pionierphase und der Annahme multimedialer Systeme durch Trendsetter befindet sich der Markt derzeit in der Phase starken Wachstums (Booz· Allen & Hamilton 1997). Noch ist nicht entschieden, ob Multimedia zur Standardausrüstung der Haushalte zählen wird wie z.B. das Telefon, oder in seiner Verbreitung begrenzt bleibt wie z.B. Videokameras (siehe z.B. Horx 2000). Davon wird abhängen, ob neue Medien flächendeckend auch für Lernsysteme eingesetzt werden können oder nicht. Auch die Konsequenzen der Einführung neuer Medien auf die Gesellschaft lassen sich noch nicht absehen. Führt der freie Informationszugang zu mündigen Bürgern und einer Demokratisierung der Gesellschaft? Oder ermöglicht die elektronische Vernetzung die allumfassende Kontrolle, also die Entmündigung der Einzelnen und “Big Brother”?

Noch ist unklar, welche Auswirkungen der Nutzung neuer Medien durch eine zukünftig erweiterte Medienkompetenz der Lernenden kompensiert werden. Falls sich bestätigt, dass der Einsatz neuer Medien zur Wissensvermittlung vor allem bereits erfahrenen Lernenden – und somit auch leicht und schnell Lernenden – zugute kommt (siehe z.B. Gerdes 1997a,

²⁰ „Browsing hypermedia places significant demands upon the user, demands that may take energy from the more important process of learning.“ (Jonassen/Grabinger 1990, p. 20). Vielleicht ist in paar Jahren die Navigation in multimedialen Systemen aber genauso gängig wie die Navigation in Büchern, so dass kein Unterschied in der kognitiven Belastung mehr besteht.

S. 77ff), würde die zunehmende Computerisierung der Lernwelt (z.B. die Ausstattung von Schulen mit Rechnern oder die Verlagerung der Weiterbildung in Betrieben auf Lernsoftware zum Selbstlernen) zu einer wachsenden Benachteiligung derer sorgen, die Schwierigkeiten mit dem Lernen haben. Klein et al. 1999 weisen darauf hin, dass sich einige vom Landesinstitut für Schule und Weiterbildung (LSW) in Soest befragte Bildungseinrichtungen dieser Gefahr bewusst sind. Aufgabe der Gesellschaft (im Rahmen der Bildungspolitik) sollte sein, Chancengleichheit beim Lernen herzustellen durch eine gezielte Förderung Benachteiligter, um deren weitere Benachteiligung zu verhindern (Klein et al. 1999, S. 10).

3.3.3 Unentschieden

Ein Ziel vieler war (und ist), Aus- und Weiterbildung durch den Einsatz neuer Medien kostengünstiger zu gestalten, um damit unter anderem den Bildungshaushalt finanziell zu entlasten. Großes Einsparungspotenzial besteht demnach aufgrund wegfallender Anfahrtswege zu Lehrinstituten, wenn Lernen dezentralisiert und deinstitutionalisiert wird (siehe „2.1.1 Der Wissensbegriff im Wandel der Zeit“). Insbesondere Firmen sparen Geld, wenn die Mitarbeitenden zu ihrer Fortbildung nicht mehr auf teure Seminare (inkl. Reisekosten, Übernachtung und Fehlzeiten am Arbeitsplatz) angewiesen sind, sondern in der Nähe ihres Arbeitsplatzes und flexibel in Zeiten geringerer Belastung Lernsoftware auf CD-ROM oder das firmeneigene Intranet nutzen können (z.B. Bruns/Gajewski 1999, S. 139ff; Klein et al. 1999, S. 4, 6f). Hochschulen könnten die Überbelegung der Hörsäle und Seminarräume verringern, wenn die Studierenden von zu Hause Zugriff auf das Lernmaterial hätten, an Übungen teilnehmen und evtl. sogar Prüfungen ablegen würden. Schließlich könnte hochdotiertes Personal sich vor allem der Forschung widmen, wenn die einmal ausgearbeitete Vorlesung im WWW abrufbar ist und nicht Jahr für Jahr wiederholt gelesen werden muss. Vielleicht wäre auch insgesamt weniger Lehrpersonal nötig, falls Strucks Rechnung stimmt:

„Für 70.000 bis 100.000 Mark ließe sich angeblich jede Schule auf den neuesten technologischen Stand [bezüglich einer Ausstattung mit Computern] bringen; ein Lehrer würde pro Jahr etwa ebenso viel kosten. Daher muß langfristig schon geprüft werden, ob man immer nur wieder neue Lehrer einstellt oder ob man auf den einen oder anderen verzichtet, um Schulen für das Multimedia-Zeitalter umzurüsten.“ – Struck 1996, S. 61

Starr/Milheim 1996 sowie die Enquete-Kommission des Deutschen Bundestags (Deutscher Bundestag 1998) sehen aber gerade hohe Investitionskosten für Hardware und Software (erstmalige Anschaffung und ständig notwendige Aktualisierung) als Barriere für den Einsatz neuer Medien zur Wissensvermittlung (siehe auch Bruns/Gajewski 1999, S. 193ff; Hasebrook 1995, S. 203f). Laufende Betriebskosten (z.B. Zugangsgebühren für Online-Dienste, Wartungskosten) belasten zusätzlich die Haushalte. Bevor neue Medien zum Lernen eingesetzt werden können, benötigen die meisten Lehrenden Fortbildungen, um sowohl medien-didaktisch als auch technisch den neuen Möglichkeiten gewachsen zu sein. Oft ist auch Angst der Lehrenden vor einem Kontrollverlust über die Lernprozesse und vor der technischen Überlegenheit der Computer-Kids aufzuarbeiten. Diese „Train the trainer“-Ausbildung kostet wiederum Zeit und Geld, was der Verbreitung neuer Medien entgegen steht (Deutscher Bundestag 1998, S. 332ff; Starr/Milheim 1996, p. 20).

Letztlich gilt, dass Multimedia kein Allheilmittel zur Verbesserung der Bildung ist. Der Einsatz neuer Medien in Kombination mit klassischen Lehr- und Lernmethoden bietet Möglichkeiten zur Bereicherung des Lernens. Wichtig für den Einsatz multimedialer Lernsysteme ist deren durchdachte Gestaltung und ausreichende Verbreitung. Das beste Lernsystem nützt nichts, wenn es seine Zielgruppe nicht erreicht oder nicht auf diese

abgestimmt ist und also nicht angenommen wird (Deutscher Bundestag 1998, S. 169). Das folgende Kapitel stellt Ansprüche und Anforderungen an multimediale Lernsysteme zusammen, damit diese Lernprozesse wirkungsvoll initiieren und unterstützen können.

4 Ansprüche und Anforderungen an multimediale Lernsysteme

Nicht dann ist ein Höchstes erreicht, wenn die Technik des Lehrens virtuos ist, sondern wenn der Schüler in den sicheren Besitz einer Technik der geistigen Arbeit kommt.

Hugo Gaudig¹

4.1 Entwicklung multimedialer Lernsysteme

4.1.1 Zielgruppenorientierung

Vásquez/Angulo 1992 vergleichen die Entwicklung einer Lernsoftware mit dem Entwurf eines Architektur-Projekts: Wesentlich ist die Berücksichtigung der Interessen der zukünftigen Nutzerinnen und Nutzer. Ideal wäre in beiden Fällen, für jedes Projekt eine maßgeschneiderte Lösung zu finden – aus einer Vielzahl an Gründen lässt sich dies nur für wenige Projekte verwirklichen. So wie nun aber die Architektur gelernt hat, flexible Gebäude-„Prototypen“ zu entwerfen, die für viele Wohnungssuchende mit unterschiedlichen Bedürfnissen, Ansprüchen und Wünschen zu zufriedenstellenden Lösungen angepasst werden können, müssen Lernsoftware-„Prototypen“ gefunden werden, die flexibel an die Bedürfnisse, Ansprüche und Wünsche der Lernenden angepasst werden können. Eine Reihe an Lernsoftware-Prototypen sind in „3.1 Klassifizierung multimedialer Lernsysteme“ beschrieben. Die Anpassung und Individualisierung erfolgt am besten durch die Beteiligung der zukünftigen Nutzerinnen und Nutzer, der Zielgruppe der Lernenden, an der Entwicklung eines Programms.

Vásquez/Angulo 1992 bezeichnen diese zielgruppennahe Programmentwicklung als “prototyping by students” (Vásquez/Angulo 1992, p. 175). Für die beteiligten Lernenden führt die Verbindung von Lernen und Lehre zu einer hohen Motivation bei der Beschäftigung mit dem Lernstoff. Der intensive Kontakt mit anderen Lernenden und der Zwang zur Überarbeitung alles Gelernten zur Präsentation in der Lernsoftware schafft einen dauerhaften Lernerfolg. Für die Nutzerinnen und Nutzer des fertigen Programms bleibt als Vorteil, dass die Auswahl des Stoffs von Personen beeinflusst wurde, die ihnen bezüglich Lerninteresse, Vorwissen und Lernmethoden nahe stehen. Probleme, die bei der Anwendung des Programms oder beim Verständnis des Inhalts entstehen können, sind mit großer Wahrscheinlichkeit bereits während der Programmentwicklung aufgetreten und wurden bei einer sukzessiven Überarbeitung berücksichtigt.

Webb 1996 merkt kritisch Grenzen der Einbeziehung der Zielgruppe in die Programmentwicklung an. In Anlehnung an Probleme soziologischer Untersuchungen schreibt er, dass

- “• users don’t know what they need
- users don’t know what is good for them
- users can’t articulate their needs, even when they do know them

¹ Gaudig 1909, S. 1

- users change their mind
- users say different things to different people
- users disagree with other users about what they need
- users may not be *real* users at all.” – Webb 1996, p. 77

Solange in die Entwicklung eines multimedialen Lernsystems erfahrene Kräfte eingebunden sind, die hinsichtlich Inhalt, Didaktik und Technik die Bedürfnisse der Zielgruppe einschätzen und umsetzen können, ist eine Orientierung des Produkts an den Bedürfnissen der Lernenden möglich. Außerdem können Lernsysteme so gestaltet sein, dass sie – wie gut gestaltete neue Gebäude – den Nutzenden eine Orientierung am Produkt ermöglichen:

“A new building will initially be unfamiliar to its users, challenging existing knowledge and practice but a well designed building will help people navigate, permit new organizational structures and work layout and it will be sympathetic to a wider environment.” – Webb 1996, p. 80

In Fällen, in denen die Zielgruppen schlecht definiert (sehr heterogen oder in ihren Eigenschaften wenig erforscht) oder nur schwer erreichbar sind, muss von einer Einbindung in die Programmentwicklung abgesehen werden. Die Produktion der Software ist dann weniger prozess- als vielmehr produktbezogen und orientiert sich – ähnlich einer Filmproduktion – an den erwarteten Bedürfnissen einer Mehrzahl der angesprochenen späteren Lernenden (Webb 1996, p. 80f).

4.1.2 Entwicklungsumgebungen und -wege

Die Entwicklung von Lernsystemen beschreibt z.B. Issing 1997 (siehe auch Bodendorf 1990, S. 75ff; Dick/Carey 1985; Euler 1992, S. 85ff; Okey 1990; Schott 1991) als Abfolge von Analyse, Planung, Entwicklung und Einsatz mit begleitender Evaluation und Revision (Issing 1997, S. 200ff). Während der Analysephase wird zunächst die Aufgabe des Lernsystems definiert: Welches Thema soll mit welchem Ziel an welche Zielgruppe vermittelt werden? Welches Lernparadigma (siehe „3.1.1 Lernparadigma“) wird verfolgt? Anschließend werden die Grundlagen für die Erstellung des Lernsystems ermittelt: Welches Vorwissen kann als Ausgangspunkt vorausgesetzt werden, wie kann die Zielgruppe zum Lernen motiviert werden, welche Lernansätze und Arbeitsmethoden werden bevorzugt? Darauf aufbauend werden in einem Vorentwurf Lerninhalte, Lernziele und Bezüge des Lernsystems (intern und extern) erarbeitet. In der weiteren Entwicklung wird ein didaktisches Konzept zur Vermittlung der Lerninhalte – eine Vermittlungsstrategie – erstellt. Das Interaktionspotenzial des Lernsystems (siehe „3.1.2 Interaktionspotenzial“) und die Programmstruktur (siehe „3.1.3 Programmstruktur“) werden festgelegt. Die zur Vermittlung geeigneten Methoden und Medien (siehe „3.2.2 Klassische Methoden – neue Medien?“) werden ausgewählt. Die Ausführung des Lernsystems beinhaltet die multimediale Produktion der Lernmaterialien, die Gestaltung interaktiver Elemente, die technische Umsetzung (Programmierung) und die Erstellung programmbegleitender Elemente wie z.B. Benutzungshandbuch, Installationsprogramm und Informationsmaterial. Vor der endgültigen Verbreitung soll das „Lernprogramm [...] mit ‚typischen‘ Adressaten **didaktisch erprobt** und anschließend optimiert worden [sein]“ (UVM-NW 1999; Hervorhebung im Original). Unter Umständen muss ein Lernsystem mehrere Zyklen der Evaluation und Revision durchlaufen, bevor es den Ansprüchen der Lernenden und Lehrenden gerecht wird.

Welche Entwicklungsumgebung für die Erstellung eines Lernsystems am besten geeignet ist, lässt sich anhand folgender Kriterien entscheiden (E.U. Heidt 1989, pp. 396; Korhonen/-Väliharju 1997, pp. 39ff; Freibichler 1997; Reiser/Gagné 1983, pp. 14ff):

- Aufgaben des Lernsystems (Lernziele, Lerninhalte, erwartete Lernergebnisse);
- Eigenschaften der Zielgruppe und der Lernumgebung (Zusammensetzung der Lerngruppe, Lernort, Lernstile, Vorwissen);
- Instruktionsmethodik (Lernparadigma, Interaktionspotenzial, Programmstruktur);
- wirtschaftliche Rahmenbedingungen (Kosten für Erstellung, Verbreitung und Einweisung von Fachpersonal);
- technische Ansprüche (Qualität, Kompatibilität, Flexibilität und Bedienungs-freundlichkeit);
- lernadministrative Anforderungen (Organisation und Steuerung der Lernumgebung).

Euler 1992 beschreibt als nach wie vor gültigen Entwicklungsstand, dass bezüglich der Gestaltung von Lernsystemen eine Vielzahl an Modellen besteht:

„Die Fülle an Modellen [...] deutet darauf hin, daß sie die je eigenen Erfahrungen und Präferenzen ihrer Autoren widerspiegeln; es scheint nicht den Königsweg zur qualitativ hochwertigen Lernsoftware zu geben [...].“ – Euler 1992, S. 74

Dies liegt unter anderem daran, dass für jedes Fachgebiet eine spezifische Vorgehensweise sinnvoll ist. Kein Entwicklungsmodell kann für für alle Lernziele, Zielgruppen, Lerninhalte und Lernmethoden gleichermaßen geeignet sein.

4.2 Didaktischer Rahmen

4.2.1 Lernprinzipien

Die Entwicklung von Lernsystemen lässt sich am „didaktischen Tetraeder hypermedialer Wechselwirkungen“ nach Fischer/Mandl 1990 orientieren (Abbildung 4.1). Mit diesem Modell lassen sich die Beziehungen zwischen lernender Person, Lernziel, Lernaktivität und Lernmaterial beschreiben:

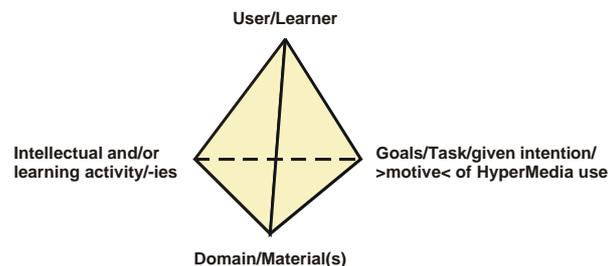


Abbildung 4.1: „Model of hypermedia interactions“ (Fischer/Mandl 1990, p. XX).

- An wen richtet sich das Lernsystem?;
- Welches Lernziel soll erreicht werden?;
- Welche Lernaktivitäten sind nötig, um das Lernziel zu erreichen?;
- Welche Materialien und Werkzeuge sind geeignet, die Lernaktivitäten zu unterstützen?

Nach Soloway et al. 1996 (vgl. Hietala/Niemirepo 1997) haben Lernsysteme dabei folgende Aufgaben: Sie sollen Lernende zum Lernen motivieren. Sie sollen die Lernenden beim Lernen begleiten und zu Lernfortschritten führen. Sie sollen verschiedene Lernansätze, -stile und -wege bei unterschiedlichem Vorwissen der Lernenden unterstützen. Als „fünf Finger“ der „unsichtbaren Hand des lebendigen Lernens“ nennen Arnold/Schüßler 1998, S. 148ff:

- Learn-Mapping:
Die Lerninhalte seien nicht linear strukturiert, sondern als didaktische Landkarte organisiert, deren Terrain von den Lernenden selbst erschlossen werden soll;
- Lernschleife:
Die Lerninhalte sollen von den Lernenden ganzheitlich und selbstständig erarbeitet werden – gegliedert in Phasen der Auftragsübergabe (Arbeitsauftrag an die

Lernenden), des selbstständig-produktiven Erschließens (Arbeit in Kleingruppen), der Präsentation (mit Diskussion und Reflexion der Arbeitsergebnisse) und Besprechung (Ergänzung und Vertiefung der Arbeitsergebnisse);

- Didaktisches Sechseck:
Lebendiges Lernen umfasst neben der „Sache“ (Fachwissen, Lehrplaninhalte oder Lerngegenstände) auch die Lernenden als Einzelperson und Lerngruppe sowie deren Fach-, Methoden- und Sozialkompetenz;
- Offen gestaltbare Medien:
Die Lernmedien sollen die Prozesshaftigkeit des Lernens widerspiegeln, indem sie nicht nur Lernergebnisse sondern auch Lernwege dokumentieren;
- Lernermethoden:
Lebendiges Lernen sei zentriert auf die Lernenden, aktivitätsfördernd und selbstständigkeitsfördernd.

Ein allgemeines Lernprinzip ist die *didaktische Reihung* der Lerninhalte. Ein Lernsystem kann dabei vom Allgemeinen zum Besonderen führen – etwa von Zusammenhängen zwischen Mensch, Natur und Architektur (Architektur hat für Menschen eine Schutzfunktion gegenüber Natureinflüssen) über Aufgaben spezieller architektonischer Elemente (Wände schützen vor Hitze, Kälte, Feuchte, Lärm) hin zu detaillierten Informationen über den Aufbau dieser Elemente (mehrschichtige Wände bestehen aus tragenden Strukturen, Wärmedämmschichten und Feuchtesperren). Möglich ist auch die umgekehrte Reihung vom Besonderen zum Allgemeinen – etwa vom Gewitterregen über den Wasserkreislauf zu globalen Klimamodellen. Ausschlaggebend für die Wahl der didaktischen Reihung sind das Vorwissen der Lernenden und deren Motivation zum Lernen. Bei Hypertext/Hypermedia-Systemen stellt sich das Problem, dass über Verknüpfungen der Lerninhalte eine Vielzahl an Lernwegen möglich ist. Die didaktische Reihung als lineare Bearbeitungsform lässt sich dabei nicht einhalten, was möglicherweise zur Verwirrung und Überforderung der Lernenden führt (Gerdes 1997a, S. 62ff). Guided Tours können die Navigation im Hypertext/Hypermedia-System unterstützen und die didaktische Reihung als Lernprinzip beachten. Intelligente tutorielle Systeme können Verknüpfungen gemäß dem Lernfortschritt der Lernenden kommentieren und so einen ungewollten Schwierigkeitssprung vermeiden (Strzebkowski 1997, S. 285).

Ein für die Architektur weit verbreitetes Lernprinzip ist das *Lernen anhand von Beispielen*. Beispiele guter Architektur werden in Fachzeitschriften und -büchern veröffentlicht, Beispiele schlechter Architektur erscheinen in Bauschadensberichten und -datenbanken. Lernende können anhand der Beispiele Anregungen für eigene Projekte, Lösungen für Probleme und Hinweise auf weitere Lernziele finden. Der Wunsch, anerkannte architektonische Projekte in eigenem Stil oder mit anderen Optimierungskriterien weiter oder neu zu entwickeln, kann eine wesentliche Motivation für die Beschäftigung mit Lernmaterialien zur Aus- und Weiterbildung sein. Die Bedeutung der Imitation von Ideen und Verhaltensweisen für die menschliche Entwicklung entspricht nach Blackmore 1999 sogar der Bedeutung genetischer Evolution durch Veränderungen im Erbgut.

Wichtig ist auch das *Lernen aus (eigenen) Fehlern* – das *Lernen durch Versuch und Irrtum*. Ein wesentliches Element der Montessori-Pädagogik ist z.B. die in die Lernmaterialien „eingebaute Fehlerkontrolle“ (Anderlik 1996, S. 36ff). Für multimediale Lernsysteme bedeutet das, dass Rückmeldungen zu interaktiven Elementen den Lernenden unmittelbar

aufzeigen müssen, ob das gewünschte Ergebnis einer Lernhandlung erreicht wurde². Anhand der Rückmeldung kann in weiteren Durchgängen iterativ versucht werden, Fehler in der Bearbeitung zu vermeiden und das Ergebnis der Lernhandlung zu optimieren.

4.2.2 Möglichkeiten der Motivation

Um einen nachhaltigen Lernerfolg zu erzielen, ist eine andauernde Motivation der Lernenden zum Lernen notwendig. Die Motivation kann aus „Sachzwängen“ folgen, z.B. der Schulpflicht oder der Notwendigkeit von Weiterbildungsmaßnahmen zur Vermeidung von Arbeitslosigkeit (extrinsische Motivation). Motivation zum Lernen entsteht oft aber aus eigenem Antrieb, z.B. zur Verwirklichung eines Berufsziels (intrinsische Motivation). Dabei sind Menschen von Natur aus neugierig³ – Ziel ist, diese Neugier zu wecken und in Lernwillen umzusetzen. Sowohl Auswahl und Aufbereitung des Lerninhalts als auch die Verwendung interaktiver Elemente und die mediale Gestaltung entscheiden, ob die Lernenden nachhaltig zur Beschäftigung mit dem Lernsystem motiviert werden können.

Um zur Beschäftigung mit einem Lernsystem einzuladen, muss zunächst einmal dessen Nutzen für die Lernenden dargestellt werden. Dies kann durch die Beschreibung allgemeiner Lernziele erreicht werden, die der Situation und den Wünschen der Lernenden entsprechen (z.B. für auf Aufträge angewiesene Architektinnen und Architekten: „Mit diesem Programm lernen Sie, Bauwillige über energie-effiziente Architektur zu beraten.“) Als Mittel zum Motivieren und Aktivieren der Lernenden nennen Boeckmann und Heymen (Boeckmann/-Heymen 1990, S. 5f; Heymen/Boeckmann 1996, S. 64ff, 165) das Anknüpfen an persönliche Erfahrungen der Lernenden, das Stellen von Fragen und Aufgaben als Ansporn zum Lösen von Problemen, die persönliche, möglichst emotionale Ansprache mit konkreten Beispielen und das Provozieren von Widerspruch durch das Aufbrechen und Erweitern bekannter Denkstrukturen.

Solche *stimulierenden kognitiven Konflikte* (Groeben 1982, S. 267ff) lassen sich z.B. durch inkongruente Rückbezüge auf Bekanntes (die Ausnahme zur eben gelernten Regel) oder die Angabe widersprüchlicher Alternativen herstellen. Komplexes, inkohärentes Material steigert bei motivierten Lernenden die Involvierung mit dem Lernstoff (Groeben 1982, S. 270; Ballstaedt 1997, S. 77ff). Neue und überraschende Momente im Lernstoff sowie eingestreute oder nachgestellte Fragen können das Lerninteresse steigern. Verwirklichen lassen sich solche motivierenden Mittel unter anderem durch Fallbeispiele, in denen unerwartete Probleme auftreten, oder durch Rollenspiele, in denen Lernende ungewohnte Aufgaben übernehmen.

Schank et al. 1994 verweisen auf Goal-Based Scenarios mit vielfältigen Interaktionsmöglichkeiten als Mittel zur Motivation. Der Wunsch zum Lösen einer anspruchsvollen Aufgabe weckt den Ehrgeiz der Lernenden. Schank et al. verwenden die Metapher der „Mission“, auf die sich die Lernenden während der Bearbeitung des Goal-Based Scenarios begeben (Schank et al. 1994, pp. 306, 324ff). Schrittweise Veränderungen der Schwierig-

² Für ein Berechnungswerkzeug zur Energiebilanz eines Gebäudes kann die Fehlerkontrolle in mehreren Schritten bedeuten: Sind alle Elemente der Gebäudehülle (Dach, Wand, Fenster, Boden) eingegeben? Sind die Angaben zur Berechnung der Energiebilanz (Flächen von Bauteilen, Angaben zu Bauteilschichten, Materialdaten) vollständig? Entspricht das Ergebnis der Berechnung dem angestrebten Ziel (Erfüllung einer Norm oder Erreichen eines Niedrigenergie-Standards)?

³ Hans Magnus Enzensberger erklärt stellvertretend: „Ich bin nie gern in die Schule gegangen. Aber ich habe immer gern etwas Neues gelernt.“

keiten der zu lösenden Probleme führen die Lernenden zu neuen Erkenntnissen, während sie Informationen suchen und Lernmaterialien und -werkzeuge verwenden.

Nicht zuletzt kann die mediale Gestaltung motivationsfördernd wirken, z.B. durch ansprechende Farbwahl oder die Lerninhalte auflockernde Grafiken und Animationen. Zufallsgesteuerte Programmelemente können helfen, Eintönigkeiten bei der Bearbeitung des Lernsystems zu vermeiden. Insbesondere sollten Fragen zur Lernkontrolle stets in anderer Reihenfolge gestellt werden, um mechanisches Auswendiglernen zu verhindern.

4.2.3 Einsatz von Metaphern

Metaphern ermöglichen als Stilmittel der Literatur vor allem die Veranschaulichung von Sprache. Daneben dienen Metaphern in multimedialen Lernsystemen der Strukturierung der Programme (siehe „3.1.3 Programmstruktur“), der Erläuterung von Aufgaben und Möglichkeiten, der Strukturierung von Aktivitäten und Aktionen und zum Steuern von Interaktionen (Schulmeister 1997, S. 52ff). Metaphern übersetzen abstrakte Elemente beim Bearbeiten von Lernstoff und beim Bedienen von Lernsystemen (z.B. das Aufrufen von Informationen oder das Löschen von Dateien) in bekannte Handlungen (z.B. das Folgen von Wegweisern oder das Wegwerfen in den Papierkorb). Häufig verwendet werden:

- Örtliche Metaphern: Landkarte, Stadt, Gebäude, Körper;
- Zeitliche Metaphern: Sanduhr, Kalender, Zeitleiste;
- Metaphern der Bewegung: Surfen, Browsen, Gehen;
- Erzählende Metaphern: Biographie, Reise, Abenteuer;
- Führende Metaphern: Guide, Agent, Tutor;
- Objektmetaphern: Schreibtisch, Buch, Lexikon, Notizkarten, Galerie, Pinnwand;
- Hierarchiemetaphern: Baum, Ordner;
- Virtuelle Arbeitsplätze: Cockpit, Kontrollraum, Labor;
- Virtuelle Werkzeuge: Lupe, Kamera, Würfel, Kompass.

Wichtig ist, dass die verwendeten Metaphern im Erfahrungsschatz der Zielgruppe enthalten sind und die Umsetzung im Lernsystem verständlich ist. Die Metaphern müssen dem Lernstoff und den Lernzielen angepasst sein – ein Lernsystem über die umweltfreundliche Gestaltung von Städten sollte z.B. kein Auto als Symbol für Verkehrsanbindungen verwenden.

4.3 Auswahl und Aufbereitung des Lerninhalts

4.3.1 Relevanz der Lerninhalte

Lernsysteme müssen vor allem auf die Bedürfnisse der Lernenden eingehen. Wichtigstes Ziel bei der Auswahl der Lerninhalte ist also, für die Zielgruppe und deren Lernziele relevantes Lernmaterial zusammenzustellen. Die Relevanz der Lerninhalte kann sich aus (beruflichen) Aufgaben ergeben, die die Lernenden zu lösen haben, oder aus zu erfüllenden Lehrplänen – in jedem Fall soll das Lernmaterial die Lernenden beim effizienten Erreichen der Lernziele unterstützen.

Dazu müssen die Lerninhalte mit ihren Themen, in ihrem Schwierigkeitsgrad und in den Methoden der Vermittlung den Interessen und Fähigkeiten der Lernenden entsprechen (siehe z.B. Klingberg 1973, S. 92ff; Thomé 1989, S. 70f). Der Bezug der Lerninhalte zu Erfahrungsbereichen der Lernenden und zu weiteren Lernfeldern muss deutlich gemacht werden, um Wissenstransferprozesse zu fördern. Schließlich muss der Umfang der

Lerninhalte an die Bedeutung der Lernziele angepasst sein, so dass die Lernenden ausreichende Möglichkeiten zum Lernen vorfinden, ohne das Gefühl zu haben, mit „unnützen Details“ belastet zu werden. Hier ist sinnvoll, den Lernenden selbst die Kontrolle zu überlassen, wie detailliert und wie umfangreich die Bearbeitung einzelner Inhalte erfolgen soll, indem z.B. Lernmaterial in verschiedenen Schwierigkeitsstufen zur Auswahl gestellt wird.

4.3.2 Informativität und Literarizität

Die Beschreibung multimedialer Lernsysteme (siehe „3.1 Klassifizierung multimedialer Lernsysteme“) zeigt, dass viele Programmtypen Elemente der Information und der Unterhaltung zum spielerischen, entdeckenden Lernen verbinden. Die Schlagworte *Infotainment* oder *Edutainment* entsprechen dieser Ambivalenz multimedialen Lernens. Multimediale Lernsysteme gehen über Informationssysteme hinaus und entsprechen in diesem Punkt der Beschreibung des Sachbuchs nach Groeben 1982. Er sieht das „Sachbuch als Übergang zwischen literarischen und Informations-Texten“ (Groeben 1982, S. 168ff) sowohl für Kinder und Jugendliche als auch zur Popularisierung wissenschaftlicher Inhalte für Erwachsene.

Zwar haben multimediale Lernsysteme nicht zwangsläufig „Sachbuch-Charakter“; für den Inhalt multimedialer Lernsysteme lassen sich aber dieselben Kriterien anwenden, wie sie z.B. Harig 1980 als „unabdingbare Forderungen für eine qualifizierte Sachbuchproduktion“ definiert:

- „- sachlich richtige, fundierte und wissenschaftlich abgesicherte Informationen;
- eine möglichst große Annäherung an den neuesten Stand der wissenschaftlichen Forschung und Diskussion; das setzt eine hinreichende Kompetenz des Autors auf dem betreffenden Sachgebiet voraus;
- eine repräsentative, nicht willkürliche, am Erfolg und Sensationsgehalt des Stoffes orientierte Auswahl und eine Sachdarstellung, die über konkrete Erscheinungen und interessante Details hinweg auf größere Zusammenhänge verweist;
- mehr Offenheit in der Darlegung der Auswahlprinzipien, der Herkunft des Materials und seines Stellenwertes, so daß dem Leser eine Überprüfung des Wahrheitsgehalts der betreffenden Veröffentlichung möglich ist;
- eine durchschaubare übersichtliche Struktur des Werks, bzw. eine Konzeption nach erkennbaren Kompositionsprinzipien;
- eine unterhaltsame, farbige Darstellung, die letzten Endes voraussetzt, daß der Verfasser über ein gewisses Erzähltalent verfügt und die Sachdarstellung mit einer gelockerten, spannenden oder amüsanten Erzählweise verbinden kann.“ – Harig 1980, S. 103

Bei der Gestaltung multimedialer Lernsysteme muss neben aller Wahrheitstreue bei der Auswahl und Darstellung des Lernstoffs auch auf die literarische Qualität der Inhalte geachtet werden. Doderer 1961 fasst die zwei Ansprüche zusammen als:

„Wer belehren will, muß selbst etwas wissen. [...] Und wer unterhalten will, muß von den ästhetischen Gesetzen [...] etwas verstehen.“ – Doderer 1961, S. 14

Als Regel für die Wissensvermittlung in Sachbüchern formuliert er, dass

„[...] nicht nur die Formen der Epik wie Erzählung, Reportage, Abenteuer-geschichte usw. geeignet und nötig [sind], sondern auch eine Sprache, die klar und einfach und dem Laien verständlich ist. Es gilt, Abstraktion in Anschauung umzusetzen.“ – Doderer 1961, S. 35

Die Veranschaulichung abstrakter Themen, die unterhaltsame Involvierung der Lesenden durch Ästhetik ist ein Kernpunkt literarischer Darstellung. Hier spielen wieder Metaphern eine wichtige Rolle bei der Verbindung von Bekanntem und Unbekanntem. Zur literarischen Gestaltung multimedialer Lernsysteme dienen Spannungsbögen, die mit der didaktischen Reihung der Lerninhalte in Beziehung stehen. Weitere Mittel sind Wiederholungen, Einschübe, Gegensätze, Verfremdungen, rhetorische Fragen und zahlreiche andere literarische Figuren.

4.3.3 Aktualität und Handlungsorientierung

Insbesondere im Bereich der Erwachsenenbildung ist die Aktualität der Lerninhalte von großer Bedeutung. Die grundlegende Ausbildung durch Schule, Lehre oder Studium ist abgeschlossen. Beim weiteren lebenslangen Lernen soll der Wissensstand möglichst nah am Stand von Forschung und Entwicklung gehalten werden (siehe z.B. Harig 1980, S. 103). Ausgehend von den (Berufs-)Erfahrungen fortgeschrittener Lernender fordern Heymen/-Boeckmann 1996 eine Orientierung des Lernens an Aufgaben und Problemen statt an abstrakten, theoretischen Modellen (Heymen/Boeckmann 1996, S. 7ff).

Wie bereits ausgeführt wurde, kann eine moderne Lernsoftware sich nicht darauf beschränken, fachliche Inhalte zu vermitteln, ohne gleichzeitig handlungsorientiert auch Methoden- und Reflektionswissen als Lernziele aufzunehmen (siehe „2.1.1 Der Wissensbegriff im Wandel der Zeit“; „2.1.3 Eisberg-Modell der Lernkultur“; „4.2.1 Lernprinzipien“). Neben den Fachkompetenz vermittelnden Informationsmaterialien (in Form von Texten, Grafiken, Animationen, Audio- und Videosequenzen) zählen bei multimedialen Lernsystemen auch die interaktiven Werkzeuge und der Einsatz von Kommunikationsmitteln zum Lernstoff im weiteren Sinne. Das Erlernen des Bedienens von Werkzeugen dient dem Erlangen von Methodenkompetenz bei den Lernenden, ebenso wie der Einsatz von Kommunikationsmitteln zur Informationsbeschaffung. Der Einsatz von Kommunikationsmitteln zur Diskussion unter den Lernenden und mit den Lehrenden (z.B. im Zuge der Bearbeitung von Aufgaben und beim Lösen von Problemen) fördert den Aufbau sozialer Kompetenz.

4.3.4 Medienwahl

“We know that most of our students [...] are mainly ‘image consumers’ and in some cases prolific ‘image producers’. It is well-known that architects and students of architecture read very little and write even less.” – Vázquez/Angulo 1992, p. 175

Außer an den Vorlieben und Fähigkeiten der Lernenden orientiert sich die Medienwahl an den Möglichkeiten einzelner Medien zur Darstellung von Lerninhalten im Hinblick auf die Unterstützung bestimmter Lernziele. E.U. Heidt 1989 und Reiser/Gagné 1983 beschreiben Methoden der Medienwahl, die neben audiovisuellen Medien auch direkte Erfahrung an authentischen Objekten und Modellen in die Auswahl einbeziehen.

Nach Reiser/Gagné 1983, pp. 49ff eignen sich direkte Anschauung und direktes Training am Objekt sowie realitätsnahe Simulation – wie sie in multimedialen Lernsystemen erreichbar ist – vor allem zum handlungsorientierten Erwerb von Fertigkeiten. Computergestützte Werkzeuge, die möglichst gut dem Aufgabenbereich der Lernenden entsprechen, motivieren somit vor allem Lernende, die gern eigenständig arbeiten (kinetisch orientierte Lernende). Kooperative Arbeitsumgebungen (z.B. als Groupware) sprechen kinetisch orientierte Lernende und visuell orientierte Lernende an – Lernen erfolgt entweder durch eigene Betätigung oder durch Beobachten der anderen.

In vielen Fällen sind Texte am besten geeignet, in komprimierter Form Fakten, Methoden und abstrakte Theorien darzustellen. Dabei müssen Texte nicht immer nur Lerninhalte präsentieren: Auch Kommunikation über E-Mail, Mailing-Listen oder im Chat sind Formen textbasierten Lernens, die Möglichkeiten zum Memorieren des Gelernten und zum Lernen durch Erklären bieten.

Grafische Darstellungen (Fotos, Bilder, Skizzen, Diagramme etc.) eignen sich vor allem für visuell orientierte Lernende zum Erfüllen kognitiver, affektiv-motivationaler und dekorativer Funktionen. Bilder und Grafiken können z.B. Lerninhalte darstellen, veranschaulichen oder strukturieren und die Bedienung des Lernsystems erleichtern (kognitive Funktion), zum Lernen stimulieren oder die Aufmerksamkeit der Lernenden lenken (affektiv-motivationale Funktion) oder ohne spezielle Lernfunktion das Lernsystem ästhetisch attraktiver machen (dekorative Funktion) (Groeben 1982, S. 226ff; Hasebrook 1995, S. 113ff; Oberle/Wessner 1998, S. 125f; Weidenmann 1997b, S. 108).

Mit dem Abstraktionsgrad der verwendeten Abbilder steigt die Notwendigkeit, die Darstellung an die Zielgruppe der Lernenden anzupassen, indem z.B. deren Vorwissen und Erfahrungen beachtet werden. Bilder bzw. Bildelemente müssen bekannt sein, wenn sie Unbekanntes veranschaulichen sollen. Die bewusste Bildwahrnehmung kann durch Erläuterungen unterstützt werden (Oberle/Wessner 1998, S. 125).

Weidenmann 1997b unterscheidet Abbilder mit Zeigefunktion zur Darstellung von Lerninhalten, Abbilder mit Situierungsfunktion zur Darstellung des Kontexts von Lerninhalten und Abbilder mit Konstruktionsfunktion zur Veranschaulichung komplexer Modelle. Weidenmann weist besonders auf die Möglichkeit der interaktiven Gestaltung zum entdeckenden Betrachten von Bildern hin, was seiner Ansicht nach „den Umgang mit Bildern in Zukunft noch intensivieren und effektiver gestalten“ wird (Weidenmann 1997b, S. 120).

Grafiken sind insbesondere am *Bildschirm* oft leichter lesbar, schneller erfassbar und besser merkbar als Texte, wobei vor allem die Interessen und Fähigkeiten der Lernenden das Verhältnis von Illustration zu Text bestimmen. In der Architektur bestehen z.B. folgende Einsatzmöglichkeiten für grafische Darstellungen:

- Fotos: Darstellung von Gebäuden;
- Skizzen, Pläne: Wiedergabe von Ansichten und Grundrissen;
- Schemazeichnungen, Charts: Darstellung von Leitungsnetzen, Energieströmen etc.;
- Tabellen: Belegung von Räumen, Verwendung von Bauteilen, Bauteileigenschaften;
- Diagramme: Darstellung von Berechnungsergebnissen, z.B. Energiebilanzen;
- Piktogramme: Symbolische Kennzeichnung z.B. von Räumen.

Akustische Elemente sprechen natürlich vor allem akustisch orientierte Lernende an. Oberle/Wessner 1998 nennen als Einsatzmöglichkeiten für akustische Ausgabe (Oberle/Wessner 1998, S. 126f):

- Sprache – als Lerninhalt (beim Fremdsprachenunterricht), zum Vermitteln von Lerninhalten (in Form von Vorträgen oder Erläuterungen), zur Motivation (z.B. durch anspornende Kommentare) und zum Unterstützen der Programmbedienung (über Hinweise an die Lernenden);
- Musik – ebenfalls als Lerninhalt (im Musikunterricht), zur Motivation (z.B. als Tusch beim erfolgreichen Lösen von Aufgaben), zum Lenken der Aufmerksamkeit (durch Rhythmus, Lautstärke und Tempo) und als eher dekoratives Element zum Schaffen einer angenehmen Lernatmosphäre;
- Geräusch – in einigen Fällen als Lerninhalt (z.B. zum Darstellen eines Maschinengeräuschs zur Fehlerdiagnose), zur Situierung (als Hintergrundgeräusch) und Motivation (z.B. durch Klatschen), zum Lenken der Aufmerksamkeit, zum Unterstützen der Programmbedienung (als akustische Rückmeldung über das Ausführen von Aktionen oder als Hinweis auf Ereignisse) und als dekoratives Element.

Weidenmann 1997b sieht vor allem die Möglichkeit, Bilder um Sprache und Geräusche zu ergänzen, um so eine realitätsnähere Wiedergabe der Lerninhalte zu schaffen und den Bildschirm von Text zu entlasten. Auch sei es einfacher, ein Bild zu betrachten und die Erläuterungen zu hören statt zu lesen (Weidenmann 1997b, S. 117f), was Ballstaedt 1997 aber in Frage stellt: Er meint, dass Hörtexte – insbesondere in Verbindung mit Bildern – schwieriger zu verstehen seien als Lesetexte (Ballstaedt 1997, S. 93f). Durch Möglichkeiten zur eigenen Aufzeichnung von Sprache – als akustische Eingabe z.B. zur Ergänzung der Lerninhalte –, wird Memoriation als Lernmöglichkeit gefördert.

Zeitlich ausgedehnte Vorgänge lassen sich am passendsten durch bewegte Medien (Animationen, Filme, gesprochene Texte) veranschaulichen. Neben der Darstellung von Lerninhalten (z.B. durch realitätsnahe Dokumente oder als abstrahierte Veranschaulichungen zeitlicher Abläufe von Vorgängen) eignen sich bewegte Medien zur Auflockerung des Lernsystems und dadurch zur Motivation der Lernenden (z.B. durch Animationen oder Trailer), zur Situierung von Lerninhalten (z.B. durch Darstellungen aus dem Erfahrungsraum der Lernenden) und als Hilfe bei der Programmbedienung (z.B. durch Fortschrittsanzeigen während der Ausführung von Berechnungen). Besondere Möglichkeiten bewegter Medien liegen in der Verwendung von Zeitraffer oder Zeitlupe bei der Darstellung von Vorgängen. Im Bereich Niedrigenergie- und Solararchitektur können so z.B. der durch Gebäudesimulation ermittelte Jahresverlauf der Raumlufttemperatur oder der Energiefluss im Langzeitwärmespeicher visualisiert werden.

Noch bleiben die weiteren Wahrnehmungs- und Ausdrucksmöglichkeiten der Lernenden in multimedialen Lernsystemen weitgehend ungenutzt. Durch die Entwicklung und die Integration weiterer Medien zum Ansprechen zusätzlicher Sinne (siehe „4.5.7 Weitere Ein- und Ausgabemöglichkeiten“) wird versucht, den Möglichkeiten direkter Anschauung an realen Lernobjekten näher zu kommen. Eirund/Schreiber 1998 zeigen, wie direkte Anschauung in ein multimediales Lernsystem eingebracht werden kann. Im Projekt „Umwelt ist draußen“ sind multimediale Informationspunkte in eine Museumslandschaft integriert – multimedial präsentierte Lerninhalte und direktes Naturerlebnis ergänzen sich dabei. In ähnlicher Weise können auch beim Lernen am Computer die Lernenden aufgefordert werden, Übungsaufgaben mit Papier, Bleistift und anderen Materialien auszuführen oder den Computer für bestimmte Lerntätigkeiten zeitweise zu verlassen.

Bei allen Vorzügen einzelner Medien zur Präsentation bestimmter Lerninhalte und zum Unterstützen bestimmter Lernformen sollten immer mehrere Medien gleichzeitig in sich ergänzender Weise eingesetzt werden, um so den individuellen Interessen und Fähigkeiten der Lernenden entgegenzukommen. Auch wenn die oft zitierte Vermutung irrig ist, dass das

Ansprechen mehrerer Sinneskanäle „automatisch“ zu verbesserten Lernleistungen führt, erleichtert die Möglichkeit der *selbstbestimmten* Medienwahl zur Darstellung der Lerninhalte den Lernenden die Aufnahme von Wissen und das Behalten des Gelernten (siehe z.B. Weidenmann 1997a, S. 68).

4.3.5 Verständlichkeit der Lerninhalte

Damit ein Lernsystem Wissen vermitteln kann, müssen seine Inhalte für die Zielgruppe verständlich sein. Auch beim Interagieren der Lernenden mit dem System (z.B. beim Navigieren, beim Bearbeiten von Aufgaben oder beim Bedienen von Werkzeugen und Kommunikationsmitteln) ist wesentlich, dass Hinweise und Rückmeldungen des Lernsystems von den Lernenden *verstanden* werden. Groeben 1982 sieht das *Textverstehen* als Ergebnis des Zusammenwirkens von *Textverständlichkeit* und *Textverständnis* im Rahmen eines Prozesses der Lesepsychologie, dessen Ablauf auch auf multimediale Lernsysteme übertragen werden kann: Ausgehend von einer Lesemotivation (hier: Lernmotivation) entwickelt sich ein Leseinteresse (Lerninteresse).

Die gelesenen Texte (bearbeiteten Lerninhalte) werden abhängig von inhaltlichen Merkmalen (Verständlichkeit) und Bearbeitungskompetenz (Verständnis) „verstehend verarbeitet“ und (mehr oder weniger gut) verstanden. Aus dem Verstehen des Textes (der Lerninhalte) ergibt sich eine bestimmte Wirkung – der Lernerfolg (Groeben 1982, S. 4ff; siehe Abbildung 4.2).

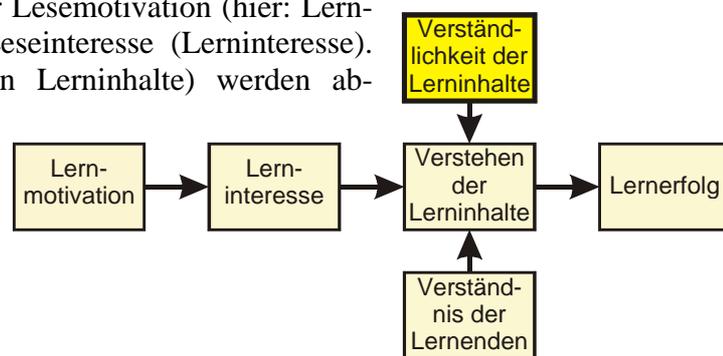


Abbildung 4.2: Verständlichkeit der Lerninhalte in Bezug zum Lernprozess (nach Groeben 1982, S. 6, Abb. 1).

Aus Groebens Analyse zahlreicher Modelle zum Textverständnis (Groeben 1982, S. 18ff) lassen sich verschiedene *Ebenen des Verstehens* entwickeln, die bei multimedialen Lernsystemen in ähnlicher Form auch für Grafiken, Fotos, Animationen, Filme und Tonbeiträge gelten dürften. Mit zunehmender Komplexität des Verstehens folgen aufeinander die Ebenen

- Verstehen der (Wort-, Bild-, Ton-)Bedeutung;
- Verstehen des offen zutage liegenden („wörtlichen“) Sinns;
- Nachvollziehen der Dokumentstruktur und -gliederung;
- Verstehen des impliziten Sinns;
- Feststellen des Ziels und des Bezugs des Dokuments sowie seiner Vorannahmen und Verallgemeinerungen;
- Bewerten der Authentizität (Qualität, Genauigkeit, Echtheit) des Dokuments;
- Bewerten der Situiertheit (Tauglichkeit für eigene Anwendung) des Dokuments;
- Verbinden der (expliziten und impliziten) Informationen und Anregungen des Dokuments mit eigenem Wissen zur Konstruktion neuen Wissens (= konstruktivistisches Lernen).

Zwar werden diese Ebenen beim Lernen nicht bewusst durchlaufen, doch soll bei der Auswahl und Aufbereitung des Lerninhalts für multimediale Lernsysteme darauf geachtet werden, dass Stoff, Form, Stil und Medienwahl den *Verstehensmöglichkeiten* der Zielgruppe angepasst sind (siehe z.B. Klingberg 1973, S. 92ff zur Adaption von Kinder- und Jugendliteratur).

Mit der Frage, wie informierender Text gestaltet werden kann, so dass er von der entsprechenden Zielgruppe ohne spezielle Leseschulung (z.B. zu besonders genauem, schnellem oder kritischem Lesen) gut verstanden und behalten wird, beschäftigen sich vor allem Langer et al. 1993. In ihrem Verständlichkeitsmodell fassen sie zahlreiche Einzelmerkmale von Texten in den folgenden vier Dimensionen zusammen (Langer et al. 1993, S. 16ff), die in ähnlicher Weise sicher auch für die Informationsdarstellung in visueller und auditiver Form gelten:

- Einfachheit – Kompliziertheit;
- Gliederung/Ordnung – Ungegliedertheit/Zusammenhanglosigkeit;
- Kürze/Prägnanz – Weitschweifigkeit;
- Anregende Zusätze – Keine anregenden Zusätze.

Je nach Zielgruppe geben Langer et al. unterschiedliche Empfehlungen für die optimale Gestaltung von informierenden Texten: Lernende mit geringer Lernerfahrung und geringem Vorwissen benötigen klar gegliederte, ausführliche Materialien zum Lernen. Fortgeschrittene Lernende lernen effektiver (und lieber) mit kompakten, knappen (präzisen) Texten. Einige Regeln für „optimal verständliche Texte“ gelten jedoch allgemein (Langer et al. 1993, S. 27f; siehe auch Groeben 1982, S. 223ff; Ballstaedt 1997, S. 42ff):

- Optimal verständliche Texte seien möglichst einfach aufgebaut: Sie enthalten geläufige, anschauliche Wörter in kurzen, einfachen Sätzen. Schwierige Wörter wie Fachausdrücke und Fremdwörter werden erklärt. Die Darstellungsweise ist möglichst konkret statt abstrakt;
- Gute Gliederung und Ordnung von Texten erhöht deren Verständlichkeit. Die Informationen werden didaktisch sinnvoll gereiht. Strukturen des Textes und Beziehungen von Textteilen werden in übersichtlicher Weise offengelegt. Wesentliche Inhalte sind klar gekennzeichnet und von ergänzenden Informationen und Unwesentlichem getrennt;
- Gut verständliche Texte sind nicht zu kurz und nicht zu weitschweifig. Die Detailgenauigkeit ist an die Zielgruppe angepasst, Wiederholungen und Füllwörter sollten vermieden werden. Eine gewisse Redundanz im Text erleichtert jedoch das Verstehen und ermöglicht die Darstellung verschiedener Sichtweisen (Darstellung multipler Kontexte, siehe „2.2.3 Konstruktivistische Lernprinzipien“);⁴
- Anregende Zusätze wie wörtliche Rede, praxisnahe Beispiele und erzählerische Elemente verlängern zwar den Text (und verringern dadurch seine Kürze/Prägnanz), können aber motivierend und involvierend wirken und so bei knappen, gut gegliederten Texten das Verstehen erleichtern. Bei wenig gegliederten, kompliziert aufgebauten Texten sollten anregende Zusätze nach Langer et al. möglichst vermieden werden, um die Textverständlichkeit nicht weiter zu belasten.

Langer et al. belegen ihre Empfehlungen unter anderem anhand der Ergebnisse aus der Untersuchung ausgewählter Originaltexte aus dem öffentlichen Leben (Verträge, Versicherungsbedingungen, Beratungsbroschüren), dem Schulunterricht (Erdkunde, Physik, Biologie) und der Wissenschaft (Abstracts von Zeitschriftenartikeln) (Langer et al. 1993, S. 143ff).

⁴ Hypertext/Hypermedia-Systeme bieten die Möglichkeit, Informationen zu *portionieren*. Kurze einführende Informationsblöcke werden ergänzt durch Verknüpfungen zur Vertiefung von Details oder zum Aufzeigen weiterführender Aspekte.

Das Verstehen von Lerninhalten kann nach Groeben 1982 und Ballstaedt 1997 durch stoffbegleitende Hilfestellungen weiter verbessert werden:

- Vorstrukturierungen („Advance Organizers“), also z.B. Übersichten zur Struktur der Lerninhalte und Hinweise auf inhaltlich verwandte Kapitel, sowie inhaltliche Zusammenfassungen der Lerninhalte erleichtern (in gewissem Maße) die Aufnahme und das langfristige Behalten von Lernstoff. Das Verknüpfen neuer Lerninhalte mit Bekanntem wird gefördert (Groeben 1982, S. 235ff, 243ff; Ballstaedt 1997, S. 54ff);
- Hervorhebungen und Unterstreichungen erschweren zunächst die Aufnahme von Lernstoff, da sie den Lesefluss bremsen. Erfahrenen Lernenden wird das Lernen jedoch erleichtert, indem der Blick auf das Wesentliche gelenkt wird (Groeben 1982, S. 246ff; Ballstaedt 1997, S. 50ff);
- Überschriften und Randbemerkungen erleichtern vor allem bei umfangreichen Lerninhalten die Aufnahme von Wissen, indem sie den Lernstoff strukturieren (Groeben 1982, S. 250f; Ballstaedt 1997, S. 48ff);
- Eingestreute und nachgestellte Fragen sowie stimulierende kognitive Konflikte im Lernmaterial (siehe „4.2.2 Möglichkeiten der Motivation“) erhöhen die Lernmotivation und aktivieren die Lernenden. Gleichzeitig können sie Lerninhalte strukturieren und auf Wesentliches hinweisen und so die Aufnahme von Wissen und das langfristige Behalten von Lernstoff fördern (Groeben 1982, S. 251ff, 267ff; Ballstaedt 1997, S. 77ff).

Die Wirksamkeit dieser Maßnahmen ist zum Teil kaum validiert. Groeben 1982, S. 57ff und Ballstaedt 1997, S. 42ff nennen zahlreiche Studien, die Lerneffekte in Folge mutmaßlicher Textoptimierungen anhand von Verfahren zum Reproduzieren, Wiedererkennen, Einsetzen und Ergänzen von Texten untersuchen.

Eine offene Diskussion ist, ob zum Verständlichmachen des Lernstoffs auch das Offenlegen der Lernziele beiträgt. Zwar fördert die stoffbegleitende Angabe der Lernziele deren Erreichen. Das Erreichen anderer – nicht angegebener – Lernziele wird jedoch erschwert (Groeben 1982, S. 260ff). Und obwohl die generellen Ziele eines Lernsystems bei dessen Entwicklung (unter Berücksichtigung der Zielgruppe) festgelegt werden, schafft selbstbestimmtes, konstruktivistisches Lernen – insbesondere beim Lernen in der Gruppe – sich im Laufe des Lernvorgangs auch eigene Lernziele, die das Lernsystem ergänzen und erweitern. Sinnvoll ist die Angabe von Lernzielen nach Ballstaedt 1997, wenn zur Vorbereitung auf Prüfungen gelernt werden soll und prüfungsrelevante Inhalte dargestellt werden. Dies gilt in ähnlicher Weise, wenn Lerninhalte oder weiterführende Quellen nur unter bestimmten inhaltlichen Aspekten bearbeitet werden sollen (Ballstaedt 1997, S. 44f). Aus konstruktivistischer Sicht sollte im Allgemeinen das selbstgesteuerte, selbstbestimmte Lernen nicht durch die explizite Angabe von Lernzielen innerhalb des Lernmaterials gelenkt werden.

Durch Bearbeiten von Lerninhalten können Lernende eine Verständlichkeitsoptimierung nach ihren eigenen Bedürfnissen vornehmen, indem sie z.B. Anmerkungen und Verweise hinzufügen, Inhalte hervorheben oder durch Kennzeichnungen strukturieren und eigene Materialien zur Veranschaulichung ergänzen (Groeben 1982, S. 288ff). Multimediale Lernsysteme sollten diese Formen selbstgesteuerten Lernens im Rahmen ihrer Interaktionsmöglichkeiten – speziell ihrer Adaptionfähigkeit – unterstützen. Bücher und Zeitschriften bieten diese Bearbeitbarkeit!

4.3.6 Allgemeine Qualitätsmerkmale

Selbstverständlich sollten die Inhalte multimedialer Lernsysteme allgemeine gesellschaftliche Qualitätsmerkmale erfüllen. Bei allen Darstellungen (Texte, Bilder, Tondokumente etc.) ist darauf zu achten, dass keine unwahren, verleumderischen, diffamierenden oder diskriminierenden Behauptungen aufgestellt oder verbreitet werden. Das Lernsystem soll nicht zu verbotenen oder gefährlichen Handlungen auffordern oder verleiten. Die explizit oder implizit vertretenen Inhalte, Normen und Werte seien der Zielgruppe angemessen – z.B. sollte ein Lernsystem für Kinder möglichst frei von Gewalt und übermäßigem Konkurrenzdenken sein.

Bei der Wiedergabe fremden Materials sind Urheberrechts- und Copyrightbestimmungen einzuhalten. Zitate sind unter Angabe der Quelle zu kennzeichnen. Werbung für einzelne Firmen, Marken oder Produkte sollte unterbleiben, um das Lernsystem nicht lobbyistisch oder voreingenommen erscheinen zu lassen und so dessen Autorität in Frage zu stellen.

Die Lerninhalte sollen freundlich und höflich unter Berücksichtigung der Zielgruppe präsentiert werden. Dies gilt insbesondere auch für verbale und non-verbale Aufforderungen des Lernsystems zu Handlungen, z.B. zur Beantwortung von Aufgaben oder zur Bedienung von Werkzeugen. Die Lernenden wollen als ganze Menschen mit Erfahrungen und Emotionen geachtet werden, nicht nur als Aufnahmebehälter „zum Einspeichern des Lernstoffs“ (Heymen/Boeckmann 1996, S. 4f). Um weder Frauen noch Männer bei der Darstellung von Lerninhalten zu ignorieren, sollen geschlechtsneutrale Darstellungen und Formulierungen verwendet werden (Ballstaedt 1997, S. 70f). Texte sollen selbstverständlich den Regeln der Grammatik und der Rechtschreibung entsprechen.

4.4 Auswahl und Aufbereitung interaktiver Elemente

Die Interaktionsfähigkeit multimedialer Lernsysteme erstreckt sich in den Dimensionen Reaktion, Navigation, Adaption und Kommunikation (siehe „3.1.2 Interaktionspotenzial“). Allgemein bedeutet interaktive Programmgestaltung, dass das Lernsystem auf Aktionen der Lernenden reagiert. Nach Strzebkowski 1997, S. 275ff lassen sich sechs Funktionsebenen von Lernprogrammen bei der Beurteilung von Aktionen der Lernenden unterscheiden:

- Beeinflussen der Lernumgebung: Die Lernenden wählen z.B. ihre Lernstrategie, stellen das Lernsystem nach ihren Wünschen ein und speichern Lernergebnisse;
- Navigation und Dialog: Die Lernenden navigieren im Lerninhalt, suchen nach Inhalten und rufen Hilfsfunktionen auf;
- Beeinflussen der Informationspräsentation: Die Lernenden wählen bevorzugte Medien, beeinflussen die Darstellung und bedienen virtuelle Geräte („Media-Player“);
- „Non-invasives“ Bearbeiten von Lerninhalten: Die Lernenden markieren Inhalte und exportieren Daten in andere Anwendungen;
- „Invasives“ Bearbeiten von Lerninhalten: Die Lernenden bearbeiten die Inhalte des Lernsystems z.B. durch Erstellen eigener Verknüpfungen und Ergänzen eigener Informationen;
- Anwenden des Lernprogramms und Transfer der Lerninhalte: Die Lernenden nutzen Werkzeuge zum Erstellen eigener Materialien, arbeiten mit Simulationen und kommunizieren ihre Ergebnisse mit anderen Lernenden.

Im Folgenden werden einige Regeln beschrieben, die bei der Gestaltung interaktiver Elemente in multimedialen Lernsystemen zu beachten sind.

4.4.1 Reaktion

Ein wesentlicher Grundsatz ist, dass Reaktionen des Lernsystems auf Aktionen der Lernenden unmittelbar oder mit geringer zeitlicher Verzögerung erfolgen müssen, damit der Bezug der Handlungen zueinander deutlich wird (Oppermann et al. 1992, S. 31). Wenn größere Zeitspannen zwischen Aktion und Reaktion liegen, muss dies klar dargestellt und erläutert werden. So kann z.B. beim Ausführen von Berechnungen zwischen dem Start der Berechnung und der Ausgabe des Ergebnisses eine Meldung angezeigt werden: „Berechnung wird ausgeführt. Bitte warten Sie einen Moment“; zumindest sollte eine Sanduhr o.ä. darauf hinweisen, dass das Programm gerade auf eine Aktion reagiert. Unter Umständen kann der Ablauf der Reaktion visualisiert werden (z.B. durch animierte Darstellung der Abarbeitung eines Algorithmus bei Berechnungen), so dass die Lernenden dem Vorgang folgen und damit Arbeitsschritte des Lernsystems gedanklich nachvollziehen können.

Bei Lernkontrollen wird oft eine Auswertung über mehrere Fragen durchgeführt, um das Verständnis eines Themenkomplexes beurteilen zu können. Auch hier sollte nach jeder Einzelfrage eine Rückmeldung an die Lernenden erfolgen. Bei der Darstellung der Gesamtauswertung muss der Zusammenhang der Beurteilung ersichtlich sein. Wegen der besonderen Bedeutung von Aufgaben und Tests für multimediale Lernsysteme werden weitergehende Ansprüche und Anforderungen in einem eigenen Kapitel „4.4.5 Aufgaben und Tests“ gesondert betrachtet.

Stand der Technik bei der Gestaltung interaktiver Lernsysteme sind grafische Benutzungsoberflächen („Graphical User Interfaces“), die weitgehend per Maus bedient werden. Mit dem Mauszeiger (Cursor) kann dabei auf Objekte am Bildschirm gezeigt werden, mit den Maustasten kann geklickt werden⁵ und bei gleichzeitigem Drücken der Maustaste und Bewegen der Maus „zieht“ die Maus. Mögliche Reaktionen des Lernprogramms sind z.B.:

- Anzeigen von Informationen, sobald der Mauszeiger auf ein Objekt zeigt;
- Ausführen von Aktionen, wenn Objekte (z.B. Knöpfe, Hyperlinks oder Adventure-Tools) angeklickt werden;
- Ändern von Einstellungen, wenn Auswahlfelder angeklickt oder Schieberegler gezogen werden;
- Markieren von Inhalten beim Ziehen des Cursors;
- Ändern der Bildschirmdarstellung beim Ziehen des Cursors (z.B. zur Navigation in dreidimensionalen Modellen).

Dieses kleine Einmaleins der Mausfunktionen lässt sich durch Werkzeugleisten beliebig erweitern, was insbesondere in Grafikprogrammen und CAD-Werkzeugen zur Interaktion genutzt wird: Der Cursor als Lupe steuert Zoom-Funktionen. Pinsel, Spraydose und Radiergummi beeinflussen den Bildschirminhalt. Wand- und Fenster-Symbole definieren entsprechende Bauteile im virtuellen Gebäudemodell.

Die Verwendung einer Tastatur ist üblich, wenn Texte eingegeben werden sollen, freie Antworten auf Fragen unterstützt werden oder Zahlenwerte zum Bedienen von Animationen,

⁵ Für das Klicken bestehen mehrere Möglichkeiten: Einfach- oder Doppelklick und Klicken auf mehreren Tasten – auch die Apple®-Maus, die traditionell mit nur einer Taste bestückt war, soll Gerüchten zufolge bald um weitere Tasten ergänzt werden.

Werkzeugen und Simulationen angegeben werden müssen. Die Reaktion des Lernsystems beschränkt sich zunächst meist auf die Spiegelung der Eingabe am Bildschirm. Erst aufgrund einer weiteren Aktion zum Bestätigen der Eingabe (z.B. Abschluss der Texteingabe mit der Eingabetaste „↵“ oder Ausführen der Berechnung durch Klicken auf „Start“) folgt eine Handlung des Programms.

In ähnlicher Weise wie bei Steuerung über Maus und Tastatur reagieren Lernsysteme auf andere Formen der Eingabe. Spracheingabe ermöglicht die Eingabe von Texten (wie über Tastatur) oder das Ausführen von Befehlen (analog dem Anklicken von Objekten). Datenhandschuhe erweitern die Möglichkeiten des Mauszeigers. Weiterhin gilt der Grundsatz der spontanen Reaktion – der Flugsimulator muss den Bewegungen des Joysticks unmittelbar folgen, um die Interaktion wertvoll zu machen.

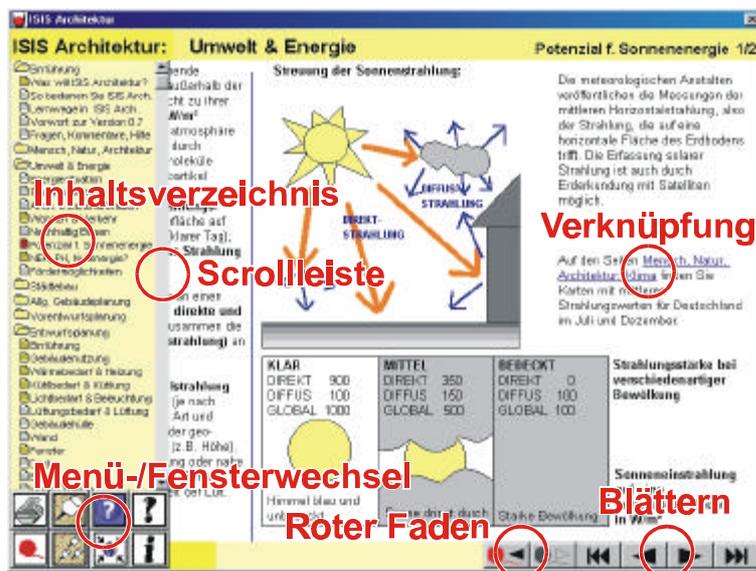


Abbildung 4.3: Typische Navigationselemente am Beispiel „ISIS Architektur“ (F.D. Heidt et al. 2001).

4.4.2 Navigation

Der Navigation in Lernsystemen ist umso mehr Augenmerk zu widmen, je selbstständiger die Lernenden mit dem System arbeiten sollen. Nur wenn die Lernenden wissen, wo im Lernsystem sie sich befinden, wohin sie sich bewegen können und was sie dort erwarten⁶ – und wie sie wieder zum Ausgangspunkt zurück finden –, können sie die Lerninhalte aufsuchen, die ihnen nach ihrer eigenen Entscheidung am besten weiterhelfen. Lernende, die mit der

Navigation nicht zurecht kommen und deshalb nur unzureichend an für sie wichtige Informationen gelangen, sind schnell frustriert und beenden ihre Lerntätigkeit ohne Erfolg (Jonassen/Grabinger 1990).

Kennzeichnend für gute Navigationssysteme in multimedialen Lernsystemen ist somit eine klare Auszeichnung der Arbeits- und Lernmöglichkeiten. Typische Navigationselemente sind (siehe Abbildung 4.3):

- Menü- oder Fensterwechsel (Wechsel der Bildschirmdarstellung z.B. zwischen verschiedenen Programmen, Arbeitsflächen oder Ansichten);
- Scrollen (Verschieben des Bildschirmausschnitts nach oben/unten oder rechts/links);
- Seitenweises Blättern (Präsentation strukturell aufeinanderfolgender Inhalte innerhalb eines Lernsystems durch Wechsel der Bildschirmdarstellung);
- Kapitelweises Blättern (Präsentation strukturell aufeinanderfolgender hierarchischer Einheiten von Inhalten durch Wechsel der Bildschirmdarstellung);

⁶ Davon unberührt bleibt die Möglichkeit, willkürlich stimulierende kognitive Konflikte als Motivationsmittel im Lernsystem einzufügen – so dass die Lernenden eben doch *nicht* erwarten, was sie erwarten.

- Folgen einer internen Verknüpfung (Sprung im Lernsystem, z.B. innerhalb einer Lerneinheit oder zu verwandten Lerninhalten einer anderen Lerneinheit);
- Folgen einer externen Verknüpfung (Sprung aus dem Lernsystem, z.B. durch Verweis auf eine spezialisierte Website mit weiterführenden Informationen);
- Guided Tour (Präsentation von Inhalten entlang eines vorbereiteten Lernpfads);
- Wiederholen des Lernwegs (Aufrufen bereits besuchter Lerninhalte anhand eines „roten Fadens“).

Sehr hilfreich beim Finden bestimmter Inhalte sind Übersichten über die Navigationsstruktur, die Lerninhalte im Zusammenhang darstellen:

- Hierarchische Übersichten (z.B. Inhaltsverzeichnis);
- Relationale Übersichten (z.B. Wissensnetz oder kognitive Landkarte in grafischer Darstellung, evtl. mit Lupenfunktion zum Hervorheben bestimmter Gebiete).

Schließlich ist die Navigation in multimedialen Lernsystemen auch durch gezielte Suche nach Informationen möglich, z.B. mittels einer Suchmöglichkeit nach beliebigen Begriffen im gesamten Lernsystem oder über fest vorgegebene Stichwörter und Stichwortverzeichnisse. Die Suchfunktionalität ist ein wesentlicher Bestandteil von Expertensystemen mit angeschlossenen, umfangreichen Datenbanken.

Wenn ein Lernsystem selbstbestimmtes Lernen unterstützen soll, müssen die Navigationsmöglichkeiten in ihrem Zusammenwirken sowohl lineares Lernen (von den Grundlagen bis zum Detail oder entlang einer vorbereiteten Guided Tour) als auch zielgerichtetes Lernen (gezielte Suche oder zielgerichtetes Folgen von Verknüpfungen; „Browsen“) und entdeckendes Lernen (freies Folgen von Verknüpfungen; „Surfen“) erlauben.

Ein Navigationsproblem in multimedialen Lernsystemen wird oft als „Lost in hyperspace“ besprochen (z.B. Mayes et al. 1990; Gerdes 1997b; Haack 1997). Die Lernenden wissen nicht, welche Teile des Lernsystems für ihre Lernziele wichtig sind, bzw. wo die wichtigen Teile zu finden sind. Unklar ist den Lernenden außerdem oft, wie mächtig ein Lernsystem ist, welchen Anteil des Lernsystems sie bereits besucht haben und ob sie damit *alle* relevanten Informationen gefunden haben, ob sie einen Lernabschnitt also beenden können (Gerdes 1997b). Einige der oben genannten Navigationsformen (Übersichten, Aufzeichnung des Lernwegs, Guided Tour) helfen, dieses Problem der Orientierungslosigkeit zu reduzieren. Dabei reicht nicht aus, nur eine *technische* Orientierung zu ermöglichen („Sie gelangen hier zur Seite XY.“): Die Lernenden müssen *inhaltlich* über das Lernsystem orientiert sein. Doch bestimmte Unsicherheiten liegen in den Eigenheiten interaktiver Lernsysteme begründet. Umfangreiche Simulationen liefern z.B. bei jedem Start mit nur leicht veränderten Randbedingungen unterschiedliche Ergebnisse. Nicht einmal bei der Entwicklung des Lernsystems kann somit vorausgesagt werden, welche Lernpotenziale in einer Simulationsumgebung liegen.

Weitere Möglichkeiten zum Erleichtern der Navigation liegen in der Anpassung der Programmumgebung an den Lernfortschritt der Lernenden. Bereits besuchte Lerninhalte können kenntlich gemacht werden, z.B. durch Umfärben von Verknüpfungen oder „Abhaken von Inhalten“ in einer (grafischen) Übersicht. Von den Lernenden im Lernsystem angelegte Lesezeichen und Notizen, die auf Lerninhalte verweisen, erleichtern das Wiederfinden bereits besuchter Informationen. Grundlegendes Ziel bei der Gestaltung multimedialer Lernsysteme sollte sein, den Lernenden eine übersichtliche, anschauliche Navigation im Lernsystem zu ermöglichen.

4.4.3 Adaption

Über die einfachen Anpassungsmöglichkeiten zur Erleichterung der Navigation hinaus gehen Bemühungen, die Lernumgebung oder die Inhalte eines Lernsystems an die Bedürfnisse der Lernenden anzupassen, um deren Arbeit – das Lernen – zu erleichtern (vgl. Oppermann et al. 1992, S. 32). Dies geschieht durch Adaptierbarkeit (ein System lässt sich durch externe Eingriffe verändern) und Adaptivität (ein System passt sich selbsttätig an veränderte Bedingungen an). Adaption reicht also vom Ändern von Systemeinstellungen (z.B. Pfadangaben für ein Arbeitsverzeichnis) bis zu Anstrengungen intelligenter tutorieller Systeme, Lerninhalte gemäß den vermuteten Lerninteressen der Lernenden eigenständig aus Datenbanken zu generieren. Im Vergleich zur Reaktion – der kurzfristigen Interaktion mit Bezug auf Aktionen der Lernenden – beschreibt die Adaption die mittel- bis langfristige Interaktion mit Bezug auf Lernumgebung und Lernprozesse. Einstellungen im Lernsystem sollen personenspezifisch sein, so dass mehrere Lernenden, die mit einem Lernsystem arbeiten, jeweils *ihre* Einstellungen wiederfinden und bei *ihrem* Lernstand weiterlernen können.

Adaptierbarkeit

Die Adaptierbarkeit von Lernsystemen betrifft im Modell der Funktionsebenen nach Strzebkowski 1997, S. 275ff die Bereiche Lernumgebung, Informationspräsentation und das Bearbeiten von Lerninhalten.

Wünschenswert ist insbesondere die Integrierbarkeit einer Lernumgebung in die alltäglichen Arbeitsabläufe der Lernenden, um ein hohes Maß an Situiertheit und Authentizität des Lernens zu gewährleisten. Dazu sollte das Lernsystem mit verschiedenartigen Rechnern und Betriebssystemen zurecht kommen und geringe Systemanforderungen stellen. Lernsysteme sollen konfigurierbare Schnittstellen zum Datenaustausch mit anderen Programmen aufweisen, je nach den Bedürfnissen der Lernenden z.B. zu Textverarbeitungs- und Tabellenkalkulationsprogrammen, zu Datenbanken oder etwa im Bereich Architektur zu CAD-Systemen.

Lernsysteme sollten so flexibel sein, dass sie sich an unterschiedliche Lern- und Arbeitsstile anpassen lassen (vgl. Oppermann et al. 1992, S. 43ff). Einige Lernende bevorzugen das analytische Erarbeiten von Zusammenhängen, andere lernen am besten in der gruppenbasierten Diskussion und wieder Andere lernen bevorzugt durch Learning-by-Doing. Dies impliziert, dass beim Lernsystem Anpassungsmöglichkeiten gegeben sein müssen. Lerninhalte sollten wahlweise textorientiert, grafisch, akustisch, in bewegter Darstellung oder über ein interaktives Element erfahrbar sein. Die Darstellung sei steuerbar, z.B. durch Möglichkeiten zum Anhalten und Rückspulen von Filmen, zum Einstellen von Werkzeugen oder zur Auswahl von Schrifttypen (siehe Oppermann et al. 1992, S. 44ff).

Um den Lernenden das Festhalten eigenen Wissens – im konstruktivistischen Sinn selbst konstruiertes Wissen mit Bezug zur eigenen (Lern-)Situation – zu ermöglichen, sollten die Inhalte multimedialer Lernsysteme veränderbar sein. Dies reicht vom Markieren von Inhalten mit Lesezeichen über das Hinzufügen von Notizen hin zum freien Erstellen und Bearbeiten von Lernmaterial. Mit dem Lernsystem erzielte Ergebnisse – z.B. aus der Arbeit mit Werkzeugen und Simulationen – sollen gespeichert und später wieder geöffnet werden können, zur weiteren Bearbeitung und zum weiteren Lernen.

Adaptivität

Möglichkeiten zur adaptiven Gestaltung multimedialer Lernsysteme sind nach Leutner 1997, S. 143ff:

- Lernfortschrittsabhängige Auswahl von Lerninhalten: Gemäß dem Lernfortschritt der Lernenden (auf den z.B. aus dem Verhältnis richtig zu falsch gelöster Aufgaben geschlossen wird) werden Lerninhalte zur weiteren Bearbeitung (z.B. zum Wiederholen oder zur Vertiefung) vorgeschlagen oder automatisch ausgewählt;
- Dynamisch generierte Guided Tour: In Abhängigkeit von Lernstand, Lernziel und bevorzugter Lernstrategie der Lernenden wird ein Lernweg vorgeschlagen, der die relevanten Lerninhalte in einer den Bedürfnissen der Lernenden entsprechenden Reihenfolge verbindet;
- Kontext-sensitive Hilfe: Beim Aufruf des Hilfesystems wird Hilfe angeboten, die auf gerade bearbeitete Lerninhalte oder ausgeführte Lernhandlungen Bezug nimmt; evtl. wird automatisch Hilfe angeboten, wenn das Lernsystem Schwierigkeiten beim Lernen vermutet (z.B. bei unsachgemäßem Bedienen von Werkzeugen);
- Lernfortschrittsabhängige Auswahl von Aufgaben: Bei der Auswahl von Aufgaben zur Lernkontrolle und Repetition wird der Lernfortschritt berücksichtigt – falsch beantwortete Fragen werden öfter wiederholt, der Schwierigkeitsgrad von Aufgaben steigt mit zunehmendem Lernstand;
- Lernfortschrittsabhängige Darstellung von Aufgaben: Bei der Darstellung von Aufgaben wird der Lernfortschritt berücksichtigt, indem z.B. angepasste Hilfestellungen angezeigt werden oder die Bearbeitungszeit variiert;
- Lernzielabhängiges Anpassen von Lernumfang und Lernzeit: Unter Berücksichtigung eines expliziten Lernziels (z.B. Prüfungsvorbereitung) stellt das Lernsystem Lerninhalte zusammen und beendet die Lehrtätigkeit, wenn ein zuvor festgelegter Lernstand erreicht scheint.

Die Hauptaufgabe adaptiver Systeme liegt in der Analyse der Bedürfnisse der Lernenden. Nur wenn Lernstand, Lernziel und bevorzugte Lernstrategie der Lernenden bekannt sind, kann das Verhalten des Lernsystems darauf abgestimmt werden. Am einfachsten erscheint die Ermittlung des Lernstands, wenn z.B. die erfolgreiche Bearbeitung von Aufgaben verschiedener Schwierigkeitsstufen als Kriterium dient (Leutner 1997, S. 144). Expertensysteme versuchen, anhand des Fragestils der Lernenden auf deren Wissensstand zu schließen.

Um Adaptivität und selbstbestimmtes Lernen in Einklang zu bringen, müssen die Lernenden über Veränderungen im Lernsystem informiert werden. Selbstbestimmtes Lernen bedeutet, dass die Lernenden Automatismen z.B. bei der Auswahl von Lerninhalten umgehen und die Empfehlungen des Lernsystems ignorieren können. Bei allen Adaptionen sollen die Lernenden nicht gegängelt oder entmündigt werden.

4.4.4 Kommunikation

Multimediale Lernsysteme sollten über Kommunikationsmöglichkeiten für die Lernenden verfügen, um im Idealfall (aus konstruktivistischer Sicht) kooperatives Lernen im sozialen Kontext zu ermöglichen. Auch Einzelplatzsysteme und unidirektional vernetzte Systeme können Kommunikationsprozesse der Lernenden anregen, wenn z.B. auf über das Lernsystem hinausgehende Informationen im WWW hingewiesen wird oder E-Mail-Adressen für Rückfragen zu Lerninhalten angeboten werden. Kooperative vernetzte Systeme erlauben den Informationsaustausch über Mailing-Listen, Newsgroups oder im Chat bis hin zu gemein-

schaftlichem Arbeiten mit Groupware-Programmen (Mittrach 1999, S. 29ff; Teufel et al. 1995).

Bei der Gestaltung multimedialer Kommunikation ist besonders auf die Koordination und die Strukturierung der Kommunikationsaktivitäten zu achten (Hesse et al. 1997). Allen Beteiligten muss klar sein, wie einzelne Aktionen in Zusammenhang stehen. In Newsgroups wird z.B. in hierarchischen Strukturen der Bezug von ursprünglichen Nachrichten und darauf folgenden Antworten veranschaulicht. Beim gemeinschaftlichen Arbeiten muss das Lernsystem im Sinne einer Mensch-Maschine-Mensch-Kommunikation den Zugriff auf Arbeitsunterlagen und den Austausch von Arbeitsergebnissen sicherstellen (möglichst unabhängig von Betriebssystemen und Zugangswegen, die die Lernenden verwenden) und die gemeinschaftliche Arbeit regeln (Hesse et al. 1997, S. 263).

Um den sozialen Bezug der Kommunikation offen zu legen, muss das Lernsystem Informationen zur Gruppe der Lernenden und Lehrenden verfügbar machen (Hesse et al. 1997, S. 262). Wo im traditionellen Seminar ein Blick in die Runde und ein paar Treffen mit Diskussion ausreichen, allen Beteiligten einen Eindruck voneinander zu verschaffen, können beim Kommunizieren über multimediale Systeme Vorstellungsrunden klären, welche gemeinsamen Interessen, welcher Wissensstand und welche Lernstile bei den Lernenden vorhanden sind. Der fehlende direkte Kontakt wirkt sich auch auf den sozialen Umgang miteinander aus. Regeln der Netiquette (z.B. Oebbecke 2000b) – die im Lernsystem dargestellt und beachtet werden sollen – tragen dazu bei, die Kommunikation in elektronischen Netzwerken für alle Beteiligten angenehm zu machen.

In Mailing-Listen, Newsgroups oder Chat-Foren als Bestandteilen multimedialer Lernsysteme muss evtl. eine Moderation die Kommunikation begleiten und lenken. Üblich ist z.B., dass eine Lehrperson orientierend und helfend eingreift, wenn die Diskussion der Lernenden untereinander „abdriftet“ und die Gefahr besteht, dass falsche Meinungen als Lerninhalte übernommen werden.

Ein wichtiger Vorteil elektronischer Kommunikation gegenüber traditioneller mündlicher, fernmündlicher oder schriftlicher Kommunikation kann sein, dass alle Beiträge in einem elektronischen Archiv zugänglich bleiben. Technisch stellt die Speicherung und anschließende Verknüpfung der Beiträge mit Suchmaschinen kein Problem dar. Es müssen aus datenschutzrechtlichen Gründen aber alle Beteiligten über die Speicherung informiert sein und (explizit oder implizit) ihr Einverständnis geben. Für die Gestaltung des Archivs und seiner Recherchemöglichkeiten gelten die gleichen Anforderungen wie für die Navigation in Datenbanken.

Ausführliche Beispiele und Regeln für die Gestaltung multimedialer Kommunikation geben unter anderem Teufel et al. 1995, Döring 1997a, Döring 1997b und Hesse et al. 1997.

4.4.5 Aufgaben und Tests

Ein besonderer Bereich bei der interaktiven Gestaltung multimedialer Lernsysteme ist das Stellen und Auswerten der Bearbeitung von Aufgaben und Tests⁷. Dabei können Aufgaben sowohl als Mittel zum Lernen – wegen des Wissenserwerbs beim Lösen eines Problems – als auch als Mittel zur Lernerfolgskontrolle (Test) eingesetzt werden. Aufgaben und Tests beeinflussen in hohem Maß die Motivation von Lernenden zum Lernen. Misserfolgs-

⁷ Behaviouristische Lernsysteme bestehen fast ausschließlich aus Frage- und Antwortsequenzen.

erlebnisse beim Lösen von Aufgaben oder beim Bearbeiten von Tests führen schnell zu Frustration und zum Abbrechen der Lerntätigkeit.

Neben der Beachtung allgemeiner Regeln, z.B. der höflichen Formulierung von Fragen (siehe „4.3.6 Allgemeine Qualitätsmerkmale“), müssen Aufgaben logisch formuliert, eindeutig verständlich und zur Bearbeitung motivierend gestaltet sein (Thomé 1989, S. 74). Aufgaben müssen sich auf die Lerninhalte beziehen und dürfen die Lernenden sowohl beim Verständnis der Problemstellung als auch beim Schwierigkeitsgrad der Lösung weder über- noch unterfordern.

Typische Aufgabenformen in multimedialen Lernsystemen sind Multiple-Choice-Tests (mit unterschiedlich großen Antwortbereichen⁸ und Einfach- oder Mehrfachauswahlmöglichkeit), Lückentexte, Ordnungsaufgaben („Bringen Sie die Wörter des Satzes in die richtige Reihenfolge.“) und Zuordnungsaufgaben (z.B. Verbinden von Bildelementen und Begriffen). Freie Antworten in Form längerer, von den Lernenden formulierter Texte oder Spracheingaben, werden selten unterstützt, da deren semantische Auswertung aufwändig ist und z.B. bei Expertensystemen nur mit hohem Programmieraufwand gelingt. Zum Beurteilen der Handlungskompetenz von Lernenden können Aufgaben auch mit interaktiven Werkzeugen verbunden sein, deren Bedienung dann ausschlaggebend für das Lösen der Aufgabe ist.

Um stereotype Musterhaftigkeit und Langeweile bei der Beantwortung von Aufgaben zu vermeiden, sollten mehrere Aufgabentypen verwendet werden. Computergestützte Systeme bieten einfache Möglichkeiten, durch zufallsgesteuerte Elemente von Mal zu Mal auch ein- und dieselbe Aufgabe zu variieren, z.B. durch Ändern der Reihenfolge von Antworten beim Multiple-Choice-Test oder durch Austauschen von Zahlenwerten bei Berechnungsaufgaben. Kleinere Flüchtigkeitsfehler sollten bei der Beantwortung von Aufgaben ignoriert oder automatisch korrigiert werden, solange sie mit dem eigentlich zu lösenden Problem nicht in Beziehung stehen. Die Lernenden sollten während der Beantwortung die Möglichkeit zum Durchführen von Korrekturen haben. Es sollte möglich sein, eine Aufgabe auch ohne Beantwortung abzuschließen. Keinesfalls darf das Lernsystem blockiert sein, solange nicht die richtige Antwort gefunden ist (Thomé 1989, S. 74ff).

Bei der Antwortanalyse steht das Lerninteresse der Lernenden im Vordergrund. Es reicht also nicht „Ihre Antwort ist richtig.“ oder „Ihre Antwort ist falsch.“ auszugeben – wichtig ist eine Begründung der Antwort im Sinne einer Hilfestellung für das Lernen, z.B. durch die Angabe weiterführender Informationen zur Wiederholung oder Vertiefung der Lerninhalte (auch bei richtig bearbeiteten Aufgaben). Die Lernenden sollen so zum weiteren Lernen motiviert werden.

Nicht einheitlich beurteilt wird die Rolle der Dauer der Bearbeitung einer Aufgabe. Während Thomé die Einschränkung der Antwortzeit und ihre Analyse zur Bewertung der Aufgabenlösung ablehnt (Thomé 1989, S. 76f), sieht Leutner gerade in der Anpassung der Bearbeitungszeit ein geeignetes didaktisches Mittel zum Unterstützen des Lernens (Leutner 1997, S. 145).

⁸ Im einfachsten Fall als Ja/Nein-Abfrage.

4.5 Mediale Gestaltung

4.5.1 Human-Machine-Interface

McVey 1989 formuliert – noch unabhängig von Computersystemen – Anforderungen an Lernumgebungen “so that learning may proceed with minimum stress and maximum effectiveness” (McVey 1989, p. 124). Er bezieht sich dabei auf die ergonomische Gestaltung von Stühlen und Arbeitsflächen, die Architektur von Lernräumen, deren Belichtung durch Fenster und künstliche Beleuchtung, die Farbgebung und den thermischen Komfort von Räumen, Präsentationssysteme für Medien und sogar auf Notwendigkeiten für Freiflächen, die zum Lernen genutzt werden. Schmittmann 1985 beschreibt architektonische Konzepte der Gestaltung von Schulen zum Fördern selbstbestimmten und kooperativen Lernens. Für multimediale Lernsysteme ist dies insofern von Belang, als die Gestaltung der Lernumgebung Einfluss auf die Lerntätigkeit hat.

Neue Medien sind immer auch Bildschirmmedien und computergestützt. Hier hat die Benutzungsoberfläche – als “Human-Machine-Interface” im Zusammenwirken von Hardware und Software – die Aufgabe, Lernprozesse zu unterstützen und zu fördern. Die Benutzungsoberfläche übernimmt z.B. alle Funktionen, die beim klassischen Unterricht von der Lehrperson wahrgenommen werden (nach Bruns/Gajewski 1999, S. 12; vgl. auch „4.2.1 Lernprinzipien“):⁹

- Motivieren zum Lernen;
- Anleiten zum Lernen;
- Bereitstellen von Lernmaterial;
- Präsentieren und Erläutern von Lernmaterial;
- Bereitstellen von Arbeitsumgebungen und Werkzeugen;
- Koordinieren der Kommunikation innerhalb einer Lerngruppe;
- Kontrollieren des Lernfortschritts.

Zur Ergonomie von Computersystemen – angefangen beim Aufbau von Bildschirmarbeitsplätzen über die Gestaltung von Software bis hin zur Wahrnehmung audiovisueller Medien – gibt es eine Vielzahl an Untersuchungen, Empfehlungen und Normen seit Beginn der elektronischen Datenverarbeitung (für eine Einführung siehe z.B. Eberleh et al. 1994; Hasebrook 1995, S. 29f, 43ff; Oberle/Wessner 1998, S. 121ff; Oppermann et al. 1992, S. 1ff, 19ff).

Üblicherweise kann bei der Entwicklung eines Lernsystems auf die Gestaltung des späteren Lernorts kein Einfluss genommen werden. Auch die Einbettung eines Lernsystems in den Alltag der Lernenden kann nicht geplant werden. Die wesentliche Aufgabe bei der Entwicklung eines Lernsystems ist also, die Software *selbst* so zu gestalten, dass die Arbeit am Computer, das Lernen mit dem Computer, angenehm und wirkungsvoll möglich ist. Insbesondere die Gestaltung der Eingabe und Ausgabe sowie die Funktionalität einer Software (Zuverlässigkeit und Schnelligkeit) entscheiden über ihre ergonomische Qualität – ihre Tauglichkeit zum Arbeiten bzw. Lernen.

⁹ Manche Software beinhaltet virtuelle Ansprechpersonen, sei es zur Assistenz bei der Programmbedienung, als tutorielle Unterstützung bei der Problemlösung oder als Hilfe zur Erledigung komplexer Aufgaben (siehe z.B. Schulmeister 1997, S. 330ff).

4.5.2 Ausgabe am Bildschirm

Wohl die meisten Untersuchungen zur Gestaltung von Bildschirmmedien finden sich – wie sollte es anders sein – zur Gestaltung der Ausgabe am Bildschirm. Auch bei multimedialen Lernsystemen erfolgt ein Großteil der Informationsvermittlung über den Bildschirm. Andere Kanäle wie z.B. akustische Ausgaben oder Ausdrucke werden meist nur ergänzend hinzugefügt. Im Folgenden werden einige grundlegende Aspekte des Bildschirmlayouts, der Verwendung von Farben und der Gestaltung von Texten und Grafiken beschrieben. Ein eigenes Unterkapitel widmet sich der Darstellung bewegter Medien („4.5.5 Darstellung bewegter Medien“).

Bildschirmlayout

Bei den heute üblichen grafischen Benutzungsoberflächen repräsentiert der Bildschirm den Arbeitsplatz der Lernenden. Einige weit verbreitete Metaphern, wie z.B. der *Desktop*, auf dem sich *Ordner* stapeln oder das virtuelle *Labor*, in dem mit elektronischen *Werkzeugen* gearbeitet wird, spiegeln diese Kongruenz wider. Damit im multimedialen Lernsystem effektiv gearbeitet werden kann, muss die Benutzungsoberfläche – wie im richtigen Leben auch?¹⁰ – aufgeräumt sein: Strzebkowski 1997, S. 285f beschreibt z.B. die Aufteilung des Bildschirms in Bereiche zur Kennzeichnung der Lerninhalte (Überschrift), zur Programmsteuerung (speziell der Navigation; aber auch zum Aufrufen von Hilfsfunktionen, Druckmenüs etc.), den eigentlichen Lern- und Arbeitsbereich (zur Informationspräsentation und zum Ausführen interaktiver Handlungen) sowie einen Meldebereich für Rückmeldungen seitens des Lernsystems (sofern diese nicht direkt im Lernbereich erfolgen). Die Bereiche sollen voneinander abgegrenzt sein. Insgesamt darf der Bildschirm nicht überladen wirken (Oppermann et al. 1992, S. 34; Thomé 1989, S. 66f; siehe Abbildung 4.4).



Abbildung 4.4: Strukturierung des Bildschirms bei »Architecture et développement durable« (Scar-tezzini et al. 2000).

Anhand der Strukturierung des Bildschirms sollen wesentliche von unwesentlichen Lerninhalten getrennt werden, um die Aufmerksamkeit der Lernenden in geeigneter Weise zu lenken (Ballstaedt 1997, S. 195; Oppermann et al. 1992, S. 34; Thomé 1989, S. 66f). Dabei soll der typische Betrachtungsablauf von links oben nach rechts unten berücksichtigt werden (Ballstaedt 1997, S. 174; Petersen 1996, S. 244). Die Orientierung im Lernsystem lässt sich erleichtern, wenn z.B. interaktive Elemente wie Werkzeuge, Animationen oder

¹⁰ Oft finden sich ja gerade die wichtigsten Informationen nicht an ihrem Platz. Beim entdeckenden Lernen kann dies genutzt werden, indem der Zugang zu interessanten Lerninhalten versteckt wird und erst nach dem Lösen von Aufgaben und dem Erwerben von Schlüsselfertigkeiten offen steht.

weiterführende Verknüpfungen stets im gleichen Bildschirmbereich zu finden sind. Das Lernen mit Aufgaben und das Durchführen von Tests wird vereinfacht, wenn klar ist, wo die Aufgabe oder Frage zu finden ist, wo die Lösung oder Antwort eingegeben werden kann und wo die Auswertung erfolgt. Insbesondere bei der Strukturierung des Bildschirms kann die Beachtung der Gestaltgesetze eine hilfreiche Rolle spielen (siehe „2.3.1 Gesetze des Sehens und Hörens“; „2.3.2 Teil und Ganzes“). Dabei muss das Bildschirmlayout nicht einem strengen, unveränderlichen Raster folgen. Auch die explorative Gestaltung eines Lernsystems ist möglich, solange die Grundstruktur der Exploration klar und verlässlich ist und die Lernenden durch die zusätzlichen Entdeckungsaufgaben beim Lernen unterstützt und nicht behindert werden (Bruns/Gajewski 1999, S. 69f).

Bei der Entwicklung des Bildschirmlayouts muss berücksichtigt werden, wie das Lernsystem bei den Lernenden wiedergegeben wird. So lässt sich z.B. mit einfachem HTML-Code keine einheitliche Seitendarstellung erreichen – die Wiedergabe ist üblicherweise abhängig von der Art und den Einstellungen des verwendeten Browsers. Auch die Bildschirmauflösung spielt eine Rolle: Nicht alle Lernenden können den derzeitigen Standard von 800 x 600 Bildpunkten nutzen, insbesondere nicht, wenn mobile Computer oder gar WAP- und UMTS-Mobiltelefone zum Lernen verwendet werden.¹¹

Farbgestaltung

Farbige Gestaltung der Bildschirmausgabe lässt sich einsetzen (Ballstaedt 1997, S. 244ff; Bruns/Gajewski 1999, S. 59ff; Petersen 1996, S. 387ff; Thomé 1989, S. 67f):

- zur Motivation durch die stimulierende Verwendung angenehmer Farben;
- zum Lenken der Aufmerksamkeit und zur Akzentuierung durch das farbige Hervorheben von Wichtigem;
- zum ordnenden und gliedernden Strukturieren durch gleichartige farbliche Gestaltung von Zusammengehörigem, bzw. durch abgestufte farbliche Gestaltung hierarchischer Ebenen;
- zum Erleichtern der Orientierung und Navigation durch farbliche Kodierung bestimmter Bereiche oder bestimmter Elemente (z.B. zur Unterscheidung von Lerninhalten, Zusammenfassungen und Tests oder zum Kennzeichnen bereits besuchter Verknüpfungen).

Dabei ist es schwierig, allgemeine Gestaltungsregeln für den Einsatz von Farben aufzustellen, da jeder Mensch unterschiedliche Farbpräferenzen und -empfindungen hat und Farben auch kulturellen und modischen Einflüssen unterworfen sind (Ballstaedt 1997, S. 243; Petersen 1996, S. 389; Stary 1997, S. 159f).

Allgemein gilt, dass insbesondere der Farbton Einfluss auf die Wahrnehmung von Farben hat: Warme Farben (Orange, Gelb) wirken anregend, kalte Farben (Blau, Grün) wirken beruhigend. Einige Signalfarben (Rot, Violett) ziehen die Aufmerksamkeit auf sich und wirken aufreizend und beunruhigend (Ballstaedt 1997, S. 243; Petersen 1996, S. 385f). Außer durch den Farbton werden Farben durch ihre Helligkeit und ihre Sättigung charakterisiert. Helle Farbflächen ziehen wie Signalfarben die Aufmerksamkeit auf sich und eignen sich deshalb als Hintergrund für den Lern- und Arbeitsbereich von Lernsystemen (Bruns/Gajewski 1999, S. 60; Petersen 1996, S. 385).

¹¹ Hier wird zum Teil der technologische Fortschritt eine Erleichterung bringen. Zum einen steigt die übliche Bildschirmauflösung kontinuierlich, zum anderen sorgen standardisierte Wiedergabeformate wie XML für die automatische Anpassung der Darstellung an die technischen Wiedergabemöglichkeiten.

Bei der Farbgestaltung ist zu beachten, dass stets ausreichende Farbkontraste verwendet werden, um die Lesbarkeit von Informationen nicht zu beeinträchtigen. Farbkodierungen sollten sich nicht nur im Farbton sondern z.B. auch in der Helligkeit unterscheiden. So wird für Farbblinde und bei der Verwendung monochromer Anzeigen die Verschiedenheit der kodierten Elemente deutlich.

Farben müssen wie alle Kodierungsarten einheitlich verwendet werden, insbesondere bei der Verwendung von Signalfarben oder allgemein gängigen Farbkodierungen. Die Ampelfarben Rot – Gelb – Grün bedeuten z.B. üblicherweise: Rot = Fehler, Gelb = Warnung, Grün = OK (Petersen 1996, S. 391). Wichtig ist, wie beim Bildschirmlayout, dass die Farbgestaltung das Lernen unterstützt und nicht behindert, z.B. durch zu „poppige“ oder zu viele Farben, die vom Lerninhalt ablenken (Euler 1992, S. 183; Petersen 1996, S. 390f).

Bilder und Grafiken

Ein Großteil der Informationen wird in multimedialen Lernsystemen in Bildern und Grafiken dargestellt. Schließlich sagt ein Bild mehr als tausend Worte, heißt es – allerdings wohl nur, wenn bei seiner Gestaltung auch dieselbe Sorgfalt wie beim Schreiben eines Textes mit tausend Worten verwandt wird.

Bilder und Grafiken werden als ikonische, symbolische oder indexalische Abbilder eingesetzt (siehe „2.3.3 Anschauliches Denken“), z.B. als Fotos, realitätsnahe Zeichnungen, dreidimensionale Modelle, vereinfachte Grafiken und Skizzen, Diagramme, Piktogramme und Icons (Abbildung 4.5). Bilder und Grafiken werden teils bewusst und teils unbewusst wahrgenommen. Wichtig ist, dass Inhalt und Gestaltung von Bildern auf die beabsichtigte Bildfunktion und den Kontext der Lerninhalte sowie auf die Zielgruppe der Lernenden abgestimmt sind. Wesentliche Elemente eines Bildes müssen hervorgehoben sein, Überflüssiges sollte weggelassen werden bzw. in den Hintergrund treten. Stary 1997 nennt Methoden und Regeln zur Gestaltung von Bildern und Grafiken. Er geht grundsätzlich davon aus, dass bei grafischen Darstellungen „keine gestalterischen Grenzen“ gesetzt sind – „Lediglich eines sollte gewährleistet bleiben: Die Präsentation sollte von den [Betrachtenden] nachvollziehbar sein!“ (Stary 1997, S. 58). Er konkretisiert diese Richtlinie anhand von Kompositionsregeln zu Rhythmus, Dynamik und Reihung von Präsentationselementen unter Bezug auf die Gestaltgesetze der Nähe, der Geschlossenheit, der Ähnlichkeit und der Prägnanz (Stary 1997, S. 58, 171ff; siehe „2.3.1 Gesetze des Sehens und Hörens“). Gaede 1992 und Röhl/Wolf 1995 beschreiben weitere Methoden zur Gestaltung von Bildern, so dass Bildaussage und -wirkung möglichst gut kommuniziert werden.

Zelazny 1992 beschreibt die Darstellungsformen Kreisdiagramm, Balkendiagramm, Säulendiagramm, Kurvendiagramm und Punktediagramm anhand der Schritte „Welche Aussage?“,



Abbildung 4.5: Grafische Elemente in multimedialen Lernsystemen (von links nach rechts): Diagramm, Foto, 3D-Modell, Piktogramm und Icon.

„Welcher Vergleich?“ und „Welche Schaubildform?“ (Zelazny 1992, S. 9ff). Er korreliert dabei folgende Vergleichsmöglichkeiten mit geeigneten Diagrammtypen:

- Strukturvergleich als Darstellung der Anteile verschiedener Komponenten an einer Gesamtheit; am besten darstellbar mit Kreisdiagrammen;
- Rangfolgevergleich als Ordnung von Einzelobjekten nach quantifizierbaren Eigenschaften; am besten darstellbar mit Balkendiagrammen;
- Zeitreihenvergleich als Darstellung der Entwicklung einer Größe; am besten darstellbar mit Säulen- oder Kurvendiagrammen;
- Häufigkeitsvergleich als Ordnung von Objekten nach Klassen; am besten darstellbar mit Säulen- oder Kurvendiagrammen;
- Korrelationsvergleich als Darstellung der Zusammenhänge verschiedener Größen; am besten darstellbar mit Balken- und Punktediagrammen.

Anhand zahlreicher Beispiele zeigt Zelazny 1992 Möglichkeiten der zweckmäßigen Gestaltung von Diagrammen einschließlich ihrer Titelgebung, der Beschriftung von Skalen, ihres Informationsgehalts und der Verwendung von Farben (Zelazny 1992, S. 73ff; siehe auch Ballstaedt 1997, S. 194ff). Ballstaedt und Zelazny weisen auch auf Möglichkeiten der Manipulation mit Diagrammen hin (Ballstaedt 1997, S. 175ff; Zelazny 1992, S. 76ff). Dabei ist gelegentlich schwierig, zwischen Mitteln zur Veranschaulichung oder Aufmerksamkeitslenkung und Mitteln der Manipulation zu trennen (Ballstaedt 1997, S. 180). Ziel multimedialer Lernsysteme muss sein, die Lernenden zu informieren und sie zu einer eigenen Urteilsfindung über die dargestellten Informationen zu befähigen.

Texte

Generell ist der *Bildschirm* nicht zum Darstellen größerer Mengen Text geeignet. Zahlreiche Untersuchungen zeigen, dass Menschen – zumindest bei den heutigen technischen Möglichkeiten von Bildschirmen – lieber von Papier lesen, dabei weniger ermüden und das Gelesene besser aufnehmen und behalten können (z.B. Hasebrook 1995, S. 29f; SZ 2000; Wormer 1996). Die Darstellung längerer Textpassagen am Bildschirm sollte in multimedialen Lernsystemen also möglichst vermieden werden. Für das Lernsystem notwendige ausführliche Texte sollten auf Papier ausdrückbar sein.

Aus der Auswertung von Untersuchungen zur Lesbarkeit von Texten anhand der Parameter Wahrnehmungsgeschwindigkeit, Erkennbarkeit aus verschiedenen Entfernungen, Erkennbarkeit im peripheren Sehfeld, Erkennbarkeit bei verschiedener Helligkeit und Schärfe, Lesegeschwindigkeit, Lesefluss (Augenbewegungen) und Leseempfinden stellen unter anderem Ballstaedt 1997, S. 87ff, 105f; Groeben 1982, S. 174f; Petersen 1996, S. 347f und Thomé 1989, S. 65f folgende Anforderungen an Texte zusammen:

- Texte seien gemäß der Bildschirmgröße „seitenweise“ gegliedert, um Scrollen zu vermeiden (außer bei listenartigen Texten wie Suchergebnissen oder Verzeichnissen);
- Das Textlayout (Zeilenlänge, Zeilenabstand, Blockbildung, Einrückungen etc.) sei übersichtlich, so dass zusammengehörige Informationen leicht erkannt und erfasst werden können;
- Der verwendete Zeichensatz (Schriftart, Schriftgröße etc.) erlaube das mühelose Lesen der Texte;
- Hervorhebungen sollen einheitlich verwendet werden; sie sollen die Aufmerksamkeit auf sich lenken aber nicht vom Lerninhalt *ablenken*;
- Schrift- und Hintergrundfarbe seien aufeinander abgestimmt, um durch ausreichenden Kontrast und ausreichende Helligkeit gute Lesbarkeit zu erreichen.

Dabei merkt Schulmeister 1997, S. 388ff an, dass die Anforderungen an die laufende technische Entwicklung gekoppelt sind – vor 20 Jahren war die gängige Textdarstellung beschränkt auf Schreibmaschinenfonts und monochrome Bildschirme. Vermutlich wird durch bessere Bildschirme in Zukunft auch das Lesen am Bildschirm angenehmer. Vielleicht tritt aber auch einfach ein Effekt der Gewöhnung ein, der die Unterschiede zwischen Lesen von Papier oder vom Monitor verblassen lässt.

4.5.3 Eingabegestaltung

In „4.4.1 Reaktion“ wurden einige Eingabefunktionen für grafische Benutzungsoberflächen vorgestellt. Zur Realisierung dieser Funktionen werden folgende Bedienelemente verwendet, die üblicherweise per Maus und Tastatur gesteuert werden, in vergleichbarer Form aber auch zur Spracheingabe, zur Eingabe per Datenhandschuh etc. zur Verfügung stehen (Eberleh 1994, S. 158ff; Lauter 1987, S. 5ff):

- Druckknöpfe (“push buttons”): Knöpfe zum direkten Ausführen von Aktionen; damit vergleichbar sind “Hot-Words” z.B. zur Navigation in Hypertexten;
- Felder zur Einfachauswahl (“radio buttons”): Felder zum Einstellen sich gegenseitig ausschließender Eigenschaften;
- Felder zur Mehrfachauswahl (“check boxes”): Felder zum Auswählen einer oder mehrerer (themenverwandter) Eigenschaften;
- Auswahllisten (“list boxes”): Felder zum Auswählen vom Programm bestimmter Einträge in Einfach- oder Mehrfachauswahl;
- Eingabefelder (“entry fields”): Felder zum Eingeben von Daten per Tastatur, evtl. verknüpft mit Auswahllisten;
- Felder zum Einstellen von Werten (“dials”): (Zahlen-)Felder, deren Inhalt in diskreten Schritten verändert werden kann, evtl. verknüpft mit Schiebereglern.

Weitere Eingabemöglichkeiten bestehen z.B. in Zeichenprogrammen und CAD-Systemen im gelenkten oder „freihändigen“ Anlegen von Linien, Flächen und Körpern, dem Platzieren von Texten oder Grafikelementen auf “What you see is what you get (WYSIWYG)“-Oberflächen oder im Schreiben und Zeichnen mit speziellen Stiften auf interaktiven Arbeitsflächen.

Wichtig ist, dass den Lernenden stets klar ist, welche Eingabe wo möglich ist und gegebenenfalls erwartet wird und in welcher Weise Eingaben durchzuführen sind (UVM-NW 1999). Die Lernenden müssen wissen, welche Auswirkungen eine Eingabe hat, und sie müssen über die korrekte Durchführung einer Eingabe informiert werden durch eine Rückmeldung seitens des Lernsystems (Oppermann et al. 1992, S. 24f). Bei fehlerhaften Eingaben muss deutlich auf die Fehlerursache hingewiesen werden, evtl. mit einer Hilfestellung oder einem Korrekturvorschlag. Während und nach einer Eingabe sollen Korrekturmöglichkeiten bestehen, am besten in mehreren Schritten sowie mit Möglichkeiten zur „Korrektur der Korrektur“ durch Wiederherstellen einer Eingabe. Kleinere Eingabefehler können automatisch korrigiert werden, z.B. bei Eingabe eines Dezimalpunkts, wo vom Programm ein Dezimalkomma erwartet wurde.

Häufig wiederkehrende Eingaben sollten erleichtert werden, indem z.B. Möglichkeiten einer Zwischenablage zum Kopieren und Einfügen bestehen. Zum Teil können auch Eingabevorschläge vom Lernsystem gemacht werden (z.B. bei der Auswahl aus Listen), jedoch müssen diese einfach überschreibbar sein und dürfen nicht aufdringlich wirken.

4.5.4 Akustische Ausgabe

Die neuen Medien am Computer waren zunächst rein visuell – ein gelegentliches “Beep” als (Warn-)Hinweis bei der Programmbedienung blieb lange Zeit die einzige auditive Komponente. Der – auch finanziell – höhere Aufwand bei der Erstellung von Tonbeiträgen gegenüber Bildern und Grafiken trägt immer noch dazu bei, dass bei der Gestaltung von Lernsoftware weniger Wert auf akustische Ausgabemöglichkeiten gelegt wird.

Wie bei Bildern und Grafiken müssen Inhalt und Gestaltung akustischer Elemente auf deren beabsichtigte Funktionen sowie auf den Kontext der Lerninhalte und auf die Zielgruppe der Lernenden abgestimmt sein. Die akustischen Elemente sollen die Lernenden beim Lernen unterstützen und nicht vom Lernen ablenken. Kompositionsregeln zu Rhythmus, Dynamik und Reihung gelten auch für Sprache, Musik und Geräusche (siehe auch „2.3.1 Gesetze des Sehens und Hörens“).

Nicht geklärt ist, inwieweit Tonbeiträge zu Texten oder Bildern redundant sein sollten. Zwar sollen zwischen Sprache und Geräusch einerseits sowie Text und Bild andererseits im Allgemeinen keine Widersprüche auftreten (außer natürlich beim beabsichtigten Einsatz stimulierender kognitiver Konflikte), aber eine hundertprozentige Entsprechung der Medien kann die Lernenden bald langweilen. Genau diese Medienredundanz ist aber nötig, wenn die Lernenden einen Kanal auswählen und den anderen abschalten können, z.B. um beim Lernen in Gruppen nicht durch eine überbordende Geräuschkulisse gestört zu werden¹².

Bei gesprochenen Texten sollte zur besseren Orientierung der Lernenden eine feste Zuordnung verschiedener Stimmen zu verschiedenen Rollen und Funktionen gelten, z.B. können unterschiedliche Stimmen für Lerninhalte, Zitate und Programmhinweise eingesetzt werden. Die Anforderungen an die rhetorische Gestaltung gesprochener Texte (z.B. Sprechgeschwindigkeit, Pausen, Betonung; siehe Ballstaedt 1997, S. 94f) lassen es ratsam erscheinen, ausgebildete Sprecherinnen und Sprecher für die Vertonung eines multimedialen Lernsystems einzusetzen. In ähnlicher Weise gilt für die Verwendung von Musik und Geräuschen, dass große Erfahrung nötig ist, um Ton, Text und (bewegtes) Bild aufeinander abzustimmen.

4.5.5 Darstellung bewegter Medien

Zunächst gelten für bewegte Medien wie z.B. Filme, Musikstücke, Animationen und Simulationen, aber auch Laufschriften und gesprochene Texte, die gleichen Regeln der Komposition wie für statische Darstellungen (z.B. Bilder und Grafiken¹³ oder kurze Töne und Geräusche ohne zeitliche Änderung). Zusätzlich müssen Rhythmus und Tempo der Darstellung, die visuell durch Blickrichtungswechsel (Kameraschwenks und -fahrten), Änderungen der Perspektive (Kameraabstand, Blickwinkel und Zoom) und Schnittfolgen (Wechsel der Einstellung oder des Motivs) und auditiv durch Rhythmik, Wechsel der Tonart und Variation von Harmonie, Melodie, Tempo und Tonstärke charakterisiert sind, an die Seh-

¹² Hier bietet sich als Ausweg der Einsatz von Kopfhörern an, was aber wiederum das Diskutieren und Kommunizieren in der Gruppe erschwert – solange nicht alle Beteiligten die Gebärdensprache beherrschen... (Dann wiederum haben sie die Hände nicht mehr frei zum Bedienen von Maus oder Tastatur!)

¹³ An der Grenze zwischen statischer und bewegter Darstellung liegen interaktive dreidimensionale Modelle. Ist die von den Lernenden gesteuerte Änderung des Bildschirminhalts noch einfache Navigation oder bereits bewegte Darstellung? Man vergleiche z.B. das Rotieren eines Gebäudemodells in VRML oder das Laufen entlang eines Ganges im Computerspiel.

und Hörgewohnheiten sowie die kognitive Aufnahme- und Verarbeitungsfähigkeit der Zielgruppe angepasst sein – wobei die heutige Generation @ vermutlich mit schnelleren Bild- und Tonwechsellern zurecht kommt, als manche erwachsene Lehrperson bei der Entwicklung von Lernsystemen sich vorzustellen vermag. Park 1994 weist darauf hin, dass bewegte Medien generell höhere Ansprüche an die kognitiven Verarbeitungsfähigkeiten der Lernenden und deren Medienkompetenz stellen (Park 1994, pp. 24f). Er fordert, dass die dynamischen Elemente bewegter Medien verbal erläutert werden, um die Lernenden auf wesentliche Details hinzuweisen.

Für den Film beschreibt Ballstaedt 1997, wie die Dauer einer Einstellung vom Detailgrad der Darstellung und der perspektivischen Nähe zu den Objekten abhängt. Als Faustregel gibt er an, dass eine Fixation zur bewussten Wahrnehmung eines Bildelements etwa 250 ms dauert, es können also etwa vier Bilddetails pro Sekunde wahrgenommen werden. Totalaufnahmen benötigen aufgrund der größeren Anzahl an Bildelementen längere Einstellungen als Nahaufnahmen (Ballstaedt 1997, S. 256).

Selbstverständlich gilt erneut, dass bewegte Darstellungen das Lernen unterstützen sollen und nicht vom Lernen ablenken dürfen. Unter anderem dürfen bewegte Darstellungen nicht den Lernfluss hemmen, weil z.B. vor dem Aufruf neuer Lerninhalte noch das Ende einer Sprachausgabe oder die Animation einer Comicfigur abgewartet werden müssen. Thomé 1989 führt an, dass häufig eingesetzte motivierende Animationen nicht länger als zwei bis drei Sekunden dauern und möglichst abwählbar sein sollten, auch um durch wiederholte Darbietung nicht zu langweilen (Thomé 1989, S. 68f).

Bei der Darstellung zeitlicher Abläufe sollte immer zunächst der Ausgangszustand gezeigt werden (z.B. ruhende Löwinnen), dann die Aktion (Löwinnen bei der Jagd) und schließlich der Endzustand (Löwinnen beim Mittagessen). So können die Lernenden Aktionen und deren Auswirkungen in Beziehung setzen (Löwinnen jagen, um Nahrung zu beschaffen). Diese Folge von Zustand – Aktion – Zustand kann gegebenenfalls mehrfach wiederholt werden, wenn eine Handlung mit Zwischenschritten dargestellt wird, z.B. als Bedienungsanleitung beim Zusammenbau eines Geräts.

An technischen Aspekten sei genannt, dass bewegte Darstellungen durch die Lernenden steuerbar sein sollen, z.B. durch Start-, Stop- und Pausetasten oder Möglichkeiten zum Rückspulen, zum Zeitraffer und zur Zeitlupe. So kann die Aufnahme von Informationen dem Lerninteresse und der Lerngeschwindigkeit angepasst werden. Wichtig ist natürlich auch, dass bewegte Darstellungen in ausreichender Bild- und Tonqualität (mit ausreichender Größe, Auflösung und Bildfrequenz) dargestellt werden, was derzeit zumindest bei der Übertragung über Netzwerke nicht immer gewährleistet ist. Damit verbunden sind Probleme der synchronen Darstellung von Bild und Ton sowie der Koordination mehrerer bewegter Darstellungen, z.B. der Synchronisation eines Musikstücks mit wechselnden Darstellungen in einer Simulation.

4.5.6 Datenaustausch mit anderen Anwendungen

Um ein Lernsystem möglichst gut in den Alltag der Lernenden integrieren zu können, müssen Möglichkeiten bestehen, Daten aus typischen Arbeitsvorgängen der Lernenden in das Lernsystem zu integrieren. Im Bereich Niedrigenergie- und Solararchitektur kann das z.B. bedeuten, dass CAD-Pläne in Lernsysteme ladbar sind, um Gebäudeentwürfe der Lernenden zur Grundlage von Untersuchungen zum energetischen Verhalten von Gebäuden zu machen.

Umgekehrt sollen Lern- und Arbeitsergebnisse aus Lernsystemen in andere Anwendungen übernommen werden können. Dazu sollen auch Lerninhalte über die Zwischenablage des Computersystems in andere Programme kopierbar sein. In vielen Fällen wollen die Lernenden Unterlagen auf Papier besitzen – das Ausdrucken von Inhalten oder Berechnungsergebnissen ist ebenfalls eine Form des Datenexports aus einem Lernsystem.

Alle Möglichkeiten des Datenaustauschs, zur Eingabe wie zur Ausgabe, müssen einfach und schnell durchzuführen sein, um im Lern- und Arbeitsalltag der Lernenden von Nutzen zu sein. Die Funktionen zum Datenaustausch sollen möglichst geräteunabhängig arbeiten, also z.B. unabhängig von Betriebssystemen und Hilfsprogrammen. Insbesondere bei kooperativen vernetzten Systemen ist die Kompatibilität von Lernsystemen mit verschiedenen Lernumgebungen wichtig, um nicht Gruppen von Lernenden aus dem System auszuschließen.

4.5.7 Weitere Ein- und Ausgabemöglichkeiten

Für (Lern-)Software am PC oder im Internet sind weitere Ein- und Ausgabemöglichkeiten z.B. im haptisch-taktilen Bereich noch in Entwicklung (Oberle/Wessner 1998, S. 68f), so dass die Anforderungen des Fühlens oder gar des Riechens und Schmeckens noch keine Rolle spielen. Wie schon bei der Umsetzung von Bild und Ton nehmen auch hier Spiele eine Vorreiterrolle ein: Es werden bereits Joysticks verwendet, die programmgesteuert Kräfte und Bewegungen als Druckveränderungen an die Bedienhand weitergeben. Bei größeren Lernanwendungen, z.B. bei der Ausbildung von Pilotinnen und Piloten im Flugsimulator, werden schon seit längerem auch mehr Sinne als nur Sehen und Hören angesprochen. Eine weitergehende Integration des menschlichen Körpers in ein haptisch-taktilen Ein- und Ausgabegerät – etwa einen Datenhandschuh oder gar Datenanzug – wird wohl für einfache Lernsysteme an Akzeptanzproblemen scheitern.

Bereits in Teilbereichen als Ein- und Ausgabegeräte eingesetzt werden Touchscreens (z.B. bei Kiosk-Systemen) und interaktive Tafeln (z.B. bei Seminaren oder zur Gruppenarbeit), Schreibflächen (z.B. bei Kleinstcomputern) oder Zeichenunterlagen (z.B. bei CAD-Systemen) (Oberle/Wessner 1998, S. 68; Nemetschek 1999; Streitz 1998). Bei Videokonferenzen und Systemen zum gemeinschaftlichen Arbeiten über Distanzen dienen Videokameras und Scanner als Eingabegeräte. Auch bei Rollenspielen (siehe „3.2.2 Klassische Methoden – neue Medien?“) werden Videokameras zum Aufzeichnen von Spielsituationen verwendet. Das Material wird aber meist nicht in multimediale Lernsysteme integriert (Strzebkowski 1997, S. 280).

Weitergehende Möglichkeiten zur dreidimensionalen Ein- und Ausgabe liegen in der Realisation sogenannter virtueller Räume. Neben neuen Präsentationsarten über Head-Mounted-Displays oder Virtual Caves und Cubes können zusätzliche Formen der Navigation, Reaktion und Adaption zu einer Erweiterung der Möglichkeiten multimedialer Lernsysteme führen (Alsdorf/Bannwart 1997; Kieferle 1999). In ähnliche Richtung gehen Systeme zum Steuern realer Räume durch Bewegungen und Aktionen der Personen im Raum, z.B. zum Einsatz in Museen, in Erlebnisparks und auf Messen (Meier 2000).

Post 1999 nennt Visionen, wie nach dem Software-Download auch der Hardware-Download möglich wird: Systeme des Rapid Prototyping erstellen dreidimensionale Körper – ähnlich wie durch Layering Mikrochips entstehen oder Plotter Tinte auf zweidimensionales Papier auftragen. Ausgabegeräte ähnlich heutigen Druckern oder Faxgeräten könnten also bald z.B. anhand der Zeichnung im CAD-System ein maßstäbliches Gebäudemodell formen.

Die Neuartigkeit der hier genannten Ein- und Ausgabegeräte macht es unmöglich, Ansprüche und Anforderungen an deren Gestaltung zu formulieren. Ziel der Entwicklungen ist, die Unmittelbarkeit der Erfahrungen im multimedialen System – bei aller medialer, also mittelbarer Übertragung – zu steigern, im Lernsystem also die Immersion der Lernenden in die Lerninhalte zu erhöhen. Dabei sollte auf einen sinnvollen didaktischen Einsatz der Mittel geachtet werden, um das Lernen zu fördern und nicht vom Lernen abzulenken.

4.5.8 Allgemeine Anforderungen an Software

Alle Bemühungen um die Gestaltung multimedialer Lernsysteme sind vergebens, wenn die Software anschließend nicht macht, was sie soll. Oppermann et al. 1992 beziehen sich bei ihren Kriterien zur Software-Bewertung vor allem auf die Begriffe der DIN 66 234 sowie der ISO 9241 und stellen unter anderem folgende Forderungen, die uneingeschränkt auch für multimediale Lernsysteme gelten (Lauter 1987; Oppermann et al. 1992, S. 30ff; siehe auch Hasebrook 1995, S. 250f; Nielsen 1990):

- **Verfügbarkeit:**
Die Benutzung von Software darf nicht durch Störungen (z.B. häufige Systemabstürze) oder unangemessen lange Rechenzeiten behindert werden;
- **Fehlerrobustheit:**
Auch bei fehlerhaften Eingaben muss die Software betriebsfähig bleiben; fehlerhafte Eingaben sollen durch die Gestaltung der Software minimiert werden (z.B. durch Übersichtlichkeit, Sperren von Tasten oder automatische Korrektur); Fehlermeldungen müssen Möglichkeiten zur Vermeidung oder Korrektur der Fehler aufzeigen;
- **Nützlichkeit und Komfort:**
Die Software sei der Lernaufgabe angemessen programmiert, z.B. seien Informationen und Funktionen in der richtigen Reihenfolge zugänglich; die Software soll in flexibler Weise Arbeitsabläufe unterstützen und erleichtern;
- **Erwartungskonformität:**
Bedienelemente der Software seien selbsterklärend; die von der Software oder ihren Teilen erwarteten Funktionen müssen auch tatsächlich vorhanden sein und korrekt, konsistent, vorhersagbar und nachvollziehbar ausgeführt werden;
- **Erlernbarkeit:**
Die Bedienung der Software sei einfach erlernbar; schwierige oder ungewohnte Elemente seien durch Hilfefunktionen erläutert;
- **Kooperations- und Kommunikationsförderlichkeit:**
Die Software lasse sich in Arbeitsumgebungen integrieren (z.B. auch durch Kompatibilität zu vorhandenen Arbeitsabläufen und -einrichtungen); sie soll in sinnvoller Weise kooperatives Arbeiten und Kommunikationsprozesse fördern;
- **Datenschutz und -sicherheit:**
Alle anfallenden Daten (z.B. Arbeitsergebnisse, Systemeinstellungen) sollen ausschließlich zum Erfüllen der Aufgaben der Software verwendet werden; die Lernenden sollen über das Sammeln persönlicher Daten (z.B. in Lernprotokollen) informiert sein; Daten sind vor unbefugten Zugriffen zu schützen.

In weiteren Kriterien an Arbeitsumgebungen und die (betriebliche) Organisation von Arbeitsprozessen fordern Oppermann et al. z.B. die Schädigungs- und Beeinträchtigungslosigkeit (Schutz vor physischen und psychischen Beeinträchtigungen), die Sozialverträglichkeit und die Ganzheitlichkeit von Arbeitssystemen (Oppermann et al. 1992, S. 19ff, 50f; zur Sozialverträglichkeit vgl. Nielsen 1990, pp. 147f). Sofern Computer nicht generell im Verdacht stehen, physische Schäden hervorzurufen (z.B. durch die ständige Bildschirmtätigkeit) oder

sozial unverträglich zu sein (z.B. weil direkte menschliche Kontakte zugunsten medial vermittelter Kommunikation eingeschränkt werden), sollen diese Forderungen natürlich auch bei der Entwicklung multimedialer Lernsysteme beachtet werden.

4.6 Anforderungen an die „Packungsbeilage“

„Professionelle CBT-Programme müssen dokumentiert sein.“ schreibt der Universitätsverbund MultiMedia NRW in seinem Leitfaden „Allgemeine Gestaltungsaspekte von CBT-Programmen“ (UVM-NW 1999), und auch Thomé fordert ansprechend gestaltetes Begleitmaterial zu multimedialen Lernsystemen (Thomé 1989, S. 58f).

Folgende Informationen sollten unabhängig von der Programmausführung verfügbar sein, um zunächst die Auswahl eines multimedialen Lernsystems, später dessen Installation und schließlich die Bedienung zu unterstützen (Thomé 1989, S. 58f; UVM-NW 1999):

- Inhaltsangaben (z.B. Lernziele, Lerninhalte, Arbeitsmöglichkeiten und Tests), wenn möglich mit Gliederung der Inhalte;
- Angaben zum vorgesehenen Einsatz (z.B. Lernparadigma, Kompatibilität mit Ausbildungsplänen etc., Zeitrahmen für die Bearbeitung);
- Angaben zu Zielgruppen (z.B. Alter, Ausbildung, Vorwissen);
- Angaben über Preise (z.B. von Einzel- oder Campuslizenzen) und Ermäßigungen (z.B. für Studierende) sowie zu Umfang und Preis von Demoversionen;
- Angaben über Systemvoraussetzungen (z.B. erforderliches Betriebssystem, Netzwerkkompatibilität, zusätzlich benötigte Programme);
- Angaben zu Installation und Bedienung (Benutzungshandbuch);
- Angaben zu ergänzenden oder weiterführenden Lernmaterialien (Hilfsmittel, beiliegendes Arbeitsmaterial, Fortsetzungsprogramme, Literatur, Möglichkeiten für eigene Gestaltung von Lernmaterialien);
- Kontaktinformationen für Fragen, Kommentare und Anregungen;
- Copyrightinformationen.

Die Informationen des Begleitmaterials sollten auch im Lernsystem selbst zugänglich sein. Nach heutigem Stand der Technik muss das Begleitmaterial nicht mehr ausschließlich schriftlich und auf Papier bereitstehen, auch die Darstellung in schnell zu startenden elektronischen Dokumenten, evtl. mit interaktiven Elementen, ist üblich¹⁴. Da zum einen aber viele Personen Unterlagen schwarz auf weiß bevorzugen und zum anderen die rechtliche Gültigkeit von Online-Begleitmaterial fraglich ist (Lang 2000), sollten wesentliche Inhalte der Dokumente ausdrückbar sein und auf Wunsch auch auf Papier bezogen werden können.

¹⁴ Z.B. als HTML-Dokument oder in – mit dem Acrobat® Reader® lesbaren – PDF-Dateien.

5 Evaluation von Lernen und Lehre mit Neuen Medien

Wer recht erkennen will, muss zuvor
in richtiger Weise gezweifelt haben.

Aristoteles

An dieser Stelle können nur einige ausgewählte Aspekte der Durchführung von Evaluationen dargestellt werden. Umfangreiche Einführungen in die Problematik von Evaluationen z.B. bezüglich der Auswahl von Evaluationszielen, -objekten, -formen und -methoden finden sich bei Brink 1997, S. 99ff; Freibichler et al. 1991, S. 226ff; Fricke 1997; Glowalla/Häfele 1997, S. 427ff; Glowalla/Hasebrook 1995; Hasebrook 1995, S. 252ff; Thomé 1989, S. 34f und Wottawa/Thierau 1998.

5.1 Ist Lernen mit Neuen Medien evaluierbar?

5.1.1 Evaluation von Lernen

Bevor eine Sache oder ein System bewertet werden kann, müssen die Bewertungsziele und -kriterien festgelegt sein. Während Petersen 1996 – vielleicht in typisch betriebswirtschaftlicher Sichtweise – zur Bewertung von Lernen nur quantitative Gesichtspunkte nennt: „Auf welchem Weg kann ein *Mehr an Wissen* einem *Mehr an Studenten* in *kürzerer Zeit* vermittelt werden?“ (Petersen 1996, S. 2; Hervorhebungen im Original), wird üblicherweise auch nach der Qualität des Lernens gefragt, nämlich: Was wurde wie gut gelernt? und: Wie kann besser gelernt werden?

Lernevaluation kann sich auf die Lernumgebung, auf Lernmaterialien, Lernstile und -methoden sowie den Lernerfolg einzelner Lernender oder von Lerngruppen beziehen. Entscheidungsgrundlagen zur Beurteilung des Lernens ergeben sich aus dem Vergleich der Wissensstände einer Lerngruppe vor, während und nach der Bearbeitung einer Lerneinheit (Baumgartner 1997a, S. 243), sowie noch einmal in gewissem zeitlichem Abstand zum Ende der Bearbeitung, um nachhaltiges Vertiefen von kurzzeitigem Auswendiglernen unterscheiden zu können. Der Vergleich kann anhand der Auswertung von Tests geschehen oder durch die Beobachtung des Verhaltens der Lernenden, insbesondere wenn Wert auf Handlungs- und Methodenkompetenz statt auf Faktenwissen gelegt wird. Dabei ist gerade bei konstruktivistischem, selbstbestimmtem Lernen das Festlegen der Bewertungsmaßstäbe schwierig. Die Beurteilung des Lernerfolgs kann nicht anhand einer Liste der erreichten Lernziele erfolgen, sondern muss den Wissensaufbau bei den Lernenden und die Bedeutung des Erlernten für die Lernenden berücksichtigen (vgl. Baumgartner 1997b, S. 134; Jonassen 1992). Neben dem Lernerfolg (Qualität und Quantität der Wissensaufnahme) können auch die Akzeptanz von Lernsystemen und deren weitere gesellschaftliche Wirkung untersucht werden. Zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung können Kosten des Lernens ermittelt, zur Zielgruppenforschung soziologische Daten erhoben werden (Brink 1997, S. 101f).

Über die Beurteilung einzelner Lernsysteme hinaus werden vergleichende Evaluationen durchgeführt, um z.B. die Güte verschiedener Lernmaterialien, Lernmethoden und Lernstile für einen geplanten Einsatz abzuwägen. Die Durchführbarkeit solcher vergleichender Evaluationen wird jedoch kritisch betrachtet (z.B. Baumgartner 1997a, S. 243), denn im

Gegensatz zu den Doppelblindversuchen z.B. beim Testen neuer Medikamente ist bei der Lernbeurteilung nicht möglich, Kontrollgruppen aufzustellen, die *nicht* lernen. Die Konstruktion von Wissen ist ein komplexer individueller und gleichzeitig sozialer Vorgang, der sich nicht in einzelne, voneinander unabhängig überprüfbare Effekte aufteilen lässt.

Gerade bei den häufig durchgeführten Medienvergleichsstudien kann bereits die Auswahl der Evaluationskriterien bzw. der Methode zum Überprüfen des Lernerfolgs das Ergebnis einer Evaluation bestimmen (Baumgartner 1997b, S.134ff): Sollen beispielsweise auswendig gelernte Fakten in schriftlichen Tests abgefragt werden, wird ein traditionelles Lehrbuch wahrscheinlich nicht anders abschneiden als multimediale Lernsysteme, die dieselben Fakten – nur anders – präsentieren. Allerdings werden Möglichkeiten des multimedialen Lernsystems, wie z.B. der interaktive Erwerb von Handlungskompetenz, völlig außer Acht gelassen. Andererseits kann das Erlernen der Steuerung eines Flugzeugs im Flugsimulator schlecht verglichen werden mit dem Lesen der Beschreibung der Steuerung eines Flugzeugs im Buch. Hier ist das Lernmedium Buch nicht „artgerecht“ eingesetzt.

Darüberhinaus sind Lernerfolge auch – deutlich stärker als Therapieerfolge von Medikamenten – von den Versuchspersonen (den Lernenden) und der Versuchsanordnung (der Lernumgebung) abhängig. Da es in der Praxis unmöglich ist, zwei gleich zusammengesetzte Lerngruppen mit Lernenden gleichen Lerninteresses, gleichen Vorwissens, gleicher Vorliebe für Lernstil und -methoden und gleicher Lernfähigkeit etc. zu finden, lassen sich keine Vergleichsgruppen zusammenstellen, um z.B. verschiedene Lernsysteme aufgrund ihres Lernerfolgs vergleichend zu bewerten – die Variablenvielfalt ist zu groß, als dass mit statistischen Verfahren aussagekräftige Resultate gewonnen werden könnten (Oppermann et al. 1992, S. 12f; Schulmeister 1997, S. 396ff, 409f; Thomé 1989, S. 38).

Evaluationen können also unter Berücksichtigung der Lernumgebung strenggenommen nur Einzelfallbewertungen vornehmen. Baumgartner und Payr fordern speziell für die Evaluation interaktiver Lernsysteme:

“The evaluation of interactive media then has to satisfy three conditions:

1. It has to take into account the social situation in which the media are used, and must not be limited to the media themselves [.]
2. It has to take into account the goal of dealing with complex social situations and must not limit itself to the isolated individual learner.
3. It must take into account the specific forms of interaction between the learner and society. These interactions range from the passive reception of static knowledge to the active design of complex, dynamic situations that characterizes the ‘expert’.” – Baumgartner/Payr 1996, p. 192

Die Extrapolation von einem – in einer bestimmten Lernsituation – untersuchten Lernsystem auf alle ähnlichen Systeme in *beliebigen* Lernsituationen ist also unzulässig (siehe auch Schulmeister 1997, S. 387ff, 395f, 409; Thomé 1989, S. 40f). Zulässig ist, zielgruppen- und lernumgebungsspezifisch Evaluationsergebnisse zu verwenden, um

- Lernsysteme für den Einsatz zum Lernen auszuwählen;
- den Einsatz von Lernsystemen zu optimieren;
- Empfehlungen für die zukünftige Entwicklung von Lernsystemen (für gleiche oder ähnliche Lernbedingungen) zu formulieren.

5.1.2 Evaluation neuer Medien

Auch bei der Evaluation neuer Medien, die in Interaktion mit Menschen stehen, spielen Zielgruppe und Arbeitsumgebung eine wichtige Rolle. Oppermann et al. 1992 schreiben dazu:

„Software-ergonomische Qualität ist ausgerichtet auf den Benutzer. Den Benutzer, die Benutzerin gibt es aber bekanntermaßen nicht. Jeder Benutzer unterscheidet sich von jedem anderen Benutzer. Benutzer unterscheiden sich in ihren Kenntnissen, ihren psycho-motorischen Fähigkeiten, ihren Gewohnheiten. Sie unterscheiden sich über die Zeit hinweg auch von sich selbst. Sie lernen, sie ermüden, sie suchen u. U. nach Abwechslung und neuen Wegen. In diesen intra-individuellen Unterschieden unterscheiden sich die Benutzer inter-individuell.“ – Oppermann et al. 1992, S. 15

Evaluation von Software – und damit neuer Medien – ist also nur dann möglich und sinnvoll, wenn sie deren Benutzung in typischen Anwendungssituationen berücksichtigt, aber gleichzeitig die Adaptierbarkeit an die Anforderungen verschiedener potenzieller Arbeitsumgebungen als Bewertungskriterium enthält.

Die Ziele der Evaluation von Software sind üblicherweise (vgl. Worthen 1989):

- Auswahl von Software für die Lösung eines bestimmten Problems;
- Optimierung des Einsatzes von Software;
- Produktoptimierung einer bestimmten Software;
- wissenschaftliche Beurteilung von Software oder deren Elementen.

Insbesondere bei der Durchführung von Evaluationen zur Produktoptimierung werden *formative* und *summative* Evaluation unterschieden. Während formative, entwicklungsbegleitende Evaluationen zielgruppennah durchgeführt werden, um einzelne Programmkomponenten an lokal festgestellte Bedürfnisse anzupassen, vergleichen summative Evaluationen fertige Produkte im Hinblick auf allgemein anerkannte Bedürfnisse, z.B. um Regeln für die Entwicklung zukünftiger Programme aufzustellen, wie sie in „4 Ansprüche und Anforderungen an multimediale Lernsysteme“ genannt sind (Dick/Carey 1985, pp. 196ff, 256ff; Lewy 1989; Wottawa/Thierau 1998, S. 64).

Für die Evaluation multimedialer Lernsysteme gelten die gleichen Grundsätze wie für die Evaluation traditioneller Lehr- und Lernmaterialien (Brink 1997, S. 100f). Besonderer Augenmerk ist – außer auf die Einhaltung der Regeln – darauf zu legen, ob der *Mehrwert* neuer Medien (z.B. in den Bereichen Präsentation und Interaktion) genutzt ist; ob also die Verwendung eines multimedialen Lernsystems in einer bestimmten Lernsituation gegenüber der Verwendung traditioneller Medien Vorteile bringt (Goldschmeding 1998, S. 170f).¹

Probleme bei der Evaluation neuer Medien ergeben sich zum Teil gerade aus ihrer Neuheit. Zum einen übt das Neue einen starken Reiz aus, was die Lernmotivation und damit die Lernergebnisse beim Einsatz neuer Medien steigert. Zum anderen sind sowohl die Lehrenden als auch die Lernenden noch ungeübt, so dass Probleme beim Entwickeln und beim Bedienen neuer Medien Lernprozesse behindern können (Brink 1997, S. 117ff; Marchionini 1990, p. 359). Aus dem Umfang und der Vielzahl relationaler Verknüpfungen (Hypertextstruktur) innerhalb mancher multimedialer Lernsysteme folgt, dass Lernmaterialien je nach

¹ Dies ist nicht zu verwechseln mit den in „5.1.1 Evaluation von Lernen“ kritisierten Medienvergleichsstudien. Zu untersuchen ist die Güte der Medienwahl, nicht die Güte der Medien.

Lerninteresse nur teilweise und nicht bis in jedes Detail besucht werden. Evaluationskriterium ist dann auch, *welche* Lernprozesse stattfinden (Baumgartner 1997b, S. 138f) – ob die Lernenden z.B. sinnvolle Lernpfade gefunden haben, um alle für sie interessanten Lerninhalte in brauchbarer Reihenfolge besuchen zu können. Andererseits muss hingenommen werden, dass nicht besuchte Teile des Lernsystems auch nicht evaluiert werden, was die Gültigkeit der Evaluationsergebnisse weiter auf individuelle Lernprozesse einschränkt (Brink 1997, S. 118; Marchionini 1990, pp. 359f; Nielsen 1990, pp. 156f).

Weitere Probleme der Evaluation neuer Medien ergeben sich aus ihrer Schnelllebigkeit. Schulmeister 1997, S. 388ff zählt auf, wie zahlreiche Studien durch die technische Entwicklung und die zunehmende Erfahrung der Menschen im Umgang mit Computern überholt werden. Evaluationen sollten also weniger technische Merkmale als vielmehr die Eignung von Software zum Lösen von Problemen und zur Hilfestellung beim Bewältigen von Aufgaben – bei Lernsoftware also zum Unterstützen von Lernen – unter die Lupe nehmen.

5.2 Methoden der Evaluation

Im Folgenden werden Methoden der Evaluation beschrieben, die üblicherweise – alleine oder in Kombination – zur Bewertung multimedialer Lernsysteme verwendet werden. Ziel der Beschreibung ist, einen geeigneten Weg zu finden, um im weiteren Verlauf der Arbeit Lernsysteme zur Niedrigenergie- und Solararchitektur beurteilen zu können.

5.2.1 Testen und Befragen

Die am weitesten verbreitete Methode der Lernerfolgsmessung ist der Test – das Befragen von Lernenden und das Bewerten der Antworten nach festgelegten Kriterien. Zwar werden Tests – in Schule und Ausbildung – in erster Linie zur Beurteilung der Lernenden eingesetzt, sie sagen aber mindestens ebenso viel über die Güte der Lernumgebung, der Lehr- und Lernmethoden und der Lernmaterialien aus. In diesem Sinne werden Tests und Fragebögen zur Evaluation von Lernsystemen verwendet. Die wesentlichen Schritte einer Evaluation durch Testen und Befragen sind (Dick/Carey 1985, pp. 211f, 262):

- Eingangstest zum lernzielunabhängigen Charakterisieren der Testgruppe bezüglich Vorwissen, Lerninteresse, Lernstil etc.;
- Vortest zum lernzielbezogenen Ermitteln des Ausgangswissens der Testgruppe;
- Bearbeiten des Lernsystems durch die Testgruppe;
- Tests während und nach dem Bearbeiten des Lernsystems zum lernzielabhängigen Ermitteln des Lernerfolgs im Vergleich zum Ausgangswissen;
- Akzeptanztest zum Ermitteln der emotionalen Einstellung der Lernenden gegenüber dem Lernsystem und zum Bewerten motivationaler Elemente des Lernsystems;
- Folgetest nach einiger Zeit zum lernzielbezogenen Ermitteln der Nachhaltigkeit des Lernerfolgs im Vergleich zum Ausgangswissen und zum Wissen direkt nach Bearbeiten des Lernsystems.

Zu beachten ist, dass Evaluationen durch Testen und Befragen stark abhängig sind von den Einstellungen und Fähigkeiten der beteiligten Versuchspersonen. Dick/Carey 1985, p. 201 empfehlen deshalb, zielgruppenspezifisch Versuchspersonen auszuwählen, so dass ein breites Spektrum individueller Merkmale vertreten ist, z.B. schnell und langsam Lernende, unerfahrene und erfahrene Lernende, Personen mit und ohne Erfahrung beim Bedienen multimedialer Lernsysteme, Frauen und Männer etc. Zur geeigneten Auswahl von Versuchspersonen sowie zur Gestaltung von Fragebögen wurden zahlreiche Untersuchungen durchgeführt und Empfehlungen erarbeitet – die hier nicht näher dargestellt werden können,

bei der Ausarbeitung von Evaluationen mit Tests und Fragebögen aber beachtet werden müssen (siehe z.B. Holm 1975 und Koolwijk/Wieken-Mayser 1974; daraus insbesondere Kaplitza 1975; Kirschhofer-Bozenhardt/Kaplitza 1975; Koolwijk 1974; Kreutz/Titscher 1974; außerdem Batinic/Bosnjak 1997; Fittkau & Maaß seit 1995; Fittkau & Maaß 1999).

Weniger formal als mit Tests und Fragebögen lassen sich Befragungen zu Lernsystemen auch durch Interviews durchführen, z.B. mit der Aufforderung an Versuchspersonen, soeben Gelerntes frei wiederzugeben oder soeben gelernte Konzepte in anderem Zusammenhang zu erkennen und anzuwenden (Gerdes 1997a, S. 95ff). Während Interviews meist gut geeignet sind, Einstellungen der Lernenden zum Lernsystem festzustellen, ist die Zuverlässigkeit bezüglich der Erforschung von Lernerfolgen fraglich. Zum einen ist die Fähigkeit der Lernenden zur Selbstauskunft beschränkt (Schulmeister 1997, S. 398ff; Webb 1996, p. 77) – insbesondere bei Lernzielen zum Erwerb von Methoden- und Sozialkompetenz – zum anderen stellen sich manche Lernerfolge vielleicht erst im Laufe des Interviews ein.

Befragungen zur Evaluation von Lernsystemen erfordern Kompetenz und Sorgfalt beim Vorbereiten, Durchführen und Auswerten der Tests, Fragebogen-Aktionen oder Interviews. Die Ergebnisse methodisch korrekter Befragungen erlauben dafür detaillierte Bewertungen der untersuchten Systeme, insbesondere aufgrund der statistischen Auswertbarkeit bezüglich der individuell unterschiedlichen Merkmale der Versuchspersonen. Sofern die Versuchsumgebung und die Versuchspersonen geeignet gewählt wurden, lassen sich hilfreiche Empfehlungen für den Einsatz und Prognosen über den Erfolg eines Lernsystems formulieren.

5.2.2 Lautes Denken

Bei der Methode des lauten Denkens werden Versuchspersonen aufgefordert, während des Bearbeitens des Lernsystems mitzusprechen, was sie gerade denken. Die Methode kann in einer Variante auch zeitversetzt durchgeführt werden: Der Lernprozess wird zunächst – möglichst diskret – aufgezeichnet (z.B. auf Video oder im Computer); bei der anschließenden Wiedergabe kommentiert die Versuchsperson möglichst detailliert den Ablauf des Lernens. Anhand der Äußerungen wird versucht, den Lernvorgang nachzuvollziehen, um z.B. Lernschwierigkeiten zu identifizieren (Gerdes 1997a, S. 93f; Oppermann et al. 1992, S. 11). Anhand des angenommenen Lernverlaufs mehrerer Versuchspersonen aus der Zielgruppe des Lernsystems kann dann das Lernsystem optimiert werden, indem z.B. schwierige Stellen klarer oder ausführlicher dargestellt werden.

Neben dem großen Untersuchungsaufwand – die Aussagen mehrerer Personen müssen genau protokolliert und unter Bezug auf das Lernsystem ausgewertet werden – liegen Schwierigkeiten der Methode vor allem darin, dass manche Gedanken nur schlecht oder gar nicht verbalisierbar sind. Außerdem kann die doppelte Beanspruchung der Lernenden zu einer Verfälschung der Ergebnisse führen (Freibichler et al. 1991, S. 247; Gerdes 1997a, S. 93).

5.2.3 Beobachten und Belauschen

Um handlungsorientierte Evaluationen von Lernsystemen durchzuführen, können die Lernenden beim Lernen beobachtet werden. Aus den Protokollen der (Lern-)Aktionen werden Rückschlüsse auf den Lernvorgang gezogen, um z.B. – wie beim lauten Denken – anhand der angenommenen Lernverläufe ein Lernsystem zu optimieren (Freibichler et al. 1991, S. 246f).

Üblicherweise untersuchte Aspekte sind (Freibichler et al. 1991, S. 246; Marchionini 1990, pp. 361ff; Oppermann et al. 1992, S. 12):

- Reihenfolge von Lernschritten (Lernweg);

- Formen der Medienwahrnehmung (z.B. Fixation von Bildschirmhalten);
- Interaktionsprozesse beim Bedienen des Lernsystems, speziell Kommunikationsprozesse – insbesondere bei kooperativem Lernen;
- Verlauf von Lernmotivation und Konzentration, bzw. Ermüdung;
- Aufruf von Hilfe (als Hilfefunktion im Lernsystem, durch tutorielle Betreuung oder durch Befragen Dritter);
- Korrektheit der Beantwortung von Aufgaben;
- Fehlerraten beim Bedienen des Lernsystems;
- Dauer der Bearbeitung (Dauer einzelner Bedien- und Lernschritte, Dauer von Lernsitzungen);
- Teilnahmestatistiken (z.B. Zugriffe auf das Lernsystem im Tagesverlauf, Abbruchquoten).

Moderne Formen des Beobachtens sind die automatisierte Erfassung von Interaktionen bei der Benutzung von Lernsystemen ("Logfiles" und Zugriffsstatistiken von Rechnern, z.B. Serverprotokolle) und die Archivierung und Analyse von Nachrichten, die über elektronische Kommunikation versandt werden (Freibichler et al. 1991, S. 246; Fritsch 1998, pp. 131ff; Mittrach 1999, S. 106ff).² Der automatisierten Erfassung der Mensch-Maschine-Interaktionen entgehen aber begleitende Handlungen der Lernenden, wie z.B. Mimik, Gespräche mit Lehrenden und anderen Lernenden etc. (Oppermann et al. 1992, S. 12).

Beim Lernen in Gruppen (z.B. mit Groupware oder in Seminaren) ist die Beobachtung des Gruppenverhaltens, z.B. des Kommunikationsverhaltens, unabdingbar notwendig zur Beurteilung des Lernsystems. Die Lernenden prägen durch die Zusammensetzung der Gruppe und durch ihre Zusammenarbeit die Lernumgebung. Die Abhängigkeit des Lernerfolgs sowohl einzelner Lernender als auch der ganzen Lerngruppe (z.B. bei Teamarbeit) von gruppendynamischen Prozessen macht die Evaluation einzelner Aspekte des Lernens schwierig (Baumgartner 1997b, S. 141ff).

Wie bei der Methode des lauten Denkens gilt, dass der Untersuchungsaufwand beim Beobachten und (elektronischen) Belauschen hoch ist. Außerdem ist schwierig, aus umfangreichen Lernprotokollen brauchbare Ergebnisse zur Bewertung der Lernvorgänge und letztlich des Lernsystems zu gewinnen (Marchionini 1990, pp. 366f).

5.2.4 Sammeln von Meinungen

Zur Bewertung des Inhalts, der Bedienbarkeit und allgemein der Tauglichkeit multimedialer Lernsysteme für typische Lernaufgaben ist es hilfreich, informelle Urteile und Meinungen von Fachleuten und Lernenden einzuholen. Vor allem zur formativen Evaluation, also der Evaluation während der Entwicklung eines Lernsystems, können Lob, Kritik und Anregungen von Dritten wertvolle Beiträge liefern, indem sie zielgruppenorientiert Programmmängel, Schwierigkeiten bei der Benutzung und zusätzliche Anforderungen aufzeigen (Dick/Carey 1985, p. 199ff). Um eine große Vielfalt an Meinungen zu gewinnen, können zum Testen gezielt Fachleute oder Lernende angesprochen werden, es können aber auch Prototypen der Programme über das WWW breit gestreut werden. Beide Methoden werden mit guten Ergebnissen vom Fachgebiet Bauphysik & Solarenergie an der Universität Siegen eingesetzt (z.B. Benkert/Heidt 2000a, S. 77). Mittrach 1999, S. 132f beschreibt in ähnlicher Weise

² Aus Gründen des Datenschutzes und des Rechts auf informelle Selbstbestimmung müssen alle Lernenden über die Speicherung und Auswertung der Daten informiert und damit einverstanden sein.

Beiträge der Studierenden zur Entwicklung der Virtuellen Universität der FernUniversität Hagen.

Zur summativen Evaluation können Programmrezensionen z.B. in Fachzeitschriften beitragen, in denen ebenfalls Meinungen – meist Erfahrungsberichte über die Benutzung der fertigen Produkte – formuliert werden (Baumgartner 1997a, S. 243). Ähnlich den Meinungen von Fachleuten und Lernenden während der Programmentwicklung können Programmrezensionen hilfreich zur Weiterentwicklung von Lernsystemen beitragen.

5.2.5 Berechnen

Wie sich bei der Diskussion der Vor- und Nachteile neuer Medien gegenüber traditionellen Medien (siehe „3.3 Chancen und Grenzen neuer Medien“) gezeigt hat, spielt die ungeklärte Frage der Kosten, bzw. der Wirtschaftlichkeit des Lernens mit neuen Medien eine wichtige Rolle. Damit multimediale Lernsysteme in großem Umfang zur Anwendung kommen, wird erwartet, dass sie langfristig günstiger oder jedenfalls nicht teurer seien als bisherige Lernformen. Zu berücksichtigen sind dabei produktbezogene Kosten der Entwicklung und Produktion, bzw. der Anschaffung (Hardware, Software), laufende Kosten des Einsatzes (Betrieb, Wartung, Aktualisierung) und evtl. Entsorgungs- oder Recyclingkosten (Elektronikschrott). Personenbezogene Kosten entstehen durch Notwendigkeiten des Trainings im Umgang mit dem Lernsystem, personenzugewandene Einsparungen entstehen z.B. durch den Wegfall von Reisekosten und Ausfallzeiten (Deutscher Bundestag 1998, S. 332ff; Hasebrook 1995, S. 203f; Klein et al. 1999, S. 4).

Während die Kosten für Entwicklung und Einsatz multimedialer Lernsysteme in der Kosten-Nutzen-Rechnung noch relativ leicht bestimmt oder abgeschätzt werden können (Bruns/Gajewski 1999, S. 139ff, 193ff), ist der Nutzen – die Wirksamkeit des Lernsystems oder der Lernerfolg – deutlich schwieriger zu bestimmen (Baumgartner 1997b, S. 134, 140f). Während Bruns/Gajewski 1999, S. 141ff nur die effektive Lernzeit (z.B. Beschäftigung mit Lernsoftware oder Teilnahme am Seminar) neuer und traditioneller Lernsysteme vergleichen, verweisen Klein et al. 1999, S. 6f auch auf positive Effekte durch qualitative Verbesserungen wie z.B. flexiblere Arbeits- und Lernzeiten und gesteigerte Attraktivität der „Lernenden Unternehmen“ für Personal.

5.2.6 Beurteilen nach Kriterienlisten

Unabhängig von Versuchspersonen lassen sich Kriterienkataloge oder Checklisten zum Beurteilen von Lernsystemen einsetzen. Eine sowohl mit dem Lernsystem als auch mit der Gestaltung von Lernsystemen und dem Fachgebiet des Lernsystems vertraute Person geht die Prüfliste Punkt für Punkt durch und entscheidet, ob das Kriterium – z.B. „Das Speichern der Arbeitsergebnisse ist einfach und schnell durchführbar (j/n).“ (Thomé 1989, S. 156) – für die Beurteilung des untersuchten Lernsystems relevant ist (Gibt es Arbeitsergebnisse, die gespeichert werden sollen?) und wenn ja, ob das Kriterium erfüllt ist.

Kriterienkataloge unterscheiden sich dabei nach Umfang und Detailliertheit. Baumgartner 1997a (vgl. auch Baumgartner/Payr 1996) formuliert unter Bezug auf Collins et al. 1989 z.B. nur fünf „generierende Fragestellungen“ zur vergleichenden Analyse multimedialer Lernsysteme, nämlich – in verkürzter Form:

- Fragen zum Übergang von einer Komplexitätsstufe zur anderen: Wie wird z.B. erreicht, daß bei der Vermittlung von Fakten diese später leicht in einen Kontext eingebunden werden können? [...] Wie wird erreicht,

daß bei der Vermittlung von Regeln diese später leicht zur Problemlösung verwendet werden können [...]?

- Fragen zur selben Komplexitätsstufe: Wie wird innerhalb einer Stufe [...] auf möglichst kontinuierliche steigende [sic] Komplexität geachtet? [...] Wie wird innerhalb einer Stufe steigende Diversifizierung erreicht? [...]
- Fragen zu (impliziten) Metastrategien: Wie werden heuristische Faustregeln [...] vermittelt? Wie werden Strategien zur Steuerung des Problemlösungsprozesses vermittelt? [...] Wie werden Lernstrategien vermittelt?
- Fragen zur Lehrstrategie: Welche Methoden werden zum Aufbau (zur Konstruktion) mentaler Modelle verwendet [...]? Welche Methoden werden zur Stützung der (ersten) Eigenaktivitäten verwendet [...]? Welche Methoden werden zur schrittweisen Übernahme von Verantwortung im kooperativen Handlungsprozeß verwendet [...]?
- Fragen zur Verknüpfung aller drei Dimensionen (soziale Lernsituation): Wie wird intrinsische Motivation [...] erreicht? Wie wird extrinsische Motivation gefördert [...]? Wie wird eine adäquate Lernkultur erzeugt [...]? Wie wird die Einbeziehung des sozialen Umfelds, d.h. der Übergang von virtueller zu realer Welt erreicht [...]?“ – Baumgartner 1997a, S. 250

Im Allgemeinen sind Kriterienkataloge sehr viel detaillierter (siehe „5.3 Kriterienkataloge zur Wissensvermittlung mit neuen Medien“). Durch den Versuch, möglichst generelle Kriterien für die Bewertung von Lernsoftware zu bestimmen – auch um eine Vergleichbarkeit unterschiedlicher Softwaretypen zu ermöglichen –, wächst die Gefahr, „daß die Kriterien [...] nahezu jegliche Aussagekraft verlieren“ (Oberle/Wessner 1998, S. 19 unter Bezug auf Thomé 1989). Die meisten Kriterienkataloge legen sich also nicht auf harte Kriterien z.B. zur „richtigen Gestaltung von Grafiken“ fest, sie mahnen eine überlegte Gestaltung von Grafiken nur an. Wenn also z.B. Thomé 1989 in ihrem Kriterienkatalog (siehe „5.3.4 Große Prüfliste für Lernsoftware“) abfragt, ob die „Grafiken [...] nach Form, Inhalt und Häufigkeit zur Motivierung der Zielgruppe geeignet [sind] [...]“, dann nur um zu überprüfen, ob Grafiken, die zur Motivation *gedacht* sind, diesen Zweck auch erfüllen (vgl. Thomé 1989, S. 66f, 159). Dies hat den Vorteil, dass Kriterienkataloge weiterverwendet werden können, auch wenn sich gestalterische Anforderungen ändern – vielleicht im Zuge neuer Forschungen, gemäß Erfahrungen aus der Praxis oder bedingt durch technische Entwicklungen.³

Ein Kritikpunkt beim Einsatz von Kriterienkatalogen folgt aus deren scheinbarer und oft behaupteter Objektivität. Zwar gelten bei der Evaluation für jedes untersuchte Lernsystem dieselben Kriterien, aber „[g]erade die Gliederung und Gewichtung der einzelnen Kriterien ist entscheidend für eine vergleichende Bewertung und Auswahlentscheidung.“ (Baumgartner 1997a, S. 242). Wichtig ist der didaktisch sinnvolle Einsatz von Lernsystemen im Rahmen ausgewählter Lernsituationen (Baumgartner 1997a, S. 242, 245ff). Dies lässt sich berücksichtigen, indem beim Bewerten eines Lernsystems (mittels Kriterienkatalog) die Einbindung in die Lernumgebung sowie die Zielgruppe des Lernsystems „im Hinterkopf“ behalten werden. Damit ist aber gleichzeitig offensichtlich, dass eine objektive und dennoch

³ Oppermann et al. 1992 merken hierzu an, dass viele Kriterien der DIN 66 234 im Laufe ihrer Entwicklung „uminterpretiert, bzw. umbenannt“ wurden (Oppermann et al. 1992, S. 16), um den geänderten Ansprüchen an Software aufgrund neuer technischer Möglichkeiten gerecht zu werden.

aussagekräftige Evaluation von Lernsystemen weder mit Kriterienkatalogen noch mit anderen Methoden möglich ist.

Um nun die Gliederung und Gewichtung von Kriterien in das Bewertungsverfahren einzubringen, schlagen Baumgartner/Payr 1997, p. 47f die lernsituationsbezogene Wertung der Bedeutung von Kriterien in qualitativen Kategorien, wie z.B. "E = essential, * = very valuable, # = valuable, + = marginally valuable, and 0 = zero" vor (Baumgartner/Payr 1997, p. 47). Bei der Evaluation anhand des Kriterienkatalogs wird dann die Bedeutung der Kriterien berücksichtigt. Thomé 1989 führt eine zweistufige Wichtung der Kriterien nach ihrer Bedeutung durch, indem sie notwendige (entscheidende) Kriterien, die mit Ja/Nein beurteilt werden, und wünschenswerte (nicht entscheidende) Kriterien, die mit +/- beurteilt werden, verwendet (Thomé 1989, S. 135f). Sie gliedert die Kriterien in 23 Bewertungsabschnitte, deren Ergebnisse zur Gesamtbewertung eines Lernsystems zusammengefasst werden (Thomé 1989, S. 137).

Der entscheidende Vorteil von Kriterienkatalogen liegt in der kostengünstigen und schnellen Durchführbarkeit von Evaluationen. Es wird keine aufwändige Versuchsumgebung mit schwierig auszuwählenden Versuchspersonen benötigt. Die Bewertung lässt sich einfach organisieren und die Ergebnisse lassen sich leicht auswerten. Dabei eignen sich Kriterienkataloge sowohl zur detaillierten Einzelbewertung als auch zum strukturierten Vergleich von Lernsystemen. Aufgrund dieser Vorteile wird auch im weiteren Verlauf dieser Arbeit ein Kriterienkatalog zur Untersuchung multimedialer Lernsysteme im Bereich Niedrigenergie- und Solararchitektur verwendet – unter Berücksichtigung der genannten Einschränkungen und Probleme.

5.3 Kriterienkataloge zur Wissensvermittlung mit neuen Medien

Zur Evaluation multimedialer Lernsysteme wurden zahlreiche, verschieden ausgerichtete Kriterienkataloge entwickelt (vgl. Angaben und Literaturverweise bei Brink 1997, S. 111ff; Freibichler et al. 1991, S. 235ff; Oppermann et al. 1992, S. 14; Thomé 1989, S. 19f, 84ff). Die Zielsetzung der Kataloge reicht von allgemeinen software-ergonomischen Untersuchungen (z.B. Oppermann et al. 1992) bis hin zu speziellen didaktischen Fragestellungen (z.B. Euler 1992; Thomé 1989). Anhand der beispielhaften und kurzen Vorstellung einiger Kriterienkataloge soll hier ein Eindruck von der Unterschiedlichkeit der Ansätze vermittelt werden.

5.3.1 DIN 66 234, ISO 9241 und EVADIS II

Die wichtigste deutsche Norm⁴ zur Beurteilung von Bildschirmarbeitsplätzen und der Arbeit an Bildschirmarbeitsplätzen ist die DIN 66 234. Sie befasst sich in ihren Teilen u.a. mit der Wahrnehmbarkeit von Zeichen auf Bildschirmen (DIN 66 234 Teil 2), der Strukturierung von Bildschirm-Information (DIN 66 234 Teil 3) und den Grundsätzen der Dialoggestaltung (DIN 66 234 Teil 8). Auf internationaler Ebene geht die ISO 9241 in ihren Anforderungen über die DIN 66 234 hinaus. Sie berücksichtigt auch die Einbindung von Software in die Organisation am Arbeitsplatz und die Anpassung an typische Aufgaben im Arbeitsprozess.

Lauter 1987 veranschaulicht die Bestimmungen der deutschen Normen mit zahlreichen Beispielen und fasst darauf aufbauend Regeln zur Gestaltung von Software zusammen, bzw.

⁴ Die jeweils aktuelle Ausgabe deutscher und internationaler Normen ist erhältlich bei der Beuth Verlag GmbH, Berlin.

nennt Checklisten zur Gestaltung (Lauter 1987, S. 94ff, 135ff). Aufbauend auf DIN 66 234 und ISO 9241 entwickelten Oppermann et al. 1992 mit EVADIS (Evaluation von Dialogsystemen) II einen Leitfaden zur software-ergonomischen Evaluation für Bürosoftware. Sie berücksichtigen allgemeine Kriterien menschengerechter Arbeit, Kriterien zur Bewertung der Organisation und der Aufgaben im Büro und Kriterien zur ergonomischen Bewertung der Hard- und Software (Oppermann et al. 1992, S. 1ff, 8ff, 19ff).

EVADIS II beschreibt die problem- bzw. aufgabenorientierte Evaluation von Anwendungssystemen mit Hilfe von Prüfaufgaben unter Beachtung typischer Arbeitsabläufe und der Eigenschaften der das System benutzenden Menschen. Ziel ist die Hilfestellung bei der Auswahl von Systemen zum Lösen von Problemen und Aufgaben im Bürobereich, aber auch das Aufzeigen von Verbesserungsmöglichkeiten für die Weiterentwicklung solcher Systeme.

5.3.2 Course Evaluation System

Ellis et al. 1993 beschreiben medienunabhängig ein Verfahren zur Bewertung von Kursen. Mit dem vorgestellten Kriterienkatalog wird untersucht, ob weiterbildende Kurse Anforderungen der Lernenden gemäß den Erfordernissen ihrer Arbeitsplätze entsprechen. Überprüft wird (Ellis et al. 1993, pp. 313f):

- die Angemessenheit von Lernzielen, Tests und Lerninhalten an das Kursziel;
- die Übereinstimmung von Lernzielen und Testaufgaben;
- die adäquate Gestaltung von Tests;
- die Übereinstimmung von Lerninhalten und Lernzielen;
- die adäquate Gestaltung der Präsentation von Lerninhalten, der Lehre;
- die Wirksamkeit der Lehre (einschließlich einer Beurteilung der Lehrenden).

Die Evaluation eines Kurses mit Hilfe des Course Evaluation Systems beinhaltet die Klassifizierung von Lernzielen nach ihren Anforderungen an die Lernenden und nach ihrer Wichtigkeit für das Erreichen des Kursziels, die Zuordnung von Testaufgaben zu Lernzielen sowie die Überprüfung der Tauglichkeit von Lerninhalten als Grundlage für das Erreichen der Lernziele. Ziel ist das Überprüfen von Kursen auf Schwachstellen. Anhand der Evaluationsergebnisse sollen verbesserungswürdige Kurse überarbeitet und weiter entwickelt werden.

5.3.3 Kriterien für virtuelle Lehre

Am Beispiel der Virtuellen Universität der FernUniversität Hagen zeigt Mittrach 1999, welche Anforderungen an virtuelle Lehr- und Lernsysteme in kooperativen vernetzten Systemen gelten. Die Forderungen sind zwar nicht zu einem Kriterienkatalog zusammengefasst, erfüllen aber im Rahmen der Evaluation der Virtuellen Universität (Mittrach 1999, S. 105ff) eine ähnliche Funktion.

Nach Mittrach 1999, S. 53 gelten folgende Anforderungen für virtuelle Lehrveranstaltungen aus Sicht der Lernenden:

- Anforderungen an Lehrmaterialien:
Forderungen im Hinblick auf Bereitstellung und Bearbeitung der Lehr- und Informationsmaterialien (Mittrach 1999, S. 53ff);
- Anforderungen an Kommunikations- und Kooperationswerkzeuge:
Forderungen nach speziellen, insbesondere für den Lehrbetrieb ausgerichteten Kommunikations- und Kooperationswerkzeugen sowie Forderungen im Hinblick auf die Unterstützung von Gruppenarbeit (Mittrach 1999, S. 55f);

- Anforderungen an das Kommunikations- und Kooperationsmanagement:
Forderungen nach der Integration der Kommunikations- und Kooperationswerkzeuge in die Lernumgebung und deren koordinierten Einsatz (Mittrach 1999, S. 57ff).

Aus Sicht des Lehrbetriebs nennt Mittrach 1999, S. 84 folgende Anforderungen für virtuelle Lehrveranstaltungen:

- Anforderungen an das Informationsmanagement:
Forderungen bezüglich der Erfassung und Pflege der Daten (Mittrach 1999, S. 85f);
- Anforderungen an das Organisationsmanagement:
Forderungen im Hinblick auf die Koordination komplexer Aufgaben und Vorgänge (Mittrach 1999, S. 86f);
- Anforderungen an die Teamunterstützung:
Forderungen zur Unterstützung von Gruppenarbeit (Mittrach 1999, S. 87f).

Anhand der Liste der Forderungen zeigt Mittrach, wie mit der Virtuellen Universität eine funktionierende Lehr-/Lernumgebung erstellt wurde, die Lehr- und Lernmaterial zur Verfügung stellt, Kommunikations- und Kooperationsplattformen bietet und administrative Funktionen übernimmt.

5.3.4 Große Prüfliste für Lernsoftware

Die wohl umfassendste Zusammenfassung von Kriterienkatalogen zu einer „Großen Prüfliste für Lernsoftware (GPL)“ nimmt Thomé 1989 vor. Aus 23 näher untersuchten Kriterienkatalogen wurden zwölf ausgewählt, aus deren über 1.200 Einzelpunkten wiederum 324 Kriterien für eine Zusammenfassung herausgearbeitet wurden (Thomé 1989, S. 84ff). Für die Evaluation von Lernsoftware wurden schließlich 221 Kriterien ausgewählt, die in 23 Bewertungsabschnitten zusammen mit einem Abschnitt zur Kennzeichnung der Software und einem Abschnitt zur Gesamtbewertung die GPL bilden (Thomé 1989, S. 133ff).

Die GPL dient fächerübergreifend zur Bewertung von Lernsoftware unter besonderer Berücksichtigung didaktischer (pädagogischer, lerntheoretischer und mediendidaktischer) Aspekte sowie Fragen der medialen Gestaltung (Thomé 1989, S. 133f). Die GPL ist prinzipiell erweiterbar, so dass z.B. die Ergebnisse von Beobachtungen und Befragungen etc. (siehe „5.2 Methoden der Evaluation“) nach Praxistests in die Evaluation einfließen können (Thomé 1989, S. 134). Auch ist die GPL flexibel gestaltet, um die Evaluation verschieden aufgebauter Lernsoftware zu ermöglichen. Verzweigungen im Kriterienkatalog erlauben, nicht relevante Kriterien und Bewertungsabschnitte zu übergehen.

Die Evaluation von Lernsoftware mit Hilfe der GPL erfolgt (abgesehen von einigen beschreibenden Angaben in freier Textform) durch das Beantworten von Ja/Nein-Fragen⁵. Dabei werden zwei Kategorien der Bedeutung von Kriterien unterschieden: Notwendige Kriterien sind für die gute Gestaltung von Lernsoftware entscheidend; wünschenswerte Kriterien bringen Pluspunkte bei der Bewertung. Wird ein notwendiges Kriterium innerhalb eines Bewertungsabschnitts nicht erfüllt, gilt der gesamte Bewertungsabschnitt als nicht erfüllt – die Software wird in diesem Bereich als mangelhaft bewertet (Thomé 1989, S. 135f).

In einer Gesamtbewertung werden die Ergebnisse der relevanten Bewertungsabschnitte – evtl. versehen mit einer Mängelliste – zusammengefasst. Hier besteht die Möglichkeit, besondere

⁵ Genau genommen sind die Kriterien meist nicht in Frage- sondern in Aussageform dargestellt. Die implizierte Frage lautet aber immer: Ist das Kriterium erfüllt? – Ja oder Nein.

Stärken einer Lernsoftware sowie weitere „Kommentare, Bedenken und Verbesserungsvorschläge“ zu notieren. Ziel der GPL ist die (vergleichende) Beurteilung von Lernsoftware, um zum einen die Auswahl von Software für den Lerneinsatz zu erleichtern und zum anderen Gestaltungsempfehlungen für Lernsoftware zu geben (Thomé 1989, S. 22, 137f).

5.3.5 Erweiterte Prüfliste für Lernsysteme

Thomé fordert ausdrücklich dazu auf, die Große Prüfliste für Lernsoftware (GPL) zu verändern und an die Bedürfnisse von Evaluationen anzupassen. Zum Beispiel können weitere Kriterien ergänzt werden, wünschenswerte Kriterien können als notwendige Kriterien erachtet werden und umgekehrt, und es besteht die Möglichkeit einer numerischen Auswertung der GPL (Thomé 1989, S. 134, 136, 138). Zur Evaluation multimedialer Lernsysteme aus dem Bereich Niedrigenergie- und Solararchitektur wird in dieser Arbeit eine „Erweiterte Prüfliste für Lernsysteme (EPL)“ erstellt und verwendet, die in ihrer Grundstruktur auf der GPL nach Thomé 1989 aufbaut.

Um insbesondere auch vernetzte Lernsysteme bewerten zu können, wurde in der EPL ein Abschnitt „Kommunikation und Kooperation“ hinzugefügt, der sich in seinen Kriterien an den Forderungen Mittrachs an virtuelle Lernsysteme orientiert (siehe „5.3.3 Kriterien für virtuelle Lehre“). Auch die Kriterien der GPL zur Beurteilung der Adaptierbarkeit und Adaptivität von Lernsystemen wurden für die EPL überarbeitet und ergänzt. Die EPL enthält nun Abschnitte zur Beurteilung der „Adaptierbarkeit der Bedienung“, der „Adaptierbarkeit des Lerninhalts“ und der „Adaptivität des Lernsystems“. Die Änderungen und Hinzufügungen von Kriterien und Bewertungsabschnitten helfen, die Interaktivität als wesentliches Merkmal multimedialer Lernsysteme in der EPL stärker als in der GPL für die Evaluation zu berücksichtigen.

Um den Einsatzgebieten von Lernsystemen für energie-effiziente Architektur Rechnung zu tragen, wurden Bezüge der GPL speziell auf schulische Belange verallgemeinert, z.B. wird statt von „Schülern, Lehrern und Eltern“ von Lernenden und Lehrenden gesprochen. Zur Klassifizierung der Lernsysteme in der EPL können Angaben zur typischen Lehr-/Lernumgebung für den Einsatz des Lernsystems (z.B. Einzelplatzsystem, unidirektionales vernetztes System, kooperatives vernetztes System), zum Lernparadigma (z.B. behaviouristisch, kognitivistisch, konstruktivistisch) und zum Interaktionspotenzial (gering, mittel, groß) gemacht werden.

Einige kleinere Änderungen folgen aus der technischen Entwicklung seit 1989, als Thomé die GPL vorstellte. Wo in der GPL noch von Disketten und Kassetten als Speichermedien die Rede ist, werden Lernsysteme mittlerweile meist auf CD-ROM (zukünftig wahrscheinlich auf DVD) ausgeliefert oder sind über das WWW zugänglich. Die EPL bezieht sich deshalb neutraler auf „Datenträger“ oder „Zugriffsmöglichkeiten“.

Zur übersichtlicheren Gestaltung der EPL wurden die Angaben und Bewertungsabschnitte gegliedert in die Bereiche:

- I. Kennzeichnung des Lernsystems;
- II. Beurteilung des Lieferumfangs;
 1. Leistungen des Verlags;
- III. Beurteilung der Systembeschreibung;
 2. Angaben über die Hard- und Software;
 3. Angaben über die Systembenutzung;
 4. Angaben über Zielgruppe und Lernziele;
 5. Angaben über den Einsatzbereich;
 6. Angaben über den Inhalt;

- IV. Beurteilung der Bedienung;
 - 7. Bedienbarkeit;
 - 8. Adaptierbarkeit der Bedienung;
 - 9. Datenspeicherung;
 - 10. Eingabegestaltung;
- V. Beurteilung der medialen Gestaltung;
 - 11. Bildschirmaufbau;
 - 12. Textgestaltung;
 - 13. Grafikgestaltung;
 - 14. Farbgestaltung;
 - 15. Animationen;
 - 16. Akustische Gestaltung;
- VI. Beurteilung des Lerninhalts;
 - 17. Gestaltung des Lerninhalts;
 - 18. Adaptierbarkeit des Lerninhalts;
 - 19. Adaptivität des Lernsystems;
 - 20. Kommunikation und Kooperation;
 - 21. Aufgaben- und Antwortgestaltung;
 - 22. Leistungsauswertung und Diagnose;
 - 23. Allgemeine Qualitätsmerkmale.

Weiterhin werden – wie in der GPL – in einer Gesamtbewertung die Ergebnisse der relevanten Bewertungsabschnitte – evtl. verbunden mit einer Mängelliste – zusammengefasst. Hier können besondere Stärken eines Lernsystems sowie weitere Kommentare notiert werden.

Die EPL sieht in Ergänzung der qualitativen Auswertung, die in der GPL vorgenommen wird, eine numerische Bewertung der untersuchten Lernsysteme vor. Die numerische Bewertung beschreibt, wie gut das Potenzial multimedialer Lernsysteme im bewerteten Beispiel genutzt wird: Je umfassender ein Lernsystem neue Medien einsetzt, z.B. durch vielfältige mediale und umfangreiche interaktive Gestaltung, desto höhere numerische Bewertungen können erzielt werden.

Ziel der EPL ist wie bei der GPL die (vergleichende) Beurteilung von Lernsystemen. Dabei sollen in dieser Arbeit vor allem Empfehlungen erarbeitet werden, wie zukünftige Lernsysteme zum Thema Niedrigenergie- und Solararchitektur gestaltet sein können. Anhang „B Erweiterte Prüfliste für Lernsysteme (EPL)“ stellt die EPL mit allen Bewertungsabschnitten und Einzelkriterien sowie Hinweisen zum Ausfüllen vor.

6 Wissensvermittlung zur Niedrigenergie- und Solararchitektur

"It took only 25 years for the overhead projector to make it from the bowling alley to the classroom. I'm optimistic about academic computing. I've begun to see computers in bowling alleys."

Teilnehmer einer Hypermedia-Konferenz 1988¹

6.1 Lernziele und Zielgruppe

Niedrigenergie- und Solararchitektur ist bestrebt, ästhetische und komfortable Gebäude zu errichten, die zum Erfüllen ihrer Funktionen als Lebensraum (zum Wohnen, zum Arbeiten, für die Freizeitgestaltung etc.) möglichst wenig Energie benötigen. Der Energiebedarf soll soweit wie möglich aus erneuerbaren und nicht aus fossilen oder nuklearen Energiequellen gedeckt werden, um eine nachhaltige Bewirtschaftung der Ressourcen der Erde zu erreichen. In weitergehenden Anstrengungen wird nicht nur der Energiebedarf zum Betrieb eines Gebäudes sondern auch zu dessen Errichtung und Abriss betrachtet, sowie die „graue Energie“, die in den Bestandteilen eines Gebäudes enthalten ist – Materialien und Bauteile müssen zunächst gewonnen oder gefertigt und anschließend transportiert werden, bevor sie zum Bau eines Gebäudes beitragen. Neben energetischen Aspekten beeinflussen auch Fragen der Verwendung bestimmter Ressourcen (z.B. Tropenholz für den Innenausbau), der Umweltschädlichkeit von Bauteilen (z.B. Asbest oder Formaldehyd in Bauteilen) oder der Klimawirkung von baulichen Maßnahmen (Treibhauseffekt durch Kohlendioxidausstoß) Konzepte der Niedrigenergie- und Solararchitektur. Kurz gesagt: Architektur soll „von der Wiege bis zur Bahre“ im Einklang mit dem Ökosystem Erde stehen.

Damit dieses grundlegende Ziel erreicht werden kann, müssen bereits „von der Zeugung bis zur Wiege“ – bei der Gebäudeplanung – niedrigerenergetische und solararchitektonische Konzepte und Techniken berücksichtigt werden. Die an der Planung von Gebäuden beteiligten Personen müssen dazu über Wissen verfügen, in welchen Planungsphasen welche Planungsmaßnahmen wie durchgeführt werden können, um zur energie-effizienten Gestaltung von Architektur beizutragen.

Zielgruppe für den Einsatz von Lernsystemen im Bereich Niedrigenergie- und Solararchitektur sind also alle an der Planung von Gebäuden beteiligten Personen – vor allem Architektinnen und Architekten, die üblicherweise den Planungsprozess führen, aber auch Fachingenieurinnen und -ingenieure, Handwerkerinnen und Handwerker, Entscheidungstragende in öffentlichen Verwaltungen (z.B. in Bauämtern) und schließlich den Bau von Gebäuden beauftragende oder koordinierende Personen (z.B. Bauwillige, Entscheidungstragende in Wohnungsbaugesellschaften, Banken etc.). Lernsysteme richten sich dabei sowohl an Studierende und Auszubildende der beteiligten Berufsgruppen, als auch an bereits Berufstätige, die evtl. bereits umfangreiche Praxiserfahrung im Bereich Planen und Bauen besitzen.

¹ zitiert nach George P. Landow: Hypertext – The convergence of contemporary critical theory and technology. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1992

Schließlich besteht aufgrund weiterschreitender Forschung und Entwicklung z.B. bezüglich Gebäudetechnik und Energiestandards für alle beteiligten Gruppen die Notwendigkeit des lebenslangen Lernens – ausgenommen für private Bauwillige, die meist nur einmal im Leben ein Haus bauen (lassen).

Das Lerninteresse der Lernenden folgt zum einen aus dem Zwang, gewisse Gesetze und Normen (z.B. Wärmeschutzverordnung) beim Bau von Gebäuden einzuhalten. Die Umsetzung der Anforderungen zur Genehmigung von Bauvorhaben muss erlernt werden. Zum anderen ergibt sich bei zunehmender Verknappung und Verteuerung von Energie ein Wettbewerbsvorteil für Fachleute, die energie-effiziente Architektur beherrschen und deren Planung und Bau anbieten können. Aus- und Weiterbildung im Bereich Niedrigenergie- und Solararchitektur kann also wirtschaftliche Vorteile bringen. In zukunftsorientierten Unternehmen der Architektur und des Bauwesens ist dies die wesentliche Lernmotivation.

6.2 Lerninhalte und Lernmethoden

Lerninhalte der Wissensvermittlung zur Niedrigenergie- und Solararchitektur betreffen vor allem die *Grundlagen* und die *Methoden* der Entscheidungsfindung im Verlauf der Gebäudeplanung. Einige typische Aufgaben im Verlauf der Planung von Niedrigenergie- und Solararchitektur sind:

- Klären der Aufgabenstellung:
z.B. Entscheiden zwischen Renovierung oder Neubau sowie Festlegen der Lebensdauer eines Gebäudes im Hinblick auf den Energiebedarf für Bau, Betrieb und Abriss;
- Planung der Planung:
z.B. Koordinieren der Aktivitäten aller am Bau beteiligten Personen;
- Grundlagenermittlung:
z.B. Durchführen einer Standortanalyse zum Abschätzen des Potenzials zur Sonnenenergienutzung;
- Bestimmen und Abwägen von Planungszielen:
z.B. Festlegen von Komfortanforderungen, Festlegen des angestrebten Energiestandards, Bestimmen von Kostengrenzen;
- Vorentwurfsplanung:
z.B. Bestimmen von Gebäudeform und -ausrichtung sowie der Anordnung von Gebäuden in Siedlungen; Festlegen der Zonierung von Räumen;
- Entwurfsplanung:
Ermitteln der Anforderungen an das Gebäude und an Bauteile zum Erfüllen der Planungsziele, z.B. Festlegen des Wärmedämmstandards in Abhängigkeit von Zielen für Raumtemperatur und Energiebedarf für Heizung und Kühlung;
- Ausführungsplanung:
Festlegen von Gebäudekomponenten, Bauteilen und Ausführungsdetails, z.B. Auswählen eines Fensters (Größe, Bauart und Ausstattung) oder einer Lüftungsanlage (Auslegung, Installationssystem, Regelung) gemäß den Anforderungen des Gebäudekonzepts aus der Entwurfsplanung;
- Evaluation von Gebäuden:
Rechnerisches oder messtechnisches Überprüfen von Gebäudeentwurf und -ausführung, z.B. Erstellen von Energiebilanzen und Ermitteln von Wärmebrücken.

Aus der Beschreibung der Lerninhalte wird deutlich, dass Wissensvermittlung zur Niedrigenergie- und Solararchitektur *handlungsorientiert* sein muss. Zwar ist wichtig, Fakten zur energie-effizienten Gestaltung von Gebäuden zu kennen. Noch wichtiger ist aber, darauf aufbauend im Planungsprozess die richtigen Entscheidungen zu treffen und durchzuführen. Dazu muss auch die Handhabung von Werkzeugen erlernt werden, die bei der Gebäudeplanung verwendet werden. Im Rahmen von Aufgaben zur Problemlösung (z.B. Goal-Based Scenarios) und mit Hilfe von Simulationsumgebungen und virtuellen Werkzeugen können die Lernenden eigene (Gebäude-)Modelle erstellen und variieren. Architektur ist Konstruktion – was liegt also näher, als in konstruktivistischer Weise die Lernenden durch eigene Anschauung Konzepte der Niedrigenergie- und Solararchitektur erarbeiten und überprüfen zu lassen?

Dabei lernen insbesondere Architektinnen und Architekten gerne anhand geplanter oder gebauter Beispiele. Die didaktischen Formen des Lernens durch Nachahmung (des guten Beispiels als Vorbild), bzw. des Lernens durch Vermeiden von Fehlern (des schlechten Beispiels) sind weit verbreitet, sowohl in Vorlesungen und Seminaren als auch in Fachzeitschriften und -büchern. Architektinnen und Architekten übernehmen dabei üblicherweise keine fertigen Gestaltungselemente (im Sinne eines Plagiats) sondern Methoden der Planung (als Anregung für eigene kreative Arbeit). Eng damit verbunden ist der soziale Diskurs als Teil der Arbeit und des Lernens: Ein wesentliches Element der Berufstätigkeit und der Ausbildung im Bauwesen weltweit ist das Erarbeiten, Vorstellen und Diskutieren von Entwürfen anhand von Plänen und Modellen. Bei größeren Ausschreibungen von Bauprojekten sind Wettbewerbe üblich, in denen Projektentwürfe vorgestellt und diskutiert werden. Lernsysteme zur Niedrigenergie- und Solararchitektur sollten diese Formen der Diskussion unterstützen, in dem sie Kommunikations- und Kooperationsmöglichkeiten anbieten.

6.3 Traditionelle Lernmedien

Die Besinnung auf traditionelle energiesparende Bauweisen und die Entwicklung neuer Technologien insbesondere zur Nutzung solarer Energie begann in den 1970er-Jahren als Reaktion auf die vorausgegangenen Ölpreis-„Schocks“. Im Laufe der Zeit fanden Inhalte der Niedrigenergie- und Solararchitektur auch Eingang in Lehr- und Lernangebote der Architektur und des Bauwesens (z.B. Vorlesungen, Seminare, Fachbücher und -zeitschriften, Filme, Messen und Konferenzen²). Da traditionelle Lernmedien als Vorbild für multimediale Lernsysteme dienen und dienen, seien im Folgenden einige typische Angebote vorgestellt.

6.3.1 Bücher

Zahlreiche Fachbücher beschäftigen sich mit Niedrigenergie- und Solararchitektur. Meist werden gebaute oder geplante Gebäude vorgestellt, um anhand der Beispiele Möglichkeiten energie-effizienter Gestaltung von Architektur und deren Verwirklichung aufzuzeigen. Das Spektrum der Veröffentlichungen reicht von ästhetisch orientierten Werkschauen bis zu ausführungsbezogenen Handbüchern. Die folgenden Beispiele zeigen, welche Vielfalt vertreten ist und wie sich Bücher als Lernsysteme einsetzen lassen.

² Als Lehr- und Lernangebot werden auch Informationssysteme betrachtet, die Lernen ermöglichen oder unterstützen.

Herzog 1996: Solarenergie in Architektur und Stadtplanung – Solar Architecture in Urban Planning

Thomas Herzog 1996:
Solarenergie in Architektur und
Stadtplanung – Solar Architecture
in Urban Planning. München:
Prestel, 1996

Ausgehend von Energiekreisläufen und Arten der Energienutzung erläutert „Solarenergie in Architektur und Stadtplanung“ die Notwendigkeit und den Sinn solarer Architektur. Die von Herzog erarbeitete „Europäische Charta für Solarenergie in Architektur und Stadtplanung“ benennt Anforderungen an solare Architektur im Hinblick auf Planungsaufgaben, Standortbezug, graue Energie, Gebäudenutzung und Städtebau. Gestaltungsprinzipien wie Tageslichtnutzung und Wärmespeicherung sowie Heizungs- und Lüftungskonzepte werden an Beispielen aus dem Bereich Wohnungsbau, Bürogebäude, Kultur- und Bildungsbauten, öffentliche Verwaltung, Verkehrsbauten und Siedlungsbau vorgestellt. In einem weiteren Teil werden für solare Architektur geeignete Materialien, Produkte und Systeme beschrieben.

Das Buch eignet sich zur Einführung in die Niedrigenergie- und Solararchitektur sowohl für beginnende als auch für erfahrene Lernende. Die zahlreichen Beispiele zeigen auf, welche Möglichkeiten solare Architektur bietet. Die Beispiele sowie die Vorstellung von Materialien und Systemen geben berufstätigen Lernenden Anregungen für die eigene Arbeit und Weiterbildung. Detaillierte Handlungsanweisungen werden jedoch nicht vermittelt, so dass die solare Gestaltung von Architektur mit dem Buch alleine nicht erlernt werden kann.

EC DG XII 1991: Solar Architecture in Europe

EC DG XII (European
Commission, DG XII) 1991:
Solar Architecture in Europe.
Bridport, Dorset: Prism Press,
1991

In ähnlicher Weise wie „Solarenergie in Architektur und Stadtplanung“ beschreibt „Solar Architecture in Europe“ Ergebnisse aus Forschungs- und Entwicklungsvorhaben der Europäischen Kommission. Eine Einführung erläutert Prinzipien der passiven und aktiven Sonnenenergienutzung für Gebäude, Konzepte und Elemente solarer Architektur sowie Potenziale für die Nutzung solarer Energie in verschiedenen Gebäudetypen. Die Einführung geht auf die gesellschaftliche Akzeptanz und wirtschaftliche Aspekte solarer Architektur ein. „Solar Architecture in Europe“ stellt außerdem wiederum Gebäudebeispiele vor. Ausführlich werden für jedes Beispiel Ziele der Gebäudeplanung, Standortvoraussetzungen, umgesetzte Konzepte und Techniken sowie Ergebnisse aus der nutzungsbegleitenden Gebäudeevaluation beschrieben.

Das Buch eignet sich zur Einführung in die Niedrigenergie- und Solararchitektur insbesondere für erfahrene Lernende. Durch umfangreiche Darstellungen mit Fotos, Plänen, Zeichnungen und Diagrammen lassen sich Stärken und Schwächen unterschiedlicher Konzepte vergleichen. Detaillierte Angaben zu den Gebäuden ermöglichen den Lernenden, nicht nur Anregungen für die eigene Arbeit aufzunehmen, sondern eigene Berechnungen zu den Gebäudebeispielen durchzuführen.

RWE Energie 1998: Bau-Handbuch

RWE Energie 1998:
Bau-Handbuch. Essen: RWE
Energie AG, ¹²1998

Das „Bau-Handbuch“ erläutert Planung und Bau energiesparender Gebäude von den Grundlagen bis zu den Details. Dargestellt werden Konzepte, Anforderungen (z.B. auch Gesetze und Normen) und Ausführungsmöglichkeiten niedrigerenergetischer und solarer Architektur aus vielen Blickwinkeln, z.B. anhand der Funktion, Ästhetik, Wirtschaftlichkeit und Physik von Gebäuden, Bauteilen und Elementen der Gebäudeausrüstung. Zahlreiche Zeichnungen, Diagramme und Skizzen werden durch Tabellen mit Material- und Bauteildaten ergänzt. Zusätzliche Begriffs-

erklärungen, Literaturangaben und Herstelleradressen verweisen auf weiterführende Informationsquellen.

Durch die übersichtliche Gliederung in grundlegende und vertiefende Kapitel bzw. Unterkapitel eignet sich das „Bau-Handbuch“ sowohl zur Einführung in die Niedrigenergie- und Solararchitektur für beginnende Lernende als auch als Nachschlagewerk für erfahrene Lernende. Die detailliert dargestellten Ausführungsbeispiele zusammen mit Anweisungen zum Durchführen von Baumaßnahmen ermöglichen das Lernen am praktischen Beispiel. Eigene Ideen lassen sich auf – im Buch vorhandenen – Millimeter-Papier durchspielen. Das „Bau-Handbuch“ ist ausdrücklich als Lernmittel für Fachschulen und Fachhochschulen in Nordrhein-Westfalen zugelassen.

Meer/Sudjic 1997: Das Architektur-Paket

„Das Architektur-Paket“ tritt als Buch den Beweis an, dass auch traditionelle Medien interaktiv gestaltet sein können. Anhand von dreidimensionalen Falt-Modellen wird die Entwicklung der Architektur und Bautechnik vom „ersten Architekten“ – dem Ägypter Imhotep – bis in die Gegenwart illustriert. Klapptafeln veranschaulichen z.B. die Harmonie des goldenen Schnitts in Theorie und Praxis. Eine beigelegte Kassette wiederholt und ergänzt den geschriebenen Text. In die Buchseiten integrierte Werkzeuge motivieren zum Erforschen der Konstruktionsprinzipien für Gewölbe, Kuppeln oder Fahrstühle. Die Skyline von New York lässt sich im Wandel der Zeiten (von 1877 bis zur Gegenwart) durch Verschieben einer Tafel beobachten. Ein Bastelsatz erlaubt das Zusammensetzen eines historisch bedeutsamen Hausmodells mit flexibler Innenraumgestaltung (Modell des „Schroederhauses“; 1924 von Gerrit Rietveld für Truus Schroeder-Schröder geplant und erbaut).

Ron van der Meer, Deyan Sudjic
1997:
Das Architektur-Paket.
München: arsEdition, 1997

Durch seine vielfältigen Möglichkeiten animiert „Das Architektur-Paket“ zum entdeckenden Lernen als Einführung in die Geschichte und die Grundlagen der Architektur. Vertiefendes Lernen ist nicht möglich, da keine detaillierten Informationen im Buch dargestellt werden. Niedrigenergie- und Solararchitektur wird nicht als eigenes Thema behandelt.

Weitere Beispiele

Bundesarchitektenkammer (Hrsg.) 1996:

Energiegerechtes Bauen und Modernisieren. Biel-Benken: Birkhäuser, 1996

Wolfgang Feist (Hrsg.) 1998:

Das Niedrigenergiehaus: Neuer Standard für energiebewußtes Bauen. Heidelberg: Müller,
⁵1998

Karl Heinrich Maier (Hrsg.) 1994:

Der Energie-Berater: Handbuch für wirtschaftliche und umweltgerechte Energienutzung.
Köln: Fachverlag Deutscher Wirtschaftsdienst, fortlaufend aktualisiert seit 1994

Stephan Oberländer, Judith Huber, Gerhard Müller 1997:

Das Niedrigenergiehaus: Ein Handbuch – Mit Planungsregeln zum Passivhaus. Stuttgart:
Kohlhammer, ²1997

David Wright 1980:

Sonne – Natur – Architektur: Anleitung zum energiebewußten Bauen. Karlsruhe:
C.F. Müller, 1980

6.3.2 Zeitschriften

Für die Darstellung von Architektur gibt es eine Vielzahl von Fachzeitschriften, die regelmäßig auch Themen der Niedrigenergie- und Solararchitektur beinhalten. Die folgende Fachzeitschrift zeichnet sich gegenüber anderen Publikationen durch die Beschränkung auf energie-effiziente Architektur und die damit verbundene Bündelung relevanter Inhalte aus.

EnergieEffizientes Bauen

„EnergieEffizientes Bauen“ informiert über energieeffiziente und solare Architektur mit Schwerpunkt Passivhausbau. Zielgruppe sind praktizierende Architektinnen und Architekten, die über Hintergründe, Konzepte, Planung und Ausführung von Passivhäusern informiert werden.

EnergieEffizientes Bauen Verlags GmbH:
EnergieEffizientes Bauen (Fachzeitschrift). Karlsruhe, vierteljährlich seit März 2000

Mit Hilfe von Gebäudebeschreibungen (Fotos, Ansichten, Grundrisse, Konstruktionszeichnungen und Messergebnisse) werden Anregungen für die Durchführung eigener Projekte vermittelt. Berechnungsmethoden und Normen werden vorgestellt und erläutert. Produkt- und Servicehinweise runden das Angebot ab. Zum Lernen eignet sich „EnergieEffizientes Bauen“ aufgrund der detaillierten Informationen vor allem für bauerfahrene Lernende zur Weiterbildung im Bereich Niedrigenergie- und Solararchitektur, weniger für beginnende Lernende.

6.3.3 Filme

Die Recherche nach Filmen zum Thema Niedrigenergie- und Solararchitektur ist nicht sehr ergiebig. Gelegentlich erscheinen Beiträge im Fernsehen in Informationssendungen zu den Themen Energiesparen oder Bauen. Die zwei folgenden Beispiele wurden in dritten Programmen der ARD, bzw. als Wiederholung in 3sat ausgestrahlt.

Fechner et al. 1996: SolarArchitektur für Europa

Der mehrfach preisgekrönte Film „SolarArchitektur für Europa“ zeigt anhand gebauter Beispiele, wie europaweit der Energiebedarf von Gebäuden (zur Heizung, als elektrische Energie etc.) durch solare Architektur gedeckt werden kann. Werke mehrerer europäischer Architekturbüros werden verglichen, um den Facettenreichtum solarer Architektur und den Einfluss kreativ Planender zu demonstrieren.

Carl-A. Fechner, Jo Angerer, Astrid Schneider 1996:
SolarArchitektur für Europa (Film). Immendingen: focus-film, 1996

Begleitbuch:
Astrid Schneider 1996:
SolarArchitektur für Europa. Basel: Birkhäuser, 1996

„SolarArchitektur für Europa“ eignet sich als Anregung für alle mit Architektur befassten Personengruppen, von privaten Bauwilligen bis zu Architektinnen und Architekten, die bereits Erfahrung mit Niedrigenergie- und Solararchitektur besitzen. Im Begleitbuch werden die Konzepte der solaren Gestaltung anhand der Beispiele genauer vorgestellt.

Kirschner/Alt 1996: Auf die Zukunft bauen

„Auf die Zukunft bauen“ leistet Überzeugungsarbeit, indem – wiederum anhand mehrerer Beispiele – gezeigt wird, warum Niedrigenergie- und Solararchitektur eine Notwendigkeit für zukünftiges Bauen ist. Vor allem im

Monika Kirschner, Franz Alt 1996:
Auf die Zukunft bauen – Planen, Bauen, Wohnen im 21. Jahrhundert (Film). Immendingen: focus-film, 1996

Hinblick auf umweltpolitische, aber auch auf wirtschaftliche und arbeitsmarktpolitische Aspekte wird erläutert, welche Potenziale in der vermehrten Nutzung energie-effizienter Architektur liegen.

Der Film richtet sich an Bauwillige und Planende, aber auch an Verantwortliche in Politik und Wirtschaft, um diese zur Beschäftigung mit Solararchitektur zu motivieren. „Auf die Zukunft bauen“ lässt sich zum Lernen verwenden, um beginnende Lernende auf das Thema Niedrigenergie- und Solararchitektur einzustimmen und Lernziele zu erklären. Bei der Ausstrahlung im Fernsehen schloss sich an die Vorstellung solararchitektonischer Beispiele eine Diskussion mit bekannten Personen aus Politik und Architektur sowie Schülerinnen und Schülern an.

6.3.4 Vorlesungen, Seminare und Tagungen

In der Architekturausbildung an Universitäten und Fachhochschulen werden Themen der Niedrigenergie- und Solararchitektur in Vorlesungen behandelt, oft jedoch nur in untergeordneter Rolle als Teil der Fächer „Gestalten und Entwerfen“ oder „Bauphysik“. Ähnlich ist die Situation in der Handwerksausbildung – energie-effiziente Architektur hat meist keinen eigenständigen Platz im Lehrplan. Die Donau-Universität Krems gibt ein herausragendes Beispiel, wie Aus- und Weiterbildung zur Niedrigenergie- und Solararchitektur an einer Hochschule angeboten werden kann³.

Zahlreiche Seminarangebote verschiedener Träger zu energie-effizientem Bauen unterstützen die Weiterbildung im Bereich für Architektur, Ingenieurwesen und Handwerk. Auf Tagungen ermöglicht der Wissensaustausch zwischen Fachleuten, bzw. die Wissensvermittlung an Fachpublikum Lernprozesse. Auch hier wird anhand einiger ausgewählter Beispiele gezeigt, wie in traditioneller Form Inhalte der Niedrigenergie- und Solararchitektur zur Weiterbildung vermittelt werden.

Donau-Universität Krems, Zentrum für Bauen und Umwelt: Lehrgang „Solararchitektur“

Der Lehrgang „Solararchitektur“ am Zentrum für Bauen und Umwelt der Donau-Universität Krems ermöglicht die Weiterbildung im Bereich Architektur nach einem Universitätsabschluss, einschlägiger Berufspraxis oder ähnlicher Qualifikation (ZBau 2000). Inhalte des Lehrgangs sind „Grundlagen und Umsetzungsmöglichkeiten des ökologischen und nachhaltigen Bauens“. Neben fachlichen Inhalten (z.B. Baubiologie, Stadtplanung, thermische Gebäudeoptimierung, Solartechnik und Förderungswesen) werden soziale Kompetenzen wie Team- und Organisationsfähigkeit vermittelt. Der Lehrgang ist stark praxisbezogen und handlungsorientiert, z.B. werden Entwurfsaufgaben bearbeitet und Berechnungswerkzeuge zur Planung energie-effizienter Architektur bis hin zu komplexen Gebäudesimulationsprogrammen erklärt und verwendet. Eine Studienreise demonstriert beispielhafte Gebäude.

Donau-Universität Krems, Zentrum für Bauen und Umwelt:
Universitätslehrgang „Solares Planen und Bauen“. <http://www.donau-uni.ac.at/umwelt/zbau/lgspub.html>

Der Lehrgang eignet sich für im Bauwesen erfahrene Lernende, die sich im Bereich Niedrigenergie- und Solararchitektur spezialisieren wollen. Die Weiterbildung in kleinen Gruppen ermöglicht einen intensiven Erfahrungsaustausch mit – aufgrund der starken Praxisbezogen-

³ Der Lehrgang „Solararchitektur“ wurde von der internationalen Solarenergievereinigung EUROSOLAR e.V. mit dem Europäischen Solarpreis 1997 ausgezeichnet (ZBau 2000).

heit der Inhalte und der Berufserfahrung der Lernenden – authentischer Darstellung der Lerninhalte. Der Aufbau des Lehrgangs lässt Raum für Änderungen, so dass die Lerninhalte zumindest teilweise von den Lernenden selbst bestimmt werden können.

Universität Klagenfurt: International Summer School Solar Energy⁴

Die seit 1982 mehrfach durchgeführte “International Summer School Solar Energy” vermittelt Wissen zu solarenergiebezogener Forschung und Technologie an Studierende höherer Semester, Hochschulgraduierte und junge wissenschaftliche Angestellte an Hochschulen, Forschungsinstituten und in der Industrie (Faninger 1993). Zu Beginn der etwa zweiwöchigen Summer School erfolgt eine Einführung zum gegenwärtigen Stand von Forschung, Entwicklung, Demonstration und Anwendung verschiedenster solarer Technologien mittels Vorlesungen. Eines der Themen ist die Nutzung solarer Energie in der Architektur. Anschließend arbeiten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer in multinationalen und interdisziplinären Teams im Rahmen eines Workshops zusammen mit Solarenergie-Experten an der Lösung vorgegebener Fallstudien. Die Ergebnisse der Teams werden in einer abschließenden Plenarsitzung von den einzelnen Gruppen vorgestellt und im Plenum diskutiert. Die Praxisorientierung der “Summer School” wird noch betont durch Exkursionen zu solarenergetisch interessanten Zielen, die im Rahmenprogramm stattfinden (z.B. Besichtigungen passiv-solarer Architektur).

Gerhard Faninger (ed.) 1993: Fourth International Summer School Solar Energy '92: Technologies – Applications – Economics, Klagenfurt, August 11th-21st, 1992. Klagenfurt: Universität Klagenfurt, Interuniversitäres Forschungsinstitut für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung (IFF), 1993

Die traditionellen Lernformen Vorlesung und Gruppenarbeit werden bei der “Summer School” durch Computerarbeit zum Lösen der Fallstudien ergänzt. Insbesondere durch die interdisziplinäre Zusammensetzung der Gruppen und die Betonung des Praxisbezugs der Lerninhalte ermöglicht die Teilnahme an der “Summer School” auch erfahrenen Lernenden wertvolle weitere Erkenntnisse. F.D. Heidt et al. 1993 zeigen auf, wie im Rahmen der “Summer School” (sowie durch weitergehende Arbeiten) auch wissenschaftlich relevante Ergebnisse zustande kommen können. Für alle Teilnehmenden bedeutet die interdisziplinäre Gruppenarbeit eine Erweiterung der Problemlösungsfähigkeit durch Erlernen der Methoden anderer Fachrichtungen sowie einen Ausbau sozialer Kompetenzen.

Energieagentur NRW: REN-Impulsprogramm „Bau und Energie“

Gruber et al. 1997 beschreiben ausführlich das seit 1993 in Nordrhein-Westfalen⁵ zur Förderung der rationellen Energienutzung im Bereich Architektur durchgeführte REN-Impulsprogramm „Bau und Energie“. Ziel ist, am Bau von Gebäuden beteiligte Personengruppen (siehe „6.1 Lernziele und Zielgruppe“) über effiziente Energienutzung im Bereich Architektur zu informieren

Edelgard Gruber, Katrin Ostertag, Jürgen Reichert, Ulla Böde, Dietmar Gruber 1997: REN-Impulsprogramm „Bau und Energie“ in Nordrhein-Westfalen: Begleitende Bewertung, Abschlußbericht zur Phase 1. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), 1997

⁴ Die Beschreibung basiert auf eigener Anschauung des Autors von der International Summer School Solar Energy 2000 (Klagenfurt: July 24th-August 4th, 2000) sowie auf den Proceedings der International Summer School Solar Energy '92 (Faninger 1993).

⁵ Ähnliche Programme bestehen in anderen Bundesländern; Vorbild sind Veranstaltungen in der Schweiz seit 1978 (Gruber et al. 1997, S. 5f).

und so die Umsetzung bekannter Forschungsergebnisse in die Praxis zu beschleunigen. Die Weiterbildungsveranstaltungen des REN-Impulsprogramms sollen praxisnah durchgeführt werden, z.B. laufen mit großem Erfolg Kurse zum Thema „Bau und Energie – vor Ort“, die in beispielhaften Gebäuden stattfinden (Gruber et al. 1997, S. 2, 19, 28f, 91f).

Das Programm ist breit angelegt: Kurse mit hohen fachlichen Anforderungen – z.B. zum Erlernen spezieller Bauweisen, aktueller Verordnungen oder fortgeschrittener Strategien des Energiemanagements – richten sich an berufserfahrene Lernende aus Architektur, Handwerk und Verwaltung. Kurse zur Einführung in die Grundlagen der Niedrigenergie- und Solararchitektur werden für Privatleute angeboten, z.B. für Bauwillige, Mieterinnen und Mieter. Insgesamt bescheinigen Gruber et al. 1997 dem REN-Impulsprogramm eine gute Qualität und Zielerreichung, wofür sie auch die didaktische Schulung der Lehrpersonen im Vorfeld der Kurse verantwortlich machen (Gruber et al. 1997, S. 17, 72f).

Passive and Low Energy Architecture (PLEA)-Konferenz

Die „Passive and Low Energy Architecture (PLEA)“-Konferenz richtet sich vorrangig an Architektinnen und Architekten, die im Bereich Niedrigenergie- und Solararchitektur arbeiten. Die Konferenz unterstützt so den Wissensaustausch unter Fachleuten auf hohem fachlichen Niveau.

Koen Steemers, Simos Yannas (eds.) 2000: Proceedings „PLEA 2000“, Cambridge, July 2nd-5th, 2000. London: James & James

Breiten Raum nehmen Präsentationen von Gebäuden ein. Anhand der verwirklichten Beispiele werden Konzepte und Techniken niedrigerenergetischer und solarer Architektur vorgestellt und diskutiert. Weitere Themen der „PLEA“ sind z.B. Städtebau, Gebäudeklima und -komfort, Berechnungswerkzeuge und Architekturausbildung.

Passivhaus-Tagung

Die jährlich stattfindende „Passivhaus-Tagung“ widmet sich der Erforschung, Entwicklung und baulichen Umsetzung von Passivhäusern und ihrer Komponenten als einem Teilbereich der Niedrigenergie- und Solararchitektur. Besonderer Wert wird auf die Praxisbezogenheit der Vorträge und begleitenden Ausstellungen gelegt. So erhalten z.B. traditionell Bewohnerinnen und Bewohner von Passivhäusern Raum zur Darstellung persönlicher, „authentischer“⁶ Erlebnisse und Erfahrungen.

Wolfgang Feist (Hrsg.) 2000: Tagungsband „4. Passivhaus Tagung“, Kassel, 10./11. März 2000. Kassel: Passivhaus Dienstleistungs GmbH

Ziel der „Passivhaus-Tagung“ ist vor allem die Information bauerfahrener Fachleute aus Architektur, Ingenieurwesen und Handwerk über die Anforderungen der neuen Bauweisen und Techniken, um so die Verbreitung des Passivhaus-Standards im Bauwesen zu fördern. Themen der „Passivhaus-Tagung“ sind z.B. Lüftungsplanung, Baupraxis und Wärmeversorgung. Möglichkeiten zum Lernen bestehen bei Fachvorträgen mit anschließenden Diskussionen, bei Workshops sowie im Rahmen der umfangreichen Fachausstellung (z.B. durch Anschauung von Exponaten oder Diskussion mit Firmenrepräsentanten).

⁶ *Authentisch* im Sinne von *glaubwürdig*; siehe Krieg 1997, S. 89f

6.3.5 Messen und Musterhäuser

Direkte Anschauung als unmittelbare – also nicht auf Medien beruhende – Lernform wird z.B. durch Exponate auf Messen und Ausstellungen und durch Musterhäuser ermöglicht. Objekte mit unterschiedlichem Schwerpunkt und Detailgrad der Darstellung informieren sowohl Fachleute als auch Laien über Möglichkeiten der Niedrigenergie- und Solararchitektur und motivieren zur Nachahmung zukunftsweisender Architektur. So können gerade regionale Gewerbeschauen ein umfangreiches Publikum mit breit gestreuten Interessen ansprechen und sowohl Grundlagen als auch fachspezifische Einzellösungen energie-effizienter Architektur verbreiten. Überregionale Messen erreichen zielgenau Fachkräfte, die als Multiplikatoren für Konzepte und Techniken der Niedrigenergie- und Solararchitektur dienen.

6.4 Multimediale Lernsysteme

Die eigentlichen Untersuchungsobjekte dieser Arbeit sind multimediale Lernsysteme zur Niedrigenergie- und Solararchitektur. Interessanterweise wird üblicherweise vom *Lehrbuch* aber von *Lernsoftware* gesprochen, obwohl beide oft – in unterschiedlicher Weise – dem gleichen (Ausbildungs-)Zweck dienen, ja zum Teil auch parallel eingesetzt werden. Dies zeigt, dass der Einsatz multimedialer Lernsysteme sich vom Einsatz traditioneller Lehr- oder Lernmedien meist unterscheidet. Multimediale Lernsysteme werden vor allem zum Selbstlernen oder zum Lernen in der Gruppe verwendet, wo keine Lehrperson den Lernprozess leitet.

Gemäß der Gliederung in „3.2.3 Multimediale Lehr-/Lernumgebungen“ werden die multimedialen Lernsysteme in Einzelplatzsysteme, unidirektionale vernetzte Systeme und kooperative vernetzte Systeme eingeteilt. Im Folgenden wird eine Reihe gut und weniger gut gestalteter Beispiele aller Kategorien vorgestellt. Anhang „A Übersicht: Multimediale Lernsysteme“ fasst die angegebenen Referenzen zusammen. Einige ausgesuchte Lernsysteme werden in „7 Evaluation ausgesuchter Beispiele“ mittels der Erweiterten Prüfliste für Lernsysteme genauer untersucht.

6.4.1 Einzelplatzsysteme

Zur Unterstützung der Planung von Niedrigenergie- und Solararchitektur werden zahlreiche Berechnungsprogramme in der Architekturpraxis verwendet – sei es zur Gebäudegestaltung mit CAD-Systemen, zur energetischen Simulation oder zur Statikberechnung (siehe z.B. Übersichten bei BTS 2001; WIRE 2001). Diese Programme sind natürlich grundsätzlich geeignet, die Lehre zu unterstützen, z.B. zur Darstellung von Entwurfsprinzipien der Niedrigenergie- und Solararchitektur. Meist sind die Programme jedoch nicht als Lernsysteme konzipiert und entsprechend didaktisch aufbereitet. Die im Folgenden genannten Beispiele (Aufzählung in alphabetischer Reihenfolge) sind (vorrangig) zur Wissensvermittlung gedacht oder können ausdrücklich – laut Produktangaben – dafür verwendet werden.

Heidt et al. 1999: CASAnova – Lernprogramm zu Energie- und Heizwärmebedarf, solaren Gewinnen und sommerlicher Überwärmung von Gebäuden

„CASAnova“ veranschaulicht Zusammenhänge zwischen Gebäudeeigenschaften (z.B. Gebäudegeometrie, Orientierung, Ausführung von Wänden und Fenstern),

Frank-Dietrich Heidt, Thilo Braeske, Joachim Clemens, Stephan Benkert 1999: CASAnova – Lernprogramm zu Energie- und Heizwärmebedarf, solaren Gewinnen und sommerlicher Überwärmung von Gebäuden (Software). Siegen: Universität Siegen, Fachgebiet Bauphysik & Solarenergie, 1999

der Klimasituation und dem Gebäudeverhalten (z.B. Energiebedarf, sommerlicher thermischer Komfort). Dem Programm liegt ein einfaches Gebäudemodell zugrunde, das größtenteils über Schieberegler oder Buttons variiert werden kann. Veränderbar sind z.B.:

- Gebäudedimensionen;
- Ausrichtung der Gebäudeachse aus der Südrichtung;
- Fensterflächen und Fensterarten;
- Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen;
- Thermische Speicherfähigkeiten von Bauteilen;
- Klimaregion innerhalb Europas;
- Energieträger und Anlage für die Beheizung.

Als Ergebnisse werden insbesondere Energiebilanzen, aber auch Überwärmungsstunden oder Kohlendioxidemissionen, als Werte zur Einschätzung des Gebäudeverhaltens in übersichtlicher Form mittels Tabellen und Diagrammen am Bildschirm präsentiert.

Durch seine übersichtliche Gestaltung (Abbildung 6.1) und die Beschränkung auf die Darstellung wesentlicher Zusammenhänge eignet sich „CASAnova“ vor allem zum Heranführen beginnender Lernender an die Grundlagen niedrigerenergetischer und solarer Architektur. Das Programm zeigt keine Konzepte oder Techniken, sondern überlässt es den Lernenden, durch Ausprobieren Zusammenhänge zu entdecken (z.B. die Abhängigkeit des Energiebedarfs von der Gebäudeform).

„CASAnova“ steht als multimediales Lernsystem kostenlos im WWW zur Verfügung. Weitere Beschreibungen des Programms geben Clemens et al. 2000.

Heidt et al. 2001: ISIS Architektur – Interaktives Studium & Seminar Innovativer Solarer Architektur

Nach einer Einführung in die Notwendigkeit energieeffizienten Bauens erläutert „ISIS Architektur“ als multimediales Lernsystem auf CD-ROM grundlegende Konzepte der Planung, Ausführung und Evaluation niedrigerenergetischer und solarer Architektur. Themen sind z.B. Grundlagen der Energieversorgung, Planungsschritte bei der Gestaltung energieeffizienter Architektur, Gestaltungsprinzipien der Niedrigenergie- und Solararchitektur, die Ausführung von Bauteilen sowie die Evaluation von Energiesparmaßnahmen.

Die Darstellung der Lerninhalte erfolgt vorrangig durch Texte und Grafiken (Diagramme und Fotos; Abbildung 6.2). Einige interaktive Animationen ergänzen die Darstellung. „ISIS

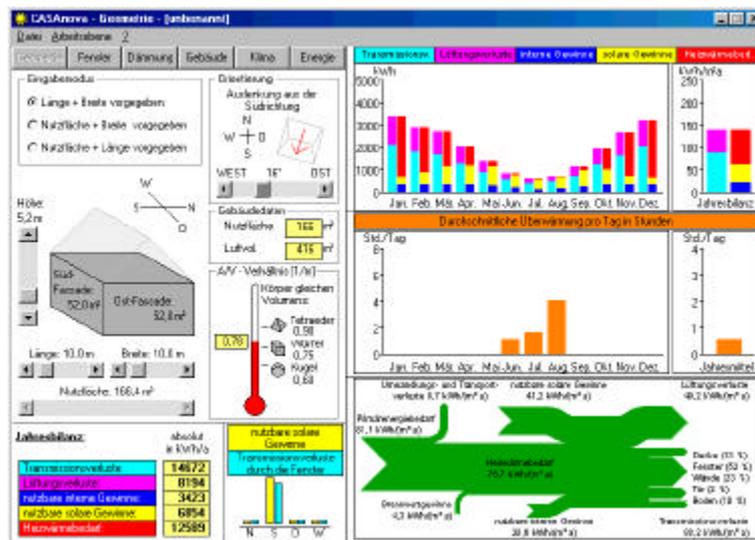


Abbildung 6.1: „CASAnova – Lernprogramm zu Energie- und Heizwärmebedarf, solaren Gewinnen und sommerlicher Überwärmung von Gebäuden“.

Frank-Dietrich Heidt, Stephan Benkert, Joachim Clemens 2001: ISIS Architektur – Interaktives Studium & Seminar Innovativer Solarer Architektur (CD-ROM). Siegen: Universität Siegen, Fachgebiet Bauphysik & Solarenergie, 2001

Architektur“ verknüpft die Lerninhalte mit einfachen Entwurfsaufgaben und zahlreichen Berechnungswerkzeugen. Aufgaben, die nach jedem Kapitel oder zusammengefasst als Quiz zugänglich sind, sollen den Kenntnisstand und den Lernfortschritt der Lernenden erfassen. Ein Glossar sowie Literatur-, WWW- und Adressverzeichnisse verweisen auf weiterführende Informationen zum Thema Niedrigenergie- und Solararchitektur. Eine „ISIS Architektur“-Mailingliste erlaubt das Diskutieren der Inhalte energieeffizienter Architektur und das gemeinschaftliche Lösen von Aufgaben.

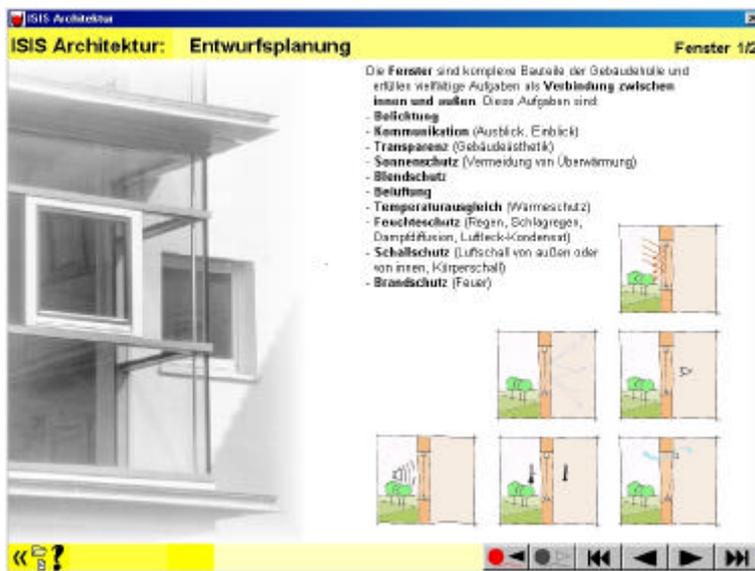


Abbildung 6.2: „ISIS Architektur – Interaktives Studium & Seminar Innovativer Solarer Architektur“.

„ISIS Architektur“ eignet sich vor allem für beginnende Lernende als Einführung in das Thema Niedrigenergie- und Solararchitektur. Die Verknüpfung der Lerninhalte mit Berechnungswerkzeugen schafft den Lernenden Möglichkeiten zu selbstständigem Handeln und praxisorientiertem Vertiefen des Wissens.

Weitere Informationen zu „ISIS Architektur“ finden sich bei Benkert/Heidt 2000b.

RWE Energie 1998: Bau-Handbuch auf CD-ROM

Die Inhalte des „Bau-Handbuchs“ als Buch (siehe „6.3.1 Bücher“) sind auf der CD-ROM ohne Bearbeitung als elektronische Dokumente im PDF-Format wiedergegeben. Die Möglichkeiten neuer Medien z.B. zum Verknüpfen von Inhalten als Hypertext, zur Darstellung bewegter Medien oder zur interaktiven Gestaltung von Beispielaufgaben werden nicht genutzt. Während das „Bau-Handbuch“ als Buch gut gestaltet ist und gut zum Lernen verwendet werden kann, entspricht die Ausführung auf CD-ROM somit nicht den Erwartungen an ein multimediales Lernsystem. Als Vorteil gegenüber der Buchform ist die Suchmöglichkeit im Volltext der CD-ROM anzusehen. Auch können Inhalte über die Zwischenablage kopiert und in andere Anwendungen übernommen werden.

RWE Energie 1998:
Bau-Handbuch (CD-ROM). Essen:
RWE Energie AG, ¹²1998

Zwar stellt diese Form der Darstellung ein und derselben Information als Buch und CD-ROM eine unaufwändige Möglichkeit der Nutzung neuer Medien zur Wissensvermittlung dar. Dabei ist aber zu vermuten, dass unter Berücksichtigung der Vor- und Nachteile neuer Medien (siehe „3.3 Chancen und Grenzen neuer Medien“) wohl die meisten Lernenden auf die Buchform des „Bau-Handbuchs“ zum Lernen zurückgreifen werden.

Scartezzini et al. 2000: Architecture et développement durable

Nach einer kurzen Einführung in die Bedeutung nachhaltiger Entwicklung für die Architektur erläutert »Architecture et développement durable« als multi-

Jean-Louis Scartezzini, Jean-Bernard Gay, Catherine Merz, Flourentzou Flourentzos, Philippe Kräuchli, François Leresche 2000: Architecture et développement durable (CD-ROM). Lausanne: EPFL, LESO-PB, 2000



Abbildung 6.3: »Architecture et développement durable«.

markt), direkte und indirekte Kosten von architektonischen Maßnahmen sowie den gesamten Lebenszyklus von Gebäuden (von den Rohstoffen über den Betrieb bis zum Abriss).

Zwanzig Gebäudebeispiele können sowohl von einer Übersichtsseite als auch über Verweise von den Beschreibungen der Kriterien auf jeweils passende Gebäude aufgerufen werden. Die Präsentation eines Gebäudes (Abbildung 6.3) umfasst:

- einen Steckbrief mit allgemeinen Informationen zum Projekt;
- eine kurze Diashow zur Vorstellung des Gebäudes und seines Umfelds;
- Pläne und Ansichten;
- Fotos;
- ein Interview mit dem Planungsteam zum Thema Nachhaltigkeit;
- eine kurze Darstellung besonderer Stärken eines Gebäudes bezüglich der Kriterien nachhaltiger Architektur.

»Architecture et développement durable« enthält ergänzend ein Glossar und ein Literaturverzeichnis zu Niedrigenergie- und Solararchitektur und nachhaltiger Entwicklung.

Die Darstellung des Inhalts erfolgt im Zusammenspiel von Text, Grafiken (Fotos, Skizzen, Diashows, Diagramme) und Tondokumenten (gesprochene Erläuterungen, Interviews). Bewegte Bild Darstellungen (Filme oder Animationen) sind nicht vorhanden. Die Interaktivität beschränkt sich auf die Navigation im Lernsystem zur Auswahl von Informationspräsentationen. Der Aufbau von »Architecture et développement durable« ermöglicht entdeckendes Lernen nach selbstbestimmten Zielen, z.B. von den Grundlagen nachhaltiger Architektur zu deren Verwirklichung in verschiedenen Gebäuden oder von der Darstellung eines Gebäudes zu den verwendeten Konzepten. Der Umfang und Detailgrad von »Architecture et développement durable« macht das Lernsystem sowohl für beginnende als auch erfahrene Lernende interessant – als Einführung in die Prinzipien nachhaltiger Architektur und als Anregung für eigene Projekte. Dabei gibt das Programm zwar Anweisungen zum Umsetzen der Theorie in die Praxis, bietet aber keine Möglichkeit zu eigenem Handeln, z.B. sind keine interaktiven Animationen oder Werkzeuge vorhanden. »Architecture et développement durable« bietet keine Möglichkeiten der Lernkontrolle (z.B. über Aufgaben oder Tests).

Merz et al. 1999 beschreiben »Architecture et développement durable« näher.

mediales Lernsystem auf CD-ROM die praktische Umsetzung nachhaltiger Entwicklung an Gebäudebeispielen. Kriterien der Nachhaltigkeit für Gebäude werden hinsichtlich der Aspekte Gesellschaft, Wirtschaftlichkeit und Umwelt umfassend und detailliert beschrieben. »Architecture et développement durable« berücksichtigt dabei das sozio-kulturelle Umfeld von Gebäuden (z.B. städtebaulicher Kontext, Altersstruktur der Gesellschaft, Auswirkungen von Bau-

maßnahmen auf den Arbeits-

Weber et al. 1996: DIAS – Données Interactives d'Architecture Solaire

Heidt et al. 1999: Multimediale Datenbank zur Niedrigenergie- und Solararchitektur NESA

Das Schweizer Programm »DIAS« sowie die deutsche Version „NESA“ präsentieren Konzepte und Ausführungsmöglichkeiten der Niedrigenergie- und Solararchitektur anhand gebauter Beispiele. Die Gebäude werden detailliert durch Fotos, Grundrisse, Schnitte, Konzept- und Detailzeichnungen beschrieben. Gezeigt werden Gebäude mit passiver Sonnenenergienutzung, solare Heizsysteme, Systeme zur Wärmerückgewinnung und Gebäude mit Fotovoltaikanlagen zur Stromversorgung.

Willi Weber, Heinrich Drexler, Peter Gallinelli, Peter Haefeli 1996: DIAS – Données Interactives d'Architecture Solaire (CD-ROM). Genève: Université de Genève, CUEPE, 1996

Frank-Dietrich Heidt, Stephan Benkert, Thilo Braeske, Heinrich Drexler 1999: Multimediale Datenbank zur Niedrigenergie- und Solararchitektur NESA (CD-ROM). Siegen: Universität Siegen, Fachgebiet Bauphysik & Solarenergie, 1999

Ein Lexikon vermittelt Grundlagenkenntnisse über „Energie im Bau“, speziell im Bereich energie-effiziente Architektur und Solarbauteile. Das Lexikon enthält Stichworte zu Solararchitektur, Niedrigenergiehäusern, Wärmebedarf und Haustechnik und erläutert zusammenfassend den niedrigenergetischen und solararchitektonischen Weg vom Bauvorhaben zur Bauausführung.

Berechnungswerkzeuge zusammen mit Bauteil-, Material- und Klimadaten geben den Lernenden die Möglichkeit, eigene Projekte zu planen und so die Lerninhalte handlungs-

orientiert zu vertiefen (Abbildung 6.4). So können z.B. alle in »DIAS« und „NESA“ vorgestellten Beispielgebäude als Ausgangspunkt für eigene Berechnungen verwendet werden. Die selbst erstellten Varianten lassen sich anhand energetisch wichtiger Kennwerte mit den Ausgangsgebäuden vergleichen.

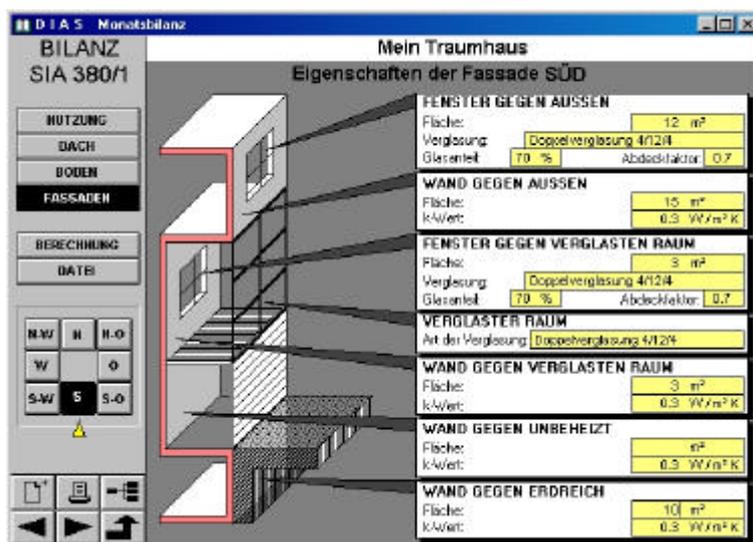


Abbildung 6.4: »DIAS – Données Interactives d'Architecture Solaire«.

Architektur. Durch die Berechnungswerkzeuge bleiben die Programme für praktizierende Architektinnen und Architekten wertvolle Hilfen bei der Projektarbeit.

»DIAS« und „NESA“ werden näher beschrieben durch z.B. Benkert/Heidt 1999, F.D. Heidt et al. 1996 und Weber et al. 1996.

Weitere Beispiele

BuildingGreen Inc. (eds.) 1999:

Green Building Advisor (CD-ROM). Brattleboro, VT: BuildingGreen Inc., 1999

J. Owen Lewis, John Goulding, Vivienne Brophy, Ann Mc Nicholl, Delphine Geoghegan, Philip Geoghegan, Pierre Jolivet, Ciaran King, Paul Kenny 1997:

Solar Bioclimatic Architecture (CD-ROM). Hoeilaart (Belgium): LIOR, 1997

Office of Building Technologies, U.S. Department of Energy o.J.:

Energy – Advancing Building Technologies (Kiosk-System). Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory, Energy & Environment Division, o.J. (nicht mehr verfügbar)

6.4.2 Unidirektionale vernetzte Systeme

Als unidirektionale vernetzte Lernsysteme im Bereich Niedrigenergie- und Solararchitektur können alle Netzwerkanwendungen gelten, die Informationen anbieten, welche zum Erlernen von Grundlagen, Konzepten, Techniken etc. energie-effizienter Architektur beitragen. Dies sind z.B. Fachinformationsdienste im WWW, Online-Versionen von Fachzeitschriften und lehrbegleitende Websites an Hochschulen. Im Vordergrund steht – in Abgrenzung zu kooperativen vernetzten Systemen – das Verbreiten von Informationen als Punkt-zu-Mehrpunkt-Kommunikation (siehe „3.1.4 Informationsaustausch“), was gelegentliche Rückmeldungen nicht ausschließt. Einige der folgenden Beispiele (Aufzählung in alphabetischer Reihenfolge) sind ausdrücklich als Lernsystem konzipiert. Andere eignen sich aufgrund ihres Inhalts oder ihrer Gestaltung als Lernsystem der Niedrigenergie- und Solararchitektur, auch wenn sie nicht in diesem Sinne entwickelt wurden.

AG Solar Nordrhein-Westfalen

Die „AG Solar NRW“ – ein Förderprogramm des Ministeriums für Schule, Wissenschaft und Forschung NRW – unterstützt als Forschungsverbund und Interessengemeinschaft die Tätigkeiten von Instituten, Firmen und Behörden auf dem Gebiet der Solartechnik. Ein Themenfeld der „AG Solar“ ist das Bauen: Hier werden ökologische Bauweisen und Solarenergienutzung in Gebäuden gefördert (AG Solar NRW 2000).

AG Solar Nordrhein-Westfalen:
Arbeitsgemeinschaft Solar NRW
(Website). <http://www.ag-solar.de/>

Die Website der „AG Solar“ enthält neben allgemeinen Informationen und Serviceseiten zum Anfordern von Prospektmaterial vor allem Projektberichte, die als PDF-Dokumente zugänglich sind. Die Berichte sind im Allgemeinen stark textorientiert und enthalten nur wenige Verweise auf andere Projekte mit ähnlichen Themen zur weiterführenden Information. Die Projektberichte sind hierarchisch nach Themenfeldern, Themenbereichen und Themen organisiert (z.B. Themenfeld „Bauen“, Bereich „Niedrigenergie-Bauweise und solare Architektur“, Thema „Software“). Hilfreich wäre eine Suchmöglichkeit nach Stichworten in Projektdatenbanken. Erfahrene Lernende können die Website nutzen, um zu speziellen Themen den aktuellen Stand der Forschung einzusehen bzw. Ansprechpersonen ausfindig zu machen, die ihnen mit Expertenwissen bei der Lösung von Problemen weiterhelfen können.

BauNetz: Online-Dienst für Architektur und Bauwesen

Die Website der BauNetz Online-Dienst GmbH & Co. KG bündelt das größte deutschsprachige Angebot an Fachinformationen zum Thema Architektur und Bauwesen im WWW. Das „BauNetz“ enthält neben einem redaktionellen Teil mit aktuellen Meldungen und Kommentaren Angebote vor allem für Planende (z.B. Projektbeispiele, Gesetzestexte, Arbeitshilfen) und Bauausführende (z.B. Produktdatenbanken, Informationen zu Bauschäden) in einer Mischung aus kostenfreien und kostenpflichtigen Beiträgen. Die Darstellung erfolgt größtenteils als illustrierter Text ohne bewegte Medien (wie Sprache, Filme oder Animationen). Dreidimensionale VRML-Präsentationen werden für Werkschauen oder Stadtführungen verwendet.

BauNetz Online-Dienst GmbH & Co. KG:
BauNetz – Online-Dienst für Architektur und Bauwesen (Website).
<http://www.baunetz.de/>

Das Thema Niedrigenergie- und Solararchitektur hat bislang kein besonderes Gewicht im Angebot des „BauNetz“. Unter den im „BauNetz“ präsentierten Gebäuden lassen sich Beispiele energie-effizienter Architektur finden. Auch besteht die Möglichkeit zur Diskussion niedrigerenergetischer und solarer Themen an der „Pinnwand“ im „Forum“ des „BauNetz“

Das „BauNetz“ ist potenziell gut als Lernsystem geeignet. Die große Zahl registrierter Nutzerinnen und Nutzer (im Mai 2000 etwa 45.000 Personen mit ca. einer Million Seitenzugriffe pro Monat⁷) ermöglicht eine weite Verbreitung der Inhalte energie-effizienter Architektur in der gewünschten Zielgruppe (siehe „6.1 Lernziele und Zielgruppe“). Im Projekt „Interaktives Studium & Seminar Innovativer Solarer Architektur – ISIS Architektur“, das vom Fachgebiet Bauphysik & Solarenergie der Universität Siegen in Zusammenarbeit mit der BauNetz Online-Dienst GmbH durchgeführt wird, ist genau die Nutzung der Plattform „BauNetz“ für die interaktive Wissensvermittlung zum Thema Niedrigenergie- und Solararchitektur angestrebt (Benkert/Heidt 2001).

Eine Vorstellung des „BauNetz“ findet sich auch in BauNetz 1998, Heinze 1997 und Hotze 1998a.

FEUP et al.: Energy-efficient Heating and Cooling

Der Internet-Kurs „Energy-efficient Heating and Cooling“ erläutert in sieben Lektionen die Möglichkeiten energie-effizienter Heizung und Kühlung anhand der Grundlagen des energetischen Verhaltens von Gebäuden (z.B. Aufstellen von Energiebilanzen, thermische Komfortbedingungen), der Auslegung und Optimierung traditioneller Heizungs- und Kühlungsanlagen, der Verwendung neuartiger Methoden und Geräte und dreier Praxisbeispiele. Der Kurs beruht dabei wesentlich auf Ergebnissen aus Forschungsvorhaben der International Energy Agency (IEA).

FEUP (Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto), ERG (Energy Research Group, University College of Dublin), ESRU (Energy Systems Research Unit, University of Strathclyde, Glasgow):
Energy-efficient Heating and Cooling (Website). http://erg.ucd.ie/heating_cooling/index.htm

Die Darstellung erfolgt weitgehend als Text mit gelegentlichen Diagrammen, Skizzen oder Fotos. Bewegte Medien oder interaktiv steuerbare Darstellungen sind nicht vorhanden.

⁷ laut Gespräch mit Roselien Huisman, damalige Geschäftsführerin der BauNetz Online-Dienst GmbH & Co. KG, Mai 2000

Möglichkeiten der Lernenden zur Navigation bestehen nur in der Auswahl von Lektionen und Seiten aus einer hierarchisch strukturierten Inhaltsübersicht mit zwei Ebenen, sowie dem seitenweisen Blättern innerhalb der Lektionen vor und zurück. Verknüpfungen innerhalb des Internet-Kurses oder zu externen Informationsangeboten fehlen.

Aufgrund der stark eingeschränkten Verwendung verschiedener Medien und der mangelnden Interaktivität ist fraglich, ob “Energy-efficient Heating and Cooling” überhaupt als multimediales Lernsystem gelten kann. Seine Lerninhalte sind in den angegebenen Quellen (v.a. Bücher, Zeitschriftenartikel, Forschungsberichte und Software) anschaulicher zugänglich als im Internet-Kurs. So dient “Energy-efficient Heating and Cooling” allenfalls als Referenzliste und Einführung in das Thema für beginnende Lernende und interessierte Laien.

International Solar Energy Society (ISES): World-wide Information System for Renewable Energy (WIRE)

Das “World-wide Information System for Renewable Energy (WIRE)”, ein Dienst der International Solar Energy Society (ISES), enthält Informationen zu aktueller Forschung und Entwicklung im Bereich Solarenergie, Literatur-, Adress- und Softwarelisten, Produktnachweise, Anzeigen, Terminhinweise, Jobbörsen und vieles mehr (Abbildung 6.5). Das Informationsangebot ist in Datenbanken strukturiert und mit zahlreichen Suchfunktionen erschlossen. Diskussionsforen ergänzen das Angebot um eine kooperative Komponente⁸. Der monatliche Newsletter stellt kurz neue Beiträge zum Informationssystem vor und fordert zur Mitarbeit auf – zum Ergänzen des Informationsangebots mit eigenen Beiträgen. Aktuelle Termine, Literaturkritiken und Berichte von Veranstaltungen ergänzen den Inhalt des Newsletters.

“WIRE” eignet sich vor allem für erfahrene Lernende, um über aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet der Solartechnik und somit auch der Niedrigenergie- und Solararchitektur auf dem Laufenden gehalten zu werden. Die Suchmöglichkeiten des Informationssystems erlauben die Recherche nach Grundlagen, Begriffen und technischer Umsetzung von Solartechnik. Beiträge aus verschiedenen Quellen eröffnen multiple Sichtweisen. Die Website unterstützt Kommunikation und Kooperation der Lernenden.

International Solar Energy Society (ISES):
World-wide Information System for Renewable Energy (WIRE)
(Website, Newsletter).
<http://wire.ises.org/>



Abbildung 6.5: “World-wide Information System for Renewable Energy (WIRE)”.

⁸ “WIRE” ist also in der Anlage ein kooperatives vernetztes System – bisher überwiegt aber deutlich die unidirektionale Nutzung als Informationsdienst.

University of Hong Kong, Department of Architecture: BEER – Web-based Learning Environment

Das “Web-based Learning Environment” umfasst virtuelle Kurse und Vorlesungen zur Niedrigenergie- und Solararchitektur, die begleitend zu traditionellen Kursen und Vorlesungen zugänglich sind. Themen sind alle Bereiche der Niedrigenergie- und Solararchitektur von der Planung von Gebäuden über Evaluation und Betrieb bis zur Entsorgung. Die Angebote im Internet vereinen Lerninhalte der traditionellen Veranstaltungen mit zusätzlichen Materialien und werden ausdrücklich zur Ergänzung des traditionellen Lehrangebots sowie zum Selbstlernen empfohlen (Abbildung 6.6).

University of Hong Kong,
Department of Architecture:
BEER (Building Energy Efficiency
Research) – Web-based Learning
Environment (Website).
<http://arch.hku.hk/~cmhui/teach/>

Die Inhalte der Vorlesungen werden in Form von Diashows vor allem grafisch präsentiert – mit Diagrammen, Skizzen und Fotos und wenig erläuterndem Text. Einzelne Quiz-Aufgaben regen die Lernenden zu eigener Problemlösung an. Bewegte Darstellungen (Ton, Animation, Film) fehlen ebenso wie interaktiv steuerbare Präsentationen. Die Lernenden können in hierarchischen Strukturen auf Kurse, Vorlesungen und einzelne Seiten zugreifen. Die Navigation innerhalb der Vorlesungen ist größtenteils auf Vor- und Zurückblättern der Seiten beschränkt. Zum Teil sind Verknüpfungen zu anderen Vorlesungen vorhanden, zahlreicher sind Verknüpfungen zu externen Informationsquellen im WWW zur Vertiefung. Zusätzlich zu den Inhalten der traditionellen Präsenzveranstaltungen enthält die Website weitere Arbeits- und Lernmaterialien sowie zahlreiche Fallbeispiele, die von den Lernenden in Projektgruppen zu bearbeiten sind. Auf den Webseiten präsentierte Hausaufgaben sind Teil der Bewertung der Lernenden.

Das “Web-based Learning Environment” ist für Studierende im Grundstudium Architektur vor allem zur Ergänzung der Präsenzlehre gedacht. Aufgrund der Fülle und der fachlichen Qualität der Lernmaterialien ist die Website aber auch für erfahrene Lernende geeignet. Dabei fehlt eine themen- oder stichwortorientierte Suchmöglichkeit, um im hierarchisch aufgebauten Kurssystem spezifische Inhalte zu finden. Die Website bietet keine Möglichkeit für eigenes interaktives Handeln. Sie stellt nur Material für Projektarbeiten zur Verfügung.

Weitere Informationen zum “Web-based Learning Environment” geben Hui/Cheung 2000.

The screenshot shows a Netscape browser window displaying the BEER website. The page title is 'Web-based Learning Environment' and the URL is 'http://www.arch.hku.hk/~cmhui/teach/'. The page content includes a navigation menu, a 'Courses' table, and a 'Lectures' table.

Title / Description	Created	Level	Study hours
Energy and Environmental Systems for Green Buildings (Teaching plan)	Sep 2000	MArch Yrs 1 & 2	12 x 2 hours
Energy Efficiency in Buildings (Teaching plan)	Sep 1999	MArch Yrs 1 & 2	12 x 2 hours
Technologies for Energy Efficient Buildings (Teaching plan)	Sep 1998	MArch Yrs 1 & 2	9 x 2 hours

Title / Description	Updated	Study hours
1. Overview of Building Energy Efficiency: Introduction to Energy Efficient Building Design	Nov 1997	2 hours
Energy Efficient Buildings - Practical Design Guides [1024x768 screen] [640x480 screen]	Mar 1999	2 hours

Abbildung 6.6: “BEER (Building Energy Efficiency Research) – Web-based Learning Environment”.

vivergy.com: energiewerk.net

Das „energiewerk.net“ stellt als „kooperative Marketing-Plattform für erneuerbare Energie“ unter anderem Informationen zu energie-effizienter Architektur bereit – mit dem Ziel der Verbesserung der Vermarktung entsprechender Produkte, der Unterstützung für Firmen und der Hilfestellung für Entscheidungstragende. Wesentlicher Inhalt des „energiewerk.net“ ist eine Online-Zeitung, deren Artikel nach Rubriken gegliedert zugänglich und im PDF-Format auch kopierbar sind. Ein Newsletter informiert – nach Themen konfigurierbar – über neue Beiträge. Die Online-Zeitung kann als „energiewerk brief“ auch auf Papier bezogen werden. Das „energiewerk.net“ ermöglicht das Einreichen eigener Beiträge im Sinne eines Diskussionsforums.

vivergy.com AG:
energiewerk.net (Website, Online-Zeitung, Newsletter).
<http://www.energiewerk.net/>

Zum Lernen eignet sich „energiewerk.net“ für Planende und Entscheidungstragende, die Berufserfahrung besitzen, aber neu in das Thema Niedrigenergie- und Solararchitektur einsteigen. Die Artikel der Online-Zeitung stellen aktuelle Entwicklungen auf dem Gebiet erneuerbarer Energien vor. Nur selten sind Verknüpfungen zu vertiefenden Informationen eingebunden, so dass weiterführendes Lernen kaum unterstützt wird.

WeberHaus und Fraunhofer IBP: Övolution

Eine besondere Möglichkeit der Projektpräsentation eines Fertighauses im Passivhaus-Standard stellen die Firma WeberHaus und das Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) mit einem Musterhaus der Baureihe „Övolution“ im WWW vor. Auf den Seiten der Firma WeberHaus werden nach einer kurzen Vorstellung des Passivhaus-Konzepts ausführlich die verwendeten Techniken beschrieben, z.B. Wärmedämmung, Lüftung, passive Solarnutzung, Fotovoltaik und Solarkollektoren.

WeberHaus:
Övolution (Website). http://www.weberhaus.de/html/wh_oevo/wh_oevo_konzept_f.htm

Fraunhofer-Institut für Bauphysik:
Konzepte für zukunftsorientierte Weber-Häuser und deren Umsetzung in Demonstrationsgebäuden (Website). http://www.ibp.fhg.de/wt/berichte/1998/jb_98_24.html

Mit Tabellen und Diagrammen werden verschiedene Haustypen verglichen. Skizzen zeigen den Aufbau von Details. Forschungsberichte des IBP zum Fertighaus „Övolution“ sind von beiden Websites aus zugänglich.

Eine Fotoserie auf der WeberHaus-Website präsentiert den Aufbau des Fertighauses. Dort zeigt eine Live-Kamera auch ständig aktualisierte Bilder eines Musterhauses zusammen mit Messwerten der Raumlufttemperatur, der Außenlufttemperatur sowie des Ertrags der Fotovoltaikanlage vom laufenden und vom vergangenen Tag (Abbildung 6.7).

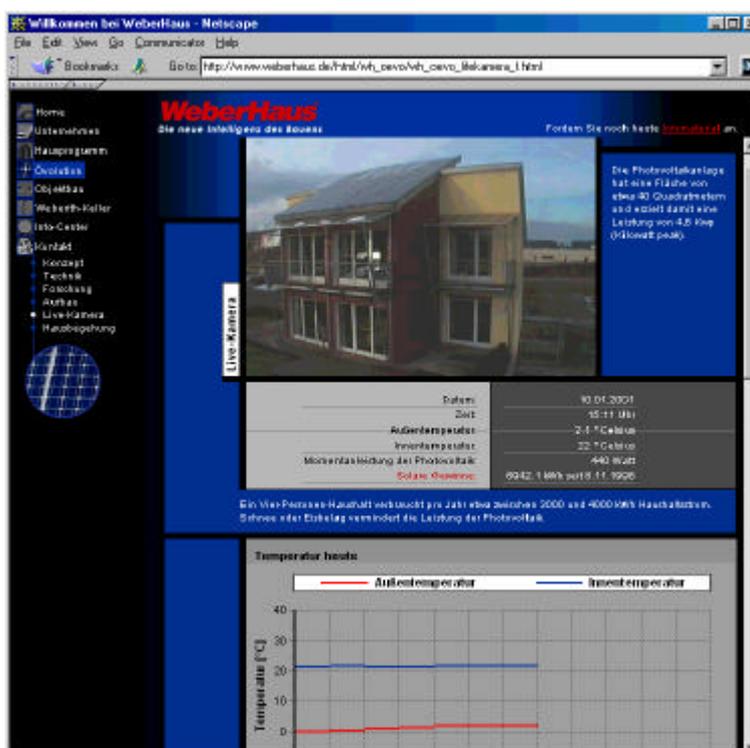


Abbildung 6.7: „Övolution“.

Schließlich ist bei beiden Websites eine virtuelle Hausbegehung möglich (in unterschiedlicher technischer Umsetzung). Die 3D-Darstellung sämtlicher Räume in zwei Geschossen (inkl. WC, Wohnzimmer mit Fototapete und Arbeitszimmer mit leerem Bücherregal im Modell des IBP; sowie Zimmerpflanzen und Fenster mit Aussicht im Modell der Firma WeberHaus) vermittelt einen Eindruck von der Anordnung der Räume im Haus.

Die Websites eignen sich für beginnende und erfahrene Lernende sowie für interessierte Laien zur Information über die Möglichkeiten des Passivhaus-Konzepts. Durch die realitätsnahe Darstellung ist ein hoher Grad an Anschaulichkeit gegeben. Die ständig aktualisierten Messwerte, die zusammen mit den Bildern der Live-Kamera angezeigt werden, erlauben eine fortgesetzte Beobachtung der Wirksamkeit des Passivhaus-Konzepts. Für fortgeschrittene Lernende wäre die ausführliche Präsentation weiterer Messdaten interessant.

Weitere Beispiele

BINE (Bürgerinformation Neue Energietechniken):

Informationsdienst BINE – Fachinformationszentrum Karlsruhe (Website).

<http://bine.fiz-karlsruhe.de/>

CREST (Center for Renewable Energy and Sustainable Technology):

Solstice: Sustainable Energy and Development Online (Website). <http://solstice.crest.org/>

EEBA (Energy & Environmental Building Association):

EEBA News (Newsletter). <http://www.eeba.org/eebanews/>

ERG (Energy Research Group, University College Dublin):

Energy Research Group UCD (Website). <http://erg.ucd.ie/>

ESRU (Energy Systems Research Unit, University of Strathclyde, Glasgow):

Energy Systems Research Unit (Website). <http://www.esru.strath.ac.uk/>

GRE (Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung e.V.):

GRE-online (Website, Newsletter). <http://www.gre-online.de/>

Chris Hammer:

GreenClips (Newsletter). <http://www.greendesign.net/greenclips/>

Heindl – Internet:

Der Solarserver – Forum für Solarenergie (Website). <http://www.solarserver.de/>

LOG ID-Büro:

architectural green solar network (Website). <http://www.agsn.de/>

NPPC (National Pollution Prevention Center for Higher Education, University of Michigan):

Sustainable Architecture (Website). <http://www.umich.edu/~nppcpub/resources/compendia/architecture.html>

solid (solarenergie informations- und demonstrationszentrum):

solid-online Solar-Energieberatung (Website). <http://www.solid.de/>

SUNBEAM eco-consultants GmbH, Rio Solar Ltda. (Hrsg.):

International SolarServer (Website). <http://www.solarinfo.de/>

Melita Tuschinski:

@rchi-tec - energiesparende Architektur mit neuen Medien + Online-Weiterbildung
(Website). <http://www.archi-tec.de/>

Universität Siegen, Fachgebiet Bauphysik & Solarenergie:

Universität Siegen: Fachgebiet Bauphysik & Solarenergie (Website).
<http://nesa1.uni-siegen.de/>

WEKA Baufachverlage, ZAE (Zentrum für angewandte Energieforschung) Bayern:

Energie & Bau – Forum und Arbeitsplattform für Architekten und Ingenieure zum Thema
Energie & Bausanierung (Website). <http://www.energieundbau.de/>

6.4.3 Kooperative vernetzte Systeme

Das wohl anspruchsvollste Beispiel für die Nutzung neuer Medien zur Ausbildung (und Weiterbildung) ist die „Virtuelle Universität“. Laut Mittrach 1999 ist das Ziel der virtuellen Universität, „*alle* für die Studierenden relevanten Funktionen einer Universität über Kommunikationsnetze [...] anzubieten.“ (Mittrach 1999, S. 7; Hervorhebung im Original) Dazu gehören neben der Wissensvermittlung auch die Verwaltung, die Betreuung der Studierenden, die Organisation der Lehre und des Lernens in Übungen, Seminaren und Praktika sowie die Schaffung eines Kommunikationsraums für den sozialen Kontakt der Studierenden untereinander und zu den Angestellten der Universität.

Kooperative vernetzte Systeme gehen verglichen mit unidirektionalen vernetzten Systemen also über die bloße Informationsbereitstellung hinaus. Die Lernenden haben Möglichkeiten zur Kommunikation im Netz, sei es im privaten Gespräch oder in der Gruppe. Sie können gemeinsam Lerninhalte bearbeiten und Aufgaben lösen. Die folgenden Beispiele (Aufzählung in alphabetischer Reihenfolge) zeigen, wie kooperatives Lernen im Netzwerk zum Thema Niedrigenergie- und Solararchitektur verwirklicht ist.

alt.architecture.alternative

alt.solar.thermal

alt.architecture.alternative;
alt.solar.thermal (Newsgroups)

Die beiden Newsgroups “alt.architecture.alternative” und “alt.solar.thermal”, die zur Zeit wohl am genauesten und ergiebigsten den Bereich Niedrigenergie- und Solararchitektur abbilden, behandeln – wie bei Newsgroups üblich – eine bunte Mischung von Themen, die in irgendeiner Art mit energie-effizienter Architektur oder thermischer Sonnenenergienutzung zu tun haben. Sie enthalten dabei neben Beiträgen unterschiedlicher fachlicher Qualität auch einen gewissen Anteil an Spam⁹. Im Allgemeinen werden die Diskussionen auf hohem fachlichen Niveau, locker und dennoch diszipliniert geführt.

Wegen der Vielfalt der Inhalte eignen sich beide Newsgroups für Lernende jeden Erfahrungsgrads, die bereit sind, für sie relevante Lerninhalte aus der Nachrichtenmasse zu filtern. Newsgroups fördern entdeckendes Lernen, indem Diskussionen von Thema zu Thema führen und interessante Inhalte manchmal erst im Laufe einer Nachrichtenkette zutage treten. Die Ungezwungenheit der Newsgroups ermöglicht auch beginnenden Lernenden, eigene Beiträge zur Diskussion zu stellen. Solange sie sich an die Regeln der Newsgroup halten – vor allem also an die allgemein übliche Netiquette (z.B. Oebbeke 2000b) –, können die Lernenden auf

⁹ Beiträge, die nicht der fachlichen Diskussion der Newsgroup dienen – meist Werbung.

diese Weise die Meinungen von Fachleuten erfahren, gemeinsam mit anderen Probleme lösen und Anregungen für weiteres Lernen erhalten.

EEBA: EE-Building list

In der Mailing-Liste "EE-Building list" der Energy & Environmental Building Association diskutieren Fachleute aller Berufsgruppen des Bauwesens. Praktische Belange z.B. der Gebäudeplanung und Bauausführung werden ebenso behandelt wie theoretische Aspekte der Forschung und Entwicklung in den Bereichen Bauphysik, Bauteile und Materialien. Auch Studierende der Architektur und des Bauwesens sowie interessierte Laien – z.B. als Bauwillige oder Wohnungsinhabende – beteiligen sich. Dementsprechend reichen die Themen der Mailing-Liste von Materialeigenschaften über Problemfälle bei der Bauausführung und Erfahrungen aus dem Betrieb von Gebäuden bis zu politischen Aspekten energie-effizienter Architektur. Das gesamte Spektrum der Niedrigenergie- und Solararchitektur ist abgedeckt.

EEBA (Energy & Environmental Building Association):
EE-Building list (Mailing-Liste).
<http://www.eeba.org/lists/>

Die Beiträge zur Mailing-Liste werden unmoderiert an alle an der Liste Teilnehmenden weitergeleitet. Alternativ wird eine tägliche, moderierte Zusammenfassung ausgewählter Beiträge angeboten. Der Inhalt der "EE-Building list" ist von hoher fachlicher Qualität. Im Allgemeinen werden in den Beiträgen Verweise auf weiterführende Informationen angegeben, z.B. Verknüpfungen zu relevanten Websites. Dadurch wird ausgeglichen, dass die Mailing-Liste nur aus Text besteht, also keine Möglichkeit der Visualisierung durch Grafiken etc. bietet.

Die Mailing-Liste eignet sich sowohl für beginnende als auch für erfahrene Lernende zum Wissenserwerb (in der Mailing-Liste veröffentlichte Informationen zu energie-effizienter Architektur), als Anreiz zu eigenem Handeln (in der Liste angesprochene Problemfälle als Übungsaufgaben) und als Möglichkeit zur Kommunikation mit Fachleuten. Gelegentlich in der Mailing-Liste gestellte einfachere Fragen können auch von wenig erfahrenen Lernenden – mit entsprechender Courage – beantwortet werden. Erfahrene Lernende verfolgen anhand der Liste den Stand von Forschung und Entwicklung und diskutieren eigene Ideen mit Kolleginnen und Kollegen.

Mørck et al.: RENARCH – Renewable Energy in Architecture

Der moderierte Online-Workshop "RENARCH" fand bisher mehrmals sowohl integriert in die Ausbildung traditioneller Hochschulen als auch institutionsunabhängig im Internet statt (RENARCH 2000a; RENARCH 2000b). Ausgehend von Vergleichen der wärmetechnischen Anforderungen zur Genehmigung von Bauvorhaben in Dänemark, Deutschland und Frankreich vermittelt der Online-Workshop Wissen, um das energetische Verhalten von Gebäuden beurteilen zu können.

Ove Mørck, Dominique Groleau, Lena Larson, Rob Marsh, Fritz Schmidt, Peter Sørensen, Melita Tuschinski:
RENARCH – Renewable Energy in Architecture (Website, Online-Workshop).
<http://www.renarch.com/>

Die textlich und grafisch dargestellten Lerninhalte gliedern sich in:

- Grundlagen: Politik & Energie, Globale Umweltprobleme, Klimabedingungen, Gebäudeklima;
- Architekturthemen und -elemente: Gebäudeaufbau, Gebäudehülle, Gebäudeausrüstung, Materialien;

- Entwurfsrichtlinien: energie-effiziente Gestaltung von Architektur unter besonderer Berücksichtigung erneuerbarer Energien, Einsatz von Berechnungswerkzeugen.

Eine nach Gebäudetypen strukturierte Sammlung beispielhafter Gebäude zur Illustration der Architekturthemen und zur Erläuterung der Gestaltungsrichtlinien – teilweise eigene Werke der am Workshop Teilnehmenden – sowie ein für “RENARCH” entwickeltes Berechnungsprogramm (“REN-SIM”) ergänzen die Inhalte. Die Bearbeitung von Entwurfsaufgaben dient der handlungsorientierten Vertiefung des Lernstoffs.

Das Lernsystem ist als Hypertext strukturiert (Abbildung 6.8) und unterstützt die Bearbeitung nach Themen (von den Grundlagen zu den Entwurfsrichtlinien) oder nach Darstellungsweise (z.B. Lernmodul oder Beispielprojekt – Theorie oder Praxis). Von den Gebäudebeispielen führen Verknüpfungen zu den relevanten Lernthemen. “RENARCH” enthält eine Suchfunktion nach Stichworten. Im Online-Workshop werden Kommunikationsmöglichkeiten per Mailing-Liste und E-Mail als Diskussionsforum zum Wissensaustausch zwischen den Lernenden oder zur Befragung von Fachleuten (z.B. Planerinnen und Planer der Gebäudebeispiele) genutzt.



Abbildung 6.8: “RENARCH – Renewable Energy in Architecture”.

“RENARCH” richtet sich an Studierende der Architektur und praktizierende Architektinnen und Architekten vorrangig in Dänemark und Deutschland.

University of California (Berkeley), Center for Environmental Design Research: The Vital Signs Project

Das “Vital Signs Project” vermittelt in der Architekturausbildung Informationen zu Entwurfskonzepten zunächst anhand direkter Anschauung von Gebäudebeispielen. Studierende nehmen umfangreiche Untersuchungen an selbstgewählten Fallbeispielen vor und überprüfen die Praxistauglichkeit der Gebäude und ihrer Konzepte:

“In essence, the Vital Sign approach is an attempt to get students (and practicing architects) out of journals (as an exclusive design inspiration) and into buildings where design meets users, water, glare, odors, control schemes, maintenance personnel, etc.” – Kwok/Grondzik 2000, p.708

Besonderer Wert wird dabei auf die umweltfreundliche und energie-effiziente Gestaltung von Architektur gelegt. Ein “Resource Package” als Handwerkszeug für die Untersuchungen

University of California (Berkeley),
Center for Environmental Design
Research:
The Vital Signs Project (Website).
<http://www.arch.ced.berkeley.edu/vitalsigns/>

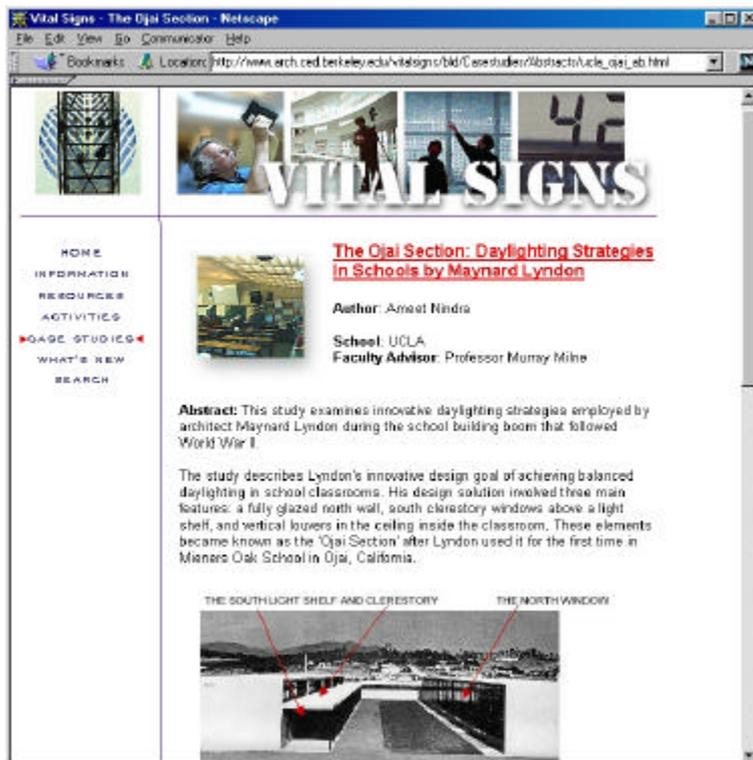


Abbildung 6.9: "The Vital Signs Project".

enthält Berechnungswerkzeuge zum Bestimmen der Energiebilanz eines Gebäudes, Messinstrumente zum Bestimmen von Gebäudeeigenschaften und -verhalten (z.B. thermische Speicherfähigkeit, Raumlufttemperatur) und weitere Instrumente zur energetischen Diagnose von Gebäuden.

In einem nächsten Schritt werden die Untersuchungsergebnisse von den Studierenden aufbereitet und auf der "Vital Signs" Website veröffentlicht (Abbildung 6.9), so dass sie von weiteren Lernenden weltweit genutzt werden können. Zur Einführung in die Niedrigenergie- und Solararchitektur erläutert die

Website Zusammenhänge von Architektur und Energieverbrauch und verweist auf grundlegende Informationen mittels Hyperlinks. Die Website gibt eine Anleitung zum Durchführen der Untersuchungen – z.B. zur Auswahl von Gebäuden, zur Wahl der Untersuchungsaspekte und -methoden – sowie zum Erstellen der WWW-Präsentation.¹⁰

Die Fallbeispiele untersuchen (nach Maßgabe der Richtlinien) bevorzugt:

- historisch bedeutsame Gebäude (z.B. Architekturdenkmäler, stilprägende Gebäude);
- architektonisch bedeutsame zeitgenössische Gebäude (Gebäude mit Vorbildfunktion);
- als energie-effizient und umweltfreundlich geltende Gebäude;
- Gebäude, die einen speziellen Gebäudetyp (z.B. Bürobau, Museum, Schule) repräsentieren.

Auch als energie-effizient und umweltfreundlich geltende Gebäude werden nicht unbesehen als beispielhafte Architektur übernommen, sondern kritisch hinterfragt. Dabei wird insbesondere die Umsetzung niedrigerenergetischer und solarer Konzepte von der Theorie in die Praxis beurteilt (siehe z.B. Kwok/Grondzik 2000, pp. 709ff).

Derzeit (Anfang 2001) sind etwas mehr als 50 Fallstudien auf der "Vital Signs" Website veröffentlicht. Die Präsentationen entsprechen in Umfang und Gestaltung meist Artikeln, wie sie auch in Fachzeitschriften veröffentlicht sein könnten. Zum Teil sind sie im Stil ausführlicher Forschungsberichte gehalten. Einige Darstellungen bilden eigene Hypertextsysteme mit umfangreichen internen und externen Verknüpfungen. Ergebnisse werden

¹⁰ Die – zumindest sinngemäße – Beachtung dieser Richtlinien und eine damit verbundene ausreichende fachliche Qualität einer Untersuchung sind Voraussetzung für die Veröffentlichung eines Fallbeispiels auf der "Vital Signs" Website.

hauptsächlich in Texten und Grafiken (Diagramme, Skizzen, Fotos) präsentiert, zum Teil auch in räumlicher Darstellung (z.B. als Lichtsimulation in VRML). Bewegte Medien werden – falls überhaupt – selten integriert. Die Fallstudien sind in Zugangslisten nach verschiedenen Kategorien geordnet (z.B. Gebäudename, Entstehungsort der Studie). Die “Vital Signs” Website enthält außerdem eine Suchfunktion, die die Zusammenfassungen der veröffentlichten Studien erfasst und so Recherchen unterstützt.

Die Website des “Vital Signs Project” erfüllt zahlreiche Anforderungen konstruktivistischen Lernens. Sie vermittelt praxisbezogene Lerninhalte zu Gestaltung und Nutzung niedrigenergetischer und solarer Architektur (Situiertheit und Authentizität). Manche Gebäude werden in mehreren Fallstudien untersucht und können somit aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden (Multiple Kontexte). Die genaue Beschreibung der Untersuchungsmethoden und -ergebnisse macht die Beurteilung der Beispielgebäude nachvollziehbar und teilweise mit eigenen Berechnungen überprüfbar. In einigen Studien sind Kontaktinformationen angegeben, die Nachfragen und Diskussionen ermöglichen (Sozialer Kontext). Die Navigation in der Website ist übersichtlich, der Zugang zu den Fallstudien ist frei möglich (Selbststeuerung). Die “Vital Signs” Website reicht als Lernumgebung zwar nicht an die direkten Anschauungsmöglichkeiten der am “Vital Signs Project” Teilnehmenden heran, bietet über das WWW aber vielfältige und interessante Anknüpfungsmöglichkeiten zur Wissensvermittlung im Bereich Niedrigenergie- und Solararchitektur. Der Bekanntheitsgrad einiger der untersuchten Gebäude motiviert zur Beschäftigung mit den Fallstudien. Insbesondere erfahrene Lernende können anhand der Untersuchungsergebnisse verschiedene Konzepte energie-effizienter Architektur vergleichen und Probleme bei der Ausführung von Niedrigenergie- und Solararchitektur erkennen – um sie in späteren eigenen Projekten zu vermeiden.

University of Southern California, Department of Architecture: Master of Building Science program

University of Southern California, Department of Architecture: Master of Building Science program (Website). <http://www.usc.edu/dept/architecture/mbs/>

Der Ausbildungsgang “Master of Building Science” gibt ein Beispiel für das Prinzip “prototyping by students” (Vásquez/Angulo 1992, p. 175) – Lernende entwickeln Teile der Lernmaterialien mit und sind aktiv an der Gestaltung der Lernumgebung beteiligt. Schiler et al. 1999 beschreiben Websites sowohl als “[...] equivalent of libraries, in which information and references are stored”, aber auch als “[...] hardware stores and car garages which can supply tools and equipment and even repairs and updates for existing tools” (Schiler et al. 1999, p. 444; siehe auch Schiler et al. 2000). Vor allem die Entwicklung der ECS (Environmental Controls) Tools (Ab-



Abbildung 6.10: “Master of Building Science program”.

bildung 6.10) durch Studierende birgt großes Potenzial für die Lernenden aufgrund der selbstbestimmten Beschäftigung mit aktuellen, authentischen Problemen der Niedrigenergie- und Solararchitektur.

Die von den Lernenden entwickelte Software umfasst alle Bereiche energie-effizienter Architektur, von der Grundlagenermittlung über verschiedene Stufen der Planung bis zur Evaluation von Gebäuden. Einige der Programme sind selbst als Lernsystem konzipiert und beschreiben Themen niedrigerenergetischer und solarer Architektur in Theorie und Praxis.

Die Systeme sind teils in offenen Standards (z.B. Java oder JavaScript) realisiert, teils auf spezielle Betriebssysteme zugeschnitten (Windows oder Mac). Den Lernenden stehen die Programme online oder zum Laden aus dem WWW für zahlreiche Aufgaben zur Problemlösung im Rahmen der Ausbildung zur Verfügung. Dabei unterstützt die Website ausdrücklich das eigenverantwortliche und kooperative Lernen von anderen Lernenden – und mit anderen Lernenden (USC-MBS 1999). Die Website eignet sich für Studierende der Architektur als kooperatives Lernsystem mit konstruktivistischen Lernprinzipien für das gesamte Studium. Auch nach Abschluss des Studiums sind die Werkzeuge der Lernumgebung für die Gestaltung energie-effizienter Architektur äußerst hilfreich – können also auch das Lernen fortgeschrittener Lernender unterstützen.

Weitere Beispiele

alt.energy.renewable (Newsgroup)

CREST (Center for Renewable Energy and Sustainable Technology):

GreenBuilding (Mailing-Liste). <http://solstice.crest.org/discuss.shtml>

University of Western Australia, School of Architecture and Fine Arts:

The Fridge – Environmental Architecture (Website). <http://fridge.arch.uwa.edu.au/>

6.4.4 Zum Ansporn

Über die Wissensvermittlung zur Niedrigenergie- und Solararchitektur hinausgehend zeigen die folgenden Beispiele, wie neue Medien gestaltet sein können, um vor allem einen hohen Grad an Anschaulichkeit und Immersion in das Medium zu erreichen. Ziel ist, Architektur möglichst unmittelbar darzustellen und fühlbar zu machen. Dies soll als Ansporn auch für multimediale Lernsysteme zur Niedrigenergie- und Solararchitektur dienen.

Bosch et al. 1999: weiße vernunft – siedlungsbau der 20er jahre

Die CD-ROM „weiße vernunft“ stellt Zielsetzung und Umsetzung der Wohnungsbau- und Siedlungsbaupolitik der Weimarer Republik vor. Anhand mehrerer Beispielsiedlungen (an hervorgehobener Stelle die Karlsruher Dammerstocksiedlung) und einer Vielzahl zeitgeschichtlicher Dokumente werden städtebauliche Konzepte der 1920er-Jahre erklärt und die zu Grunde liegenden gesellschaftlichen Bedürfnisse erläutert.

<p>Katharina Bosch, Andrea Gleiniger, Susanne Schumacher (Hrsg.) 1999: weiße vernunft – siedlungsbau der 20er jahre (CD-ROM). München: Prestel, 1999</p>
--

„weiße vernunft“ besticht vor allem durch die gelungene grafische Gestaltung, die übersichtliche Navigation und den überlegten Einsatz verschiedener aufeinander abgestimmter Medien. Das beherrschende Konzept der didaktischen und medialen Gestaltung ist das entdeckende Lernen. Erst nach Berühren verschieden kodierter Bildschirmbereiche,

Bildflächen oder Icons werden Navigationsmöglichkeiten eröffnet und Inhalte dargestellt (Abbildung 6.11). Nur durch Auswahl bestimmter Schaltflächen können die Lernenden intermediale Verknüpfungen aktivieren, die z.B. Texte mit Bildern illustrieren oder Grafiken durch gesprochene Texte erläutern.

Die Inhalte in „weiße vernunft“ werden in Form geschriebener und gesprochener Texte, mit Grafiken, Bildern, Animationen sowie Geräuschen und (Geräusch-)Musik präsentiert. Glossar und

Literaturverzeichnis verknüpfen und vertiefen die Inhalte. Die mediale Gestaltung ist klar und übersichtlich, die Darstellungen in verschiedenen Medien ergänzen sich passend.

Die Fülle der Inhalte und die vielfältigen Möglichkeiten zum Erforschen motivieren zur lang andauernden Beschäftigung mit dem Lernsystem. „weiße vernunft“ schafft es, durch vielseitige und authentische Darstellungen die Lernenden in die Welt der 1920-Jahre zu versetzen und ihnen einen Eindruck von den Zusammenhängen zwischen individuellen Menschen, gesellschaftlichen Entwicklungen und architektonischen Konzepten zu vermitteln.

De Agostini 2000: Pompei

Die CD-ROM „Pompei“ beschreibt Architektur des ersten Jahrhunderts, nämlich den Zustand Pompejis kurz vor dessen Zerstörung durch Erdbeben und Vulkanausbruch. Neben der antiken Stadt und den heute verbliebenen Ruinen wird die Lebensweise verschiedener gesellschaftlicher Gruppen vorgestellt.

Besonders beeindruckend ist die umfangreiche Integration dreidimensionaler Präsentationen in „Pompei“. Eine Mediathek enthält Panoramafotos des heutigen Pompeji, die per Maus gedreht und gezoomt werden können. Dreidimensionale Rekonstruktionen des antiken Pompeji sind sowohl als Standbilder aus unterschiedlichen Blickwinkeln als auch als drehbare virtuelle Modelle in „Pompei“ enthalten. Leider sind die Bewegungsmöglichkeiten ein-

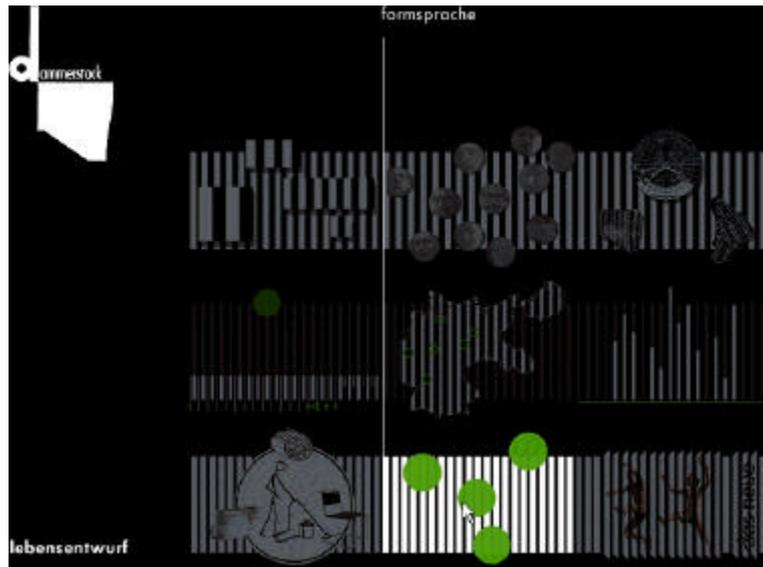


Abbildung 6.11: „weiße vernunft – siedlungsbau der 20er jahre“.

Istituto Geografico De Agostini
S.p.A. (ed.) 2000:
Pompei (CD-ROM). Novara: De
Agostini, 2000



Abbildung 6.12: „Pompei“.

geschränkt, so dass die Modelle nur entweder von außen oder von innen angesehen werden können – anders als z.B. bei VRML-Darstellungen, die üblicherweise die freie Wahl des Betrachtungsstandpunkts erlauben. Schließlich zeigen dreidimensionale Animationen (Abbildung 6.12) Szenen aus dem Leben Pompejis, z.B. das Backen von Brot, das Wäschewaschen, die Abwicklung von Handel, Redner auf dem Forum, Gladiatorenspiele und auch den alles Leben vernichtenden Ausbruch des Vesuv im Jahr 79 n. Chr.

Weitere in "Pompeji" verwendete Medien sind geschriebene und gesprochene Texte, zweidimensionale Grafiken, Fotos und Musik. Ein Plan des antiken Pompeji unterstützt die Navigation zu Orten und Monumenten. Ein Rundgang ermöglicht an einer Reihe von Orten mittels dreidimensionaler Rekonstruktionen und Panorama-Fotos den Vergleich zwischen antikem und heutigem Pompeji. In einer virtuellen Stadtführung sind zu ausgewählten Monumenten animierte Panorama-Fotos mit gesprochenen Erklärungen verknüpft.

Die „virtuelle archäologische Reise“ durch Pompeji gibt einen nachvollziehbaren Einblick in die Architektur und das gesellschaftliche Leben der Antike. Durch die vielfältige Nutzung dreidimensionaler medialer Elemente in direkter Gegenüberstellung virtueller Modelle zu Abbildern der heutigen Ruinen ist "Pompeji" äußerst anschaulich und anregend.

ETH Zürich: Architecture & CAAD

ETH Zürich:
Architecture & CAAD (Website).
<http://caad.arch.ethz.ch/>

Die Website "Architecture & CAAD" bildet einen umfassenden Lernraum für Studierende der Architektur an der ETH Zürich. Neben allgemeinen Informationen zum Studium des Computer Aided Architectural Design (CAAD) werden hier Forschungsprojekte vorgestellt, Veröffentlichungen präsentiert und zugänglich gemacht und Veranstaltungen angekündigt. Besonders interessant ist, wie "Architecture & CAAD" kooperatives Lernen unterstützt. In einem eigenen Bereich „caad:arch:ethz“ mit der URL <http://www.caad.arch.ethz.ch/> können die Studierenden des Fachgebiets sich vorstellen und Gruppen für gemeinsame Projekte bilden. Hier werden auch Projektergebnisse erarbeitet, vorgestellt und bewertet (Abbildung 6.13 zum Thema „Zoom“).

Das Projekt "fake.space" stellt einen umfassenden Lehr-, Lern-, Kommunikations- und Arbeitsraum für das Grundstudium des CAAD bereit. Als Hypermedia-System umfasst "fake.space" umfangreich vernetzte individuelle Beiträge unterschiedlicher Art zum Thema „Raum“ von Lehrenden und Lernenden. Im Projekt "Phase(x)" werden die Grundlagen des Entwerfens mit dem Computer vermittelt, indem die Studierenden in acht Phasen sukzessive Themenmodelle bearbeiten, die in vorausgegangenen Phasen von anderen Studierenden erstellt und bearbeitet wurden, und in nachfolgenden Phasen wiederum von anderen Studierenden bearbeitet und abgeschlossen werden. In ausgiebiger Weise werden bei beiden Projekten dreidimensionale Darstellungen (z.B. in VRML oder als Animationen) verwendet, um Lerninhalte und Arbeitsergebnisse zu illustrieren oder um Arbeitsumgebungen zu gestalten (zu "fake.space" und "Phase(x)" siehe Engeli 2001; Abbildung 6.14).

Das Lernsystem "Architecture & CAAD" richtet sich vor allem an Studierende im Grundstudium der Architektur an der ETH Zürich. Durch die gezielte Förderung kooperativen und kollaborativen Lernens werden vor allem die Lernprinzipien „Lernen anhand von (multiplen) Beispielen“ und „Lernen im sozialen Kontext“ unterstützt. Der Umfang des Lernsystems und die hervorragende Gestaltung der Inhalte (samt interaktiver Elemente z.B. zur Navigation) mit Hilfe zahlreicher dreidimensionaler Präsentationen macht "Architecture & CAAD" für alle interessant, die sich mit Architektur und neuen Medien beschäftigen.

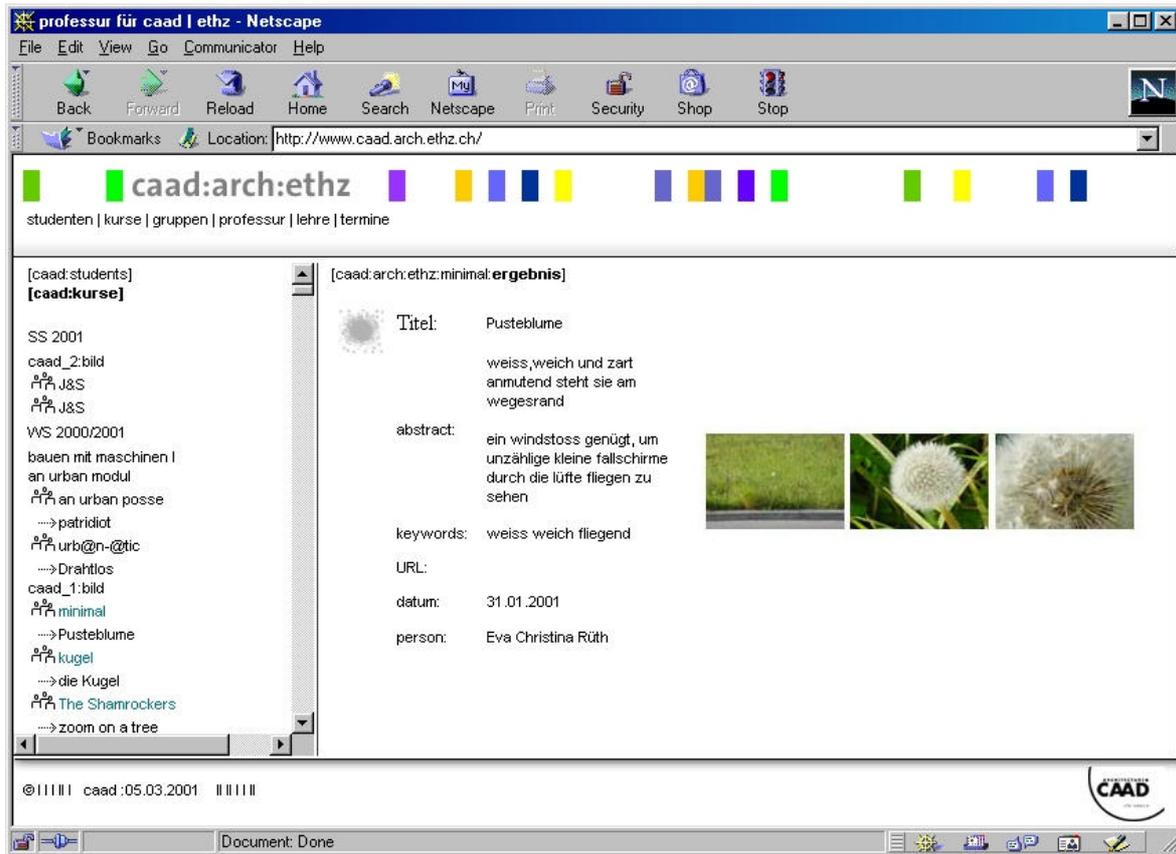


Abbildung 6.13: "Architecture & CAAD: caad:arch:ethz".

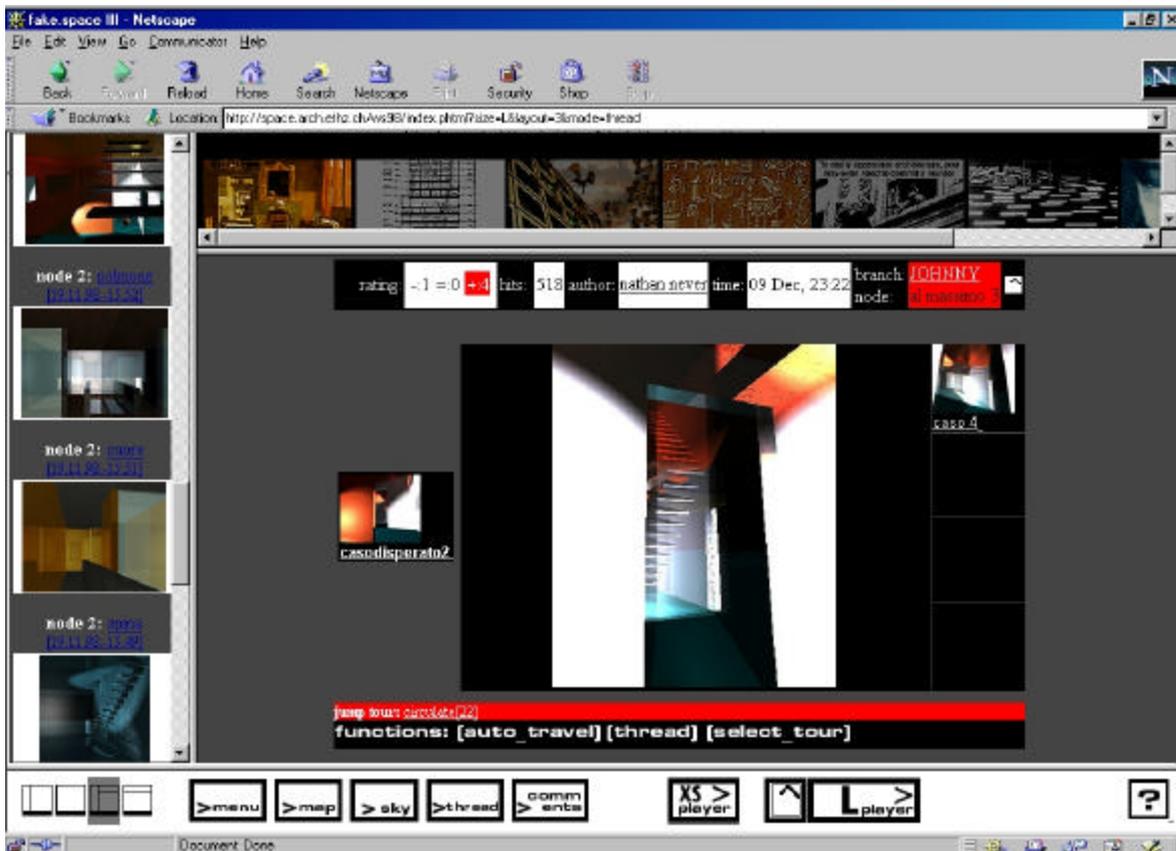


Abbildung 6.14: "Architecture & CAAD: fake.space".

7 Evaluation ausgesuchter Beispiele

Nichts ist so gut, dass es nicht noch verbessert werden könnte.

Wie in „5.1 Ist Lernen mit Neuen Medien evaluierbar?“ dargestellt, ist die Bewertung multimedialer Lernsysteme oft schwierig, und eine vergleichende Bewertung nur bei Berücksichtigung bestimmter Randbedingungen sinnvoll. Dementsprechend wird hier mit Hilfe der Erweiterten Prüfliste für Lernsysteme (EPL; siehe „5.3.5 Erweiterte Prüfliste für Lernsysteme“) versucht, die Tauglichkeit der Lernsysteme für den praktischen Einsatz im Hinblick auf eine bestimmte, geeignete Lernsituation mit bestimmter Zielgruppe und bestimmter Lernumgebung zu bewerten. Wenn ein Lernsystem für eine bestimmte Lernsituation entwickelt wurde, werden diese Randbedingungen für die Evaluation berücksichtigt. Wenn ein Lernsystem nicht speziell für eine bestimmte Lernsituation entwickelt wurde oder hierzu keine Angaben vorliegen, bezieht sich die Evaluation auf eine mögliche, passende Zielgruppe und eine geeignete Lernumgebung anhand der Inhalte und der Verbreitungsform des Lernsystems.

Bei einer Reihe von Kriterien spielen subjektive Einflüsse eine Rolle: Nur eine sowohl mit dem Lernsystem als auch mit der Gestaltung von Lernsystemen und dem Fachgebiet des Lernsystems vertraute Person kann z.B. beurteilen, ob „der Lerninhalt fachdidaktisch angemessen vermittelt wird“ (ein Kriterium der EPL im Abschnitt „17. Gestaltung des Lerninhalts“; siehe Anhang „B Erweiterte Prüfliste für Lernsysteme (EPL)“). Hier entscheiden Erfahrungen und Einstellungen der beurteilenden Person über Erfüllung oder Nicht-Erfüllung. Weitere Gesichtspunkte zur Evaluation von Lernsystemen mit Kriterienlisten sind in „5.2.6 Beurteilen nach Kriterienlisten“ genannt.

Gemäß der Struktur der EPL wird im Folgenden zunächst eine Kennzeichnung der ausgewählten Beispiele vorgenommen („7.1 Kennzeichnung der Lernsysteme“). Dann werden die Beispiele anhand der 23 Bewertungsabschnitte der EPL verglichen, wobei in diesem Kapitel nur besonders auffällige oder charakteristische Merkmale und Bewertungsergebnisse vorgestellt werden – die vollständigen Prüflisten sind in Anhang „C Ergebnisse der Evaluation“ wiedergegeben. Die Bewertungsabschnitte gliedern sich in die Bereiche „Beurteilung des Lieferumfangs“, „Beurteilung der Systembeschreibung“, „Beurteilung der Bedienung“, „Beurteilung der medialen Gestaltung“ und „Beurteilung des Lerninhalts“ („7.2 Beurteilung des Lieferumfangs“ bis „7.6 Beurteilung des Lerninhalts“). Die 23 Bewertungsabschnitte sind bereichsübergreifend nummeriert von „7.2.1 1. Leistungen des Verlags“ bis „7.6.7 23. Allgemeine Qualitätsmerkmale“. Die Gesamtbewertung der Beispiele anhand der EPL ist in „7.7 Gesamtbewertung“ dargestellt. Abschließend fasst „7.8 Fazit der Evaluation“ die Evaluationsergebnisse zusammen.

7.1 Kennzeichnung der Lernsysteme

Aus den in „6.4 Multimediale Lernsysteme“ vorgestellten Beispielen wurden fünf Lernsysteme für die Evaluation ausgewählt. Dabei wurde darauf geachtet, ein breites Spektrum verschiedener Möglichkeiten zur Gestaltung von Lernsystemen in die Evaluation einzubeziehen. „ISIS Architektur“ und »Architecture et développement durable« sind Einzelplatzsysteme, das „Building Energy Efficiency Research – Web-based Learning Environment“ ist ein unidirektionales vernetztes System, und „The Vital Signs Project“ sowie das „Master of Building Science Program“ vereinen Elemente unidirektionaler wie kooperativer

vernetzter Systeme. Die Systeme unterscheiden sich hinsichtlich des vorherrschenden Lernparadigmas und des Interaktionspotenzials. In doppelter Weise außer der Reihe beginnt die Evaluation mit einem traditionellen Medium, das sich nicht vorrangig mit Niedrigenergie- und Solararchitektur beschäftigt. Doch erscheint interessant, wie „Das Architektur-Paket“ (siehe „6.3.1 Bücher“) als interaktives Buch bei einer Bewertung nach Kriterien für multimediale Lernsysteme abschneidet.

Die „Erweiterte Prüfliste für Lernsysteme (EPL)“ beinhaltet eine Kennzeichnung der Systeme mit Name und Version, Angaben zu Entwicklung und Vertrieb sowie Systemvoraussetzungen für den Einsatz. Weitere Angaben sind zu Zielgruppe, Lerninhalt, typischer Lehr-/Lernumgebung, Lernparadigma und Interaktionspotenzial des Lernsystems vorgesehen. Diese didaktisch interessanteren Merkmale werden im Folgenden für die untersuchten Beispiele beschrieben. Die ausführlichen Angaben finden sich in Anhang „C Ergebnisse der Evaluation“.

Meer/Sudjic: Das Architektur-Paket

„Das Architektur-Paket“ richtet sich vorrangig an Laien, die sich für Architektur interessieren. Ihnen wird eine Einführung in Architekturhistorie, Baustile, Konstruktionsprinzipien und Funktionen von Architektur vermittelt. Als Buch wird „Das Architektur-Paket“ typischerweise individuell – in Form eines Einzelplatzsystems – bearbeitet. „Das Architektur-Paket“ versucht, durch seine Gestaltung Lerninhalte den Lernenden möglichst anschaulich und auf verschiedenen Wegen (Text, Bild, Ton auf Begleit-Kassette) zu vermitteln, kann also als kognitivistisches Lernsystem eingestuft werden. Zahlreiche interaktive Elemente (z.B. Falt-Modelle etc.) ermöglichen eigenes, konstruktives Handeln der Lernenden. Das Interaktionspotenzial ist für ein Buch sehr hoch, im Vergleich zu Möglichkeiten multimedialer Lernsysteme jedoch nur mittel.

Heidt et al.: ISIS Architektur

Das Lernsystem „Interaktives Studium & Seminar Innovativer Solarer Architektur – ISIS Architektur“ für den Einsatz als Einzelplatzsystem richtet sich an Studierende der Architektur sowie an praktizierende Architektinnen und Architekten. „ISIS Architektur“ will Konzepte niedrigerenergetischer und solarer Architektur und deren Umsetzung im Planungsprozess für Gebäude vermitteln. Bei der Präsentation der Lerninhalte wird in kognitivistischem Sinne versucht, immer mehrere Darstellungsmöglichkeiten zu nutzen, z.B. über Text und Grafiken. Interaktive Elemente in „ISIS Architektur“ wie Animationen und Berechnungswerkzeuge unterstützen handlungsorientiertes konstruktivistisches Lernen. Das Interaktionspotenzial von „ISIS Architektur“ ist groß.

Scartezzini et al.: Architecture et développement durable

»Architecture et développement durable« richtet sich wie „ISIS Architektur“ als Einzelplatzsystem an Studierende der Architektur und praktizierende Architektinnen und Architekten. Lerninhalte sind nachhaltige Entwicklung und dementsprechende Gestaltung von Architektur. »Architecture et développement durable« gibt in vielfältiger Weise Anregungen zum Lernen, ist also ein kognitivistisches Lernsystem. Im Gegensatz zu „ISIS Architektur“ enthält »Architecture et développement durable« keine Berechnungswerkzeuge. Sein Interaktionspotenzial ist mittel.

University of Hong Kong: BEER – Web-based Learning Environment

Die Website “Building Energy Efficiency Research – Web-based Learning Environment” der University of Hong Kong begleitet das Grundstudium Architektur an der University of Hong Kong, wird aber auch zum Selbstlernen angeboten. Zielgruppen sind also Studierende sowie interessierte Fachleute im Bereich Architektur. Das Web-based Learning Environment enthält Lernmaterial zur energie-effizienten und umweltfreundlichen Planung von Architektur. Als unidirektionales vernetztes System präsentiert “BEER” Lerninhalte als Abfolge von Folien zusammen mit weiteren Lern- und Arbeitsmaterialien in kognitivistischem Sinn. Das Interaktionspotenzial des Lernsystems ist gering.

University of California (Berkeley): The Vital Signs Project

Beim “Vital Signs Project” der University of California in Berkeley sind zwei Bereiche zu unterscheiden: In Form eines *unidirektionalen* vernetzten Systems werden Ergebnisse von Untersuchungen an Fallbeispielen als Information zu umweltfreundlicher und energie-effizienter Gestaltung von Architektur für alle Interessierten zugänglich gemacht. Als *kooperatives* vernetztes System bietet die Website Teilnehmenden am Ausbildungsprogramm “The Vital Signs Project” (Studierenden der Architektur) nach Abschluss ihrer Studien die Möglichkeit, eigene Ergebnisse zu veröffentlichen und damit zum weiteren Ausbau der Website beizutragen. Somit vereint “The Vital Signs Project” kognitivistische Elemente der Darstellung der Lerninhalte mit konstruktivistischen Lernprinzipien aus eigener Tätigkeit bei der Darstellung von Untersuchungsergebnissen. Das Interaktionspotenzial der Website ist mittel bis groß.

University of Southern California: Master of Building Science Program

Die Website des “Master of Building Science Program” der University of Southern California stellt Studierenden der Architektur eine Veröffentlichungsplattform für selbstständig entwickelte Berechnungswerkzeuge zur Verfügung. Ebenso wie das “Vital Signs Project” bietet das “Master of Building Science Program” also sowohl ein unidirektionales vernetztes System zum Vermitteln von Lernwerkzeugen an interessierte Dritte als auch ein kooperatives vernetztes System für die Lerntätigkeit der Studierenden selbst. Das Verwenden von Berechnungswerkzeugen zum Lernen unterstützt handlungsorientierte und konstruktivistische Lernprinzipien. Das Interaktionspotenzial der Website ist groß.

7.2 Beurteilung des Lieferumfangs

Der Bereich „Beurteilung des Lieferumfangs“ der EPL enthält nur einen Abschnitt zur Bewertung der Leistungen des Verlags im Umfeld des Lernsystems, also z.B. die Gestaltung von Begleitmaterial, die Verfügbarkeit von Demonstrationsexemplaren und die Verpackung des Lernsystems bei Lieferung. Wie in „4.6 Anforderungen an die ‚Packungsbeilage‘“ dargestellt wurde, sind hier bestimmte Anforderungen zu erfüllen, um die informierte Auswahl eines multimedialen Lernsystems für eine Lehr-/Lernsituation zu ermöglichen und anschließend die Installation und Bedienung des Lernsystems zu erleichtern.

7.2.1 1. Leistungen des Verlags

Soweit die Kriterien für die Beurteilung der Lernsysteme relevant sind („Das Architektur-Paket“ als traditionelles Buch benötigt z.B. keine Sicherheitskopie, netzbasierte Systeme

benötigen keine stabile Verpackung), erfüllen mit einer Ausnahme¹ alle Lernsysteme die Ansprüche und Anforderungen an zu erbringende Leistungen des Verlags².

Begleitmaterial zu den Lernsystemen ist bei Systemen auf CD-ROM z.B. als Inlay in die Hülle vorhanden, die vernetzten Lernsysteme bieten eine Erläuterung zum Benutzen des Lernsystems oder – wie z.B. beim “BEER – Web-based Learning Environment” – zusätzliches Arbeitsmaterial durch detaillierte Beschreibungen gebauter Gebäudebeispiele.

Die Preisspanne der Lernsysteme reicht von kostenlos (frei zugängliche Websites) bis € 220,- („ISIS Architektur“), wobei der Preis von „ISIS Architektur“ für Studierende auf € 75,- reduziert ist. Angesichts der Möglichkeiten der Lernsysteme sind die Preise für Studierende in jedem Fall angemessen. „ISIS Architektur“ bietet zudem die Möglichkeit des kostenlosen Tests vor dem Kauf mit Hilfe einer auf zehn Tage Laufzeit beschränkten Demoversion.

Soweit die Lernsysteme als Buch oder CD-ROM vertrieben werden, ist die Verpackung stabil und gewährleistet eine sichere Aufbewahrung und einfache Handhabung ohne Beschädigungsgefahr.

7.3 Beurteilung der Systembeschreibung

Im Bereich „Beurteilung der Systembeschreibung“ enthält die EPL Kriterien zur Bewertung von Angaben zur benötigten Hard- und Software („Systemvoraussetzungen“), Angaben zur Benutzung des Lernsystems sowie Angaben zu Zielgruppen, Lernzielen, Einsatzbereichen und Inhalten des Lernsystems. Wichtig ist vor allem, dass die Angaben ausführlich und korrekt sind, so dass das Lernsystem in seinen Inhalten und Funktionen den Erwartungen der Lernenden entspricht (siehe „4.5.8 Allgemeine Anforderungen an Software“ und „4.6 Anforderungen an die ‚Packungsbeilage‘“).

7.3.1 2. Angaben über die Hard- und Software

Bei allen untersuchten Beispielen sind die Angaben zur benötigten Hard- und Software für den Einsatz des Lernsystems – soweit sie relevant sind³ – vollständig, genau und verständlich. Die Systemvoraussetzungen reichen vom Vorhandensein eines Browsers zur HTML-Darstellung (“BEER” und “The Vital Signs Project”) über spezielle Betriebssysteme („ISIS Architektur“ und einzelne Bereiche des “Master of Building Science Program”) bis zu benötigter Hardware-Ausstattung mit Soundkarte und speziellen Präsentationsprogrammen wie VRML-Playern und Quicktime⁴ (»Architecture et développement durable« und einzelne Bereiche des “Master of Building Science Program”).

¹ Die für die Beurteilung zur Verfügung stehende Version 0.5 des Programms „ISIS Architektur – Interaktives Studium & Seminar Innovativer Solarer Architektur“ wies als Prototyp noch kein Begleitmaterial auf.

² Die Funktionen eines Verlags übernimmt bei vernetzten Systemen die netzbetreuende Organisation, indem sie das Lernsystem präsentiert und zugänglich macht.

³ „Das Architektur-Paket“ als traditionelles Buch benötigt keinerlei Hard- und Software.

⁴ QuicktimeTM ist ein urheberrechtlich geschütztes Produkt der Firma Apple Computer[®] Inc.

7.3.2 3. Angaben über die Systembenutzung

Bei allen Lernsystemen werden die Bedienung und die Benutzung vollständig, richtig und verständlich erklärt. Die Erläuterungen umfassen – falls notwendig – Angaben zum Laden, Bearbeiten und Beenden der Lernsysteme, unter anderem zur Navigation im Lernsystem, zu interaktiven Elementen und zu Adaptionmöglichkeiten des Systems. Bei umfangreichen Paketen wird die Reihenfolge und die Benutzung einzelner Komponenten erklärt, z.B. in Form von Lehrplänen („BEER“ und „Master of Building Science Program“). Die Angaben zur Systembenutzung erfolgen zum Teil im Begleitmaterial und zum Teil im Lernsystem. Bei den vernetzten Systemen wird die Systembenutzung weitgehend durch die Hilfefunktion des Browsers erläutert.

7.3.3 4. Angaben über Zielgruppe und Lernziele

„Das Architektur-Paket“ ist nicht vorrangig als Lernsystem konzipiert und enthält keine Angaben zu Zielgruppen und Lernzielen. »Architecture et développement durable« ist in seiner Anlage ein Informations- und Lernsystem zu nachhaltiger Entwicklung und Architektur und richtet sich als solches an Studierende der Architektur und praktizierende Architektinnen und Architekten (Merz et al. 1999). Während die Lernziele sowohl im Begleitmaterial als auch im Lernsystem genannt sind, fehlen Angaben zur Zielgruppe. Bei allen anderen untersuchten Beispielen werden Zielgruppen und Lernziele aufgeführt. Die Zusammenhänge zwischen Lernzielen, Lerninhalten und Methoden der Vermittlung werden erläutert.

7.3.4 5. Angaben über den Einsatzbereich

Mit Ausnahme des nicht speziell zum Lernen entwickelten „Architektur-Pakets“ enthalten alle Beispiele Angaben zum potenziellen Einsatzbereich des Lernsystems (z.B. als Selbstlernprogramm oder lehrbegleitend, alleine oder in der Gruppe; siehe z.B. „3.2.3 Multimediale Lehr-/Lernumgebungen“). Zum Teil werden die Lernenden zu über das Lernsystem hinausgehenden Lernaktivitäten motiviert („Das Architektur-Paket“, „BEER“, „The Vital Signs Project“ und „Master of Building Science Program“). Bei speziell zur Begleitung der Lehre empfohlenen Systemen fordert die EPL, dass die Integration des Lernsystems in die Lehre sowie die durchschnittlich notwendige Zeit für die Bearbeitung des Systems oder einzelner Teile angegeben werden. Dieses letzte Kriterium wird vom „Vital Signs Project“ im Gegensatz zu den anderen speziell lehrbegleitenden Systemen „BEER“ und „Master of Building Science Program“ nicht erfüllt.

7.3.5 6. Angaben über den Inhalt

Um Lernsysteme motivierend und verständlich zu gestalten, soll der Lerninhalt mit Angaben zu seiner Wichtigkeit, den enthaltenen Themen und den Methoden seiner Vermittlung für die Lernenden offengelegt werden (siehe „4.2.2 Möglichkeiten der Motivation“ und „4.3.5 Verständlichkeit der Lerninhalte“). Gemäß EPL sollen zudem Inhalts- und Förderungsschwerpunkte des Lernsystems zusammen mit Aufgabenstellungen und Lernaktivitäten angegeben werden. Nur die speziell lehrbegleitenden Lernsysteme „BEER“, „The Vital Signs Project“ und „Master of Building Science Program“ erfüllen diese Kriterien. Beim „Vital Signs Project“ fehlen jedoch Angaben, wie der Inhalt des Lernsystems mit Lehrplänen oder anderen Lernmaterialien übereinstimmt oder vereinbar ist.

7.4 Beurteilung der Bedienung

Der Bereich „Beurteilung der Bedienung“ der EPL bewertet die Bedienbarkeit des Lernsystems sowie die Adaptierbarkeit der Bedienung an Ansprüche der Lernenden, die Möglichkeiten des Datenaustauschs mit anderen Anwendungen und die Gestaltung der Eingabe. Dies betrifft unter anderem Ansprüche und Anforderungen an interaktive Elemente in den Bereichen Reaktion, Navigation und Adaption (siehe „4.4 Auswahl und Aufbereitung interaktiver Elemente“).

7.4.1 7. Bedienbarkeit

Für das direkt handhabbare Buch „Das Architektur-Paket“ treffen viele Anforderungen der EPL an die Bedienbarkeit von Lernsystemen nicht zu. Bei den multimedialen Lernsystemen werden nur die Systeme selbst bewertet, nicht die Bedienbarkeit und Zuverlässigkeit der Betriebssysteme. Dies bedeutet bei den vernetzten Systemen, deren Bedienung wesentlich vom verwendeten Browser abhängt, dass zahlreiche Kriterien nicht relevant sind. Bei den kooperativen vernetzten Systemen „The Vital Signs Project“ und „Master of Building Science Program“ werden die Bedienbarkeit der Plattform sowie die durchschnittliche Qualität der von den Lernenden eingereichten Beiträge bewertet – einzelne Beiträge können von dieser Bewertung abweichen.

Die Anforderungen an die Bedienbarkeit der Lernsysteme sind bei allen untersuchten Beispielen weitgehend erfüllt. Alle Systeme arbeiten fehlerfrei, zuverlässig und kontrollierbar. Sämtliche Funktionen, die in den Beschreibungen angegeben sind, sind auch vorhanden und werden fehlerfrei, erwartungskonform und ausreichend schnell durchgeführt. Die Systeme lassen sich von den Lernenden selbstständig mit einfachen Befehlen bedienen. Die Befehle werden – falls nötig – erläutert. Alle Lernsysteme sind durch ein Inhaltsmenü klar und logisch strukturiert, bei einigen Systemen werden darin die bereits bearbeiteten Teile oder Übungen markiert („ISIS Architektur“ und die netzbasierten Systeme „BEER“, „The Vital Signs Project“ und „Master of Building Science Program“). In „ISIS Architektur“ können zudem Lerninhalte für die spätere Bearbeitung markiert werden, beim Verlassen des Systems wird der momentane Arbeitsstand zwischengespeichert.

Bei „ISIS Architektur“ wird als Mangel bewertet, dass kein Hilfesystem verfügbar ist, das die Lernenden bei Bedienungsproblemen unterstützt. Beim „BEER – Web-based Learning Environment“ gilt als Mangel, dass die Lernenden in den einzelnen Lektionen nicht überblicken können, wie umfangreich eine Einheit ist und wie die Einheit im Zusammenhang zu anderen Teilen des Lernsystems steht.

7.4.2 8. Adaptierbarkeit der Bedienung

Sämtliche Lernsysteme bieten Auswahlmöglichkeiten, um die Lerninhalte nach eigenen Wünschen und Interessen zu bearbeiten. Im Sinne einer Selbststeuerung des Lernens können die Lernenden die Reihenfolge und Geschwindigkeit der Bearbeitung von Kapiteln selbst bestimmen. Sie können wählen zwischen Lesen von Text und Auswerten von Grafiken, in einigen Lernsystemen ist auch das aktive Bearbeiten von Lernmaterialien möglich („Das Architektur-Paket“, „ISIS Architektur“, „Master of Building Science Program“). Die Auswahlmöglichkeiten sind ausreichend und sinnvoll – die Lernenden haben weitgehenden Einfluss auf die Bedienung der Lernsysteme, ohne durch zusätzliche Aufgaben („Cognitive Overhead“) beim Lernen beeinträchtigt zu werden.

7.4.3 9. Datenspeicherung

Nur zwei Lernsysteme erlauben ausgeprägte Datenspeicherung, entweder zum Datenaustausch mit anderen Anwendungen oder zum Speichern von Arbeitsergebnissen für die spätere Weiterbearbeitung: „ISIS Architektur“ und „Master of Building Science Program“. Hier sind alle im Lernsystem angegebenen Speicherungs- und Lademöglichkeiten auch tatsächlich vorhanden und arbeiten zuverlässig und schnell. Zwei weitere Systeme („BEER“ und „The Vital Signs Project“) enthalten Möglichkeiten zum Ausdrucken von Inhalten, bzw. zum Kopieren von Inhalten in die Zwischenablage zur weiteren Bearbeitung in anderen Anwendungen. Lediglich »Architecture et développement durable« sieht keine Druck- oder Kopiermöglichkeit – und somit keinen Weg zur Datenspeicherung – vor und wird deshalb in diesem Abschnitt als mangelhaft bewertet. „Das Architektur-Paket“ benötigt keine Druckmöglichkeit, da es bereits auf Papier vorliegt.

7.4.4 10. Eingabegestaltung

Die multimedialen Lernsysteme werden im Wesentlichen per Maus bedient. Bei den Berechnungswerkzeugen in „ISIS Architektur“ und im „Master of Building Science Program“ werden Eingaben per Tastatur erwartet, vor allem Zahlenwerte zur Steuerung der Berechnungen. Bei einigen Aufgaben in „ISIS Architektur“ sind freie Eingaben zur Beantwortung von Fragen nötig. Insgesamt sind die Eingabemöglichkeiten sinnvoll verwendet und komfortabel gestaltet.

Beim „Architektur-Paket“ besteht die Eingabe in der direkten Handhabung interaktiver Elemente, z.B. im Verschieben von Buchteilen oder im Aufbauen dreidimensionaler Falt-Modelle. Auch hier sind die Eingabemöglichkeiten übersichtlich, einfach durchführbar und durchweg sinnvoll gestaltet.

7.5 Beurteilung der medialen Gestaltung

Die Beurteilung der medialen Gestaltung laut EPL gliedert sich in die Abschnitte „Bildschirmaufbau“, „Textgestaltung“, „Grafikgestaltung“, „Farbgestaltung“, „Animationen“ und „Akustische Gestaltung“. Bewertet wird, ob die Präsentation der Lerninhalte im Lernsystem geeignet ist, von den Lernenden verstanden zu werden, zum Lernen zu motivieren und die Bedienung des Lernsystems zu erleichtern. Wie in „4.5 Mediale Gestaltung“ ausgeführt wird, sollen Lernumgebungen gestaltet sein „so that learning may proceed with minimum stress and maximum effectiveness“ (McVey 1989, p. 124).

7.5.1 11. Bildschirmaufbau

Bei allen sechs untersuchten Beispielen ist der Bildschirmaufbau (bzw. der Seitenaufbau beim „Architektur-Paket“) übersichtlich und verständlich. Unter anderem sind Informationen ausgewogen über die Bildschirmseite verteilt, eine Überfrachtung wird vermieden. Die Reihenfolge von Informationen folgt dem Lese- und Handlungsablauf. Zusammengehörige Informationen stehen beieinander.

7.5.2 12. Textgestaltung

Auch bei der Textgestaltung werden alle Kriterien der EPL von allen untersuchten Beispielen erfüllt. Zum Beispiel werden lange Texte mit engem Zeilenabstand vermieden. Die Texte sind durch Hervorhebungen gegliedert. Der bei den multimedialen Lernsystemen verwendete Zeichensatz ist für die Darstellung am Bildschirm geeignet.

7.5.3 13. Grafikgestaltung

Alle untersuchten Lernsysteme verwenden Grafiken, z.B. Fotos, Bilder oder Diagramme. Grafiken werden eingesetzt, um Lerninhalte zu verdeutlichen und deren Verstehen zu erleichtern. Bei allen multimedialen Lernsystemen werden die Grafiken auch zur Erklärung und Erleichterung der Bedienung eingesetzt, z.B. in Form von Piktogrammen und Icons. Die verwendeten Grafiken sind nach Form, Inhalt und Häufigkeit zur Erklärung und Erleichterung der Bedienung geeignet. Schließlich sind in allen Lernsystemen Grafiken zur Motivierung der Lernenden enthalten, indem sie z.B. unbekannte Lerninhalte im Erfahrungsbereich der Lernenden situieren oder zum Auflockern der Lernsysteme beitragen. Auch hier werden in allen untersuchten Beispielen für die Zielgruppe geeignete Grafiken zur Motivierung eingesetzt. Bei allen Lernsystemen ist die Qualität der Grafiken gut, z.B. durch klare Linien, Formen und Kontraste sowie durch verständliche Darstellungen.

7.5.4 14. Farbgestaltung

Die untersuchten Beispiele sind sämtlich in guter Qualität mehrfarbig gestaltet. Mehrfarbige Hinweise werden so verwendet, dass die Informationen z.B. für Farbblinde auch durch eine andere Form oder durch einen anderen Grauwert erkannt werden können. Durch die mehrfarbige Gestaltung sollen im Allgemeinen Lerninhalte verdeutlicht werden, indem z.B. besondere Zusammenhänge betont werden. Beim „Architektur-Paket“, bei „ISIS Architektur“ und bei »Architecture et développement durable« dient mehrfarbige Gestaltung auch der Erklärung und Erleichterung der Bedienung, z.B. durch Hinweise auf interaktive Elemente oder durch farbliche Kennzeichnung verschiedener Bereiche des Lernsystems. Insgesamt werden die Farben sowohl zur Verdeutlichung der Lerninhalte als auch zur Erleichterung der Bedienung sinnvoll und effektiv eingesetzt. Keines der Lernsysteme verwendet mehrfarbige Gestaltung zur Motivation der Lernenden. Denkbar wäre z.B. der stimulierende Einsatz von Farben bei Rückmeldungen zu Aufgaben.

7.5.5 15. Animationen

„Das Architektur-Paket“, „ISIS Architektur“ „BEER“ und das „Master of Building Science Program“ enthalten Animationen (bewegte Darstellungen) zum Verdeutlichen von Lerninhalten, zum Erleichtern der Bedienung sowie bei „BEER“ und beim „Master of Building Science Program“ auch zur Motivation der Lernenden. Als Animationen werden kurze Grafiksequenzen (z.B. Fortschrittsanzeigen bei Berechnungen), animierte Figuren (z.B. Karikaturen von Lehrpersonen) und detaillierte Simulationsdarstellungen zeitlicher Vorgänge (z.B. Schattenverläufe im Tages- und Jahresablauf) verwendet. Beim „Architektur-Paket“ müssen bzw. können die Animationen von Hand bedient werden. Bei den multimedialen Lernsystemen werden die Animationen per Maus und Tastatur gesteuert. Insgesamt ist die Qualität der Animationen gut, z.B. sind klare und gleichmäßige Bewegungsabläufe und verständliche Darstellungen vorhanden.

7.5.6 16. Akustische Gestaltung

Nur in „Das Architektur-Paket“ (als beiliegende Kassette) und in »Architecture et développement durable« sind Sprachausgaben als akustische Elemente integriert. Die gesprochenen Texte sollen Lerninhalte verdeutlichen. Die Möglichkeiten akustischer Ausgaben zum Unterstützen der Bedienung des Lernsystems oder zur Motivation der Lernenden werden nicht genutzt. Ebenso wenig werden Musik oder Geräusche in die Lernsysteme eingebunden. Die Qualität der akustischen Elemente ist gut, z.B. weisen die Sprachausgaben verständlichen und natürlichen Redefluss auf und sind in ihrer Geschwindigkeit, ihrem Rhythmus und ihrer

Intonation der Zielgruppe und den Lerninhalten angemessen. Die akustische Gestaltung von »Architecture et développement durable« wird dennoch als mangelhaft gewertet, da die Sprachausgaben nicht durch Bildschirminformationen ersetzt werden können, bzw. das Lernsystem ohne die Sprachausgaben nicht verständlich ist. Durch die Notwendigkeit akustischer Ausgabe wird die Möglichkeit des Einsatzes des Lernsystems in einem Raum mit mehreren Lernenden – z.B. im Rahmen einer Gruppenarbeit mit mehreren Gruppen – eingeschränkt.

7.6 Beurteilung des Lerninhalts

Die Bewertung des Lerninhalts multimedialer Lernsysteme gliedert sich in die Bereiche „Gestaltung des Lerninhalts“ (z.B. Auswahl, didaktische Vermittlung, Bezug zum Vorwissen der Lernenden und Verweise auf weiterführende Informationen), „Adaptierbarkeit des Lerninhalts“ und „Adaptivität des Lernsystems“ (Möglichkeiten der Anpassung an Bedürfnisse der Lernenden), „Kommunikation und Kooperation“ (Unterstützung kooperativen Lernens), „Aufgaben- und Antwortgestaltung“ und „Leistungsauswertung und Diagnose“ (Beurteilung des Lernfortschritts) sowie „Allgemeine Qualitätsmerkmale“ (z.B. Diskriminierungs- und Gewaltfreiheit, korrekte Rechtschreibung und Grammatik). Dieser Bereich der EPL spiegelt insbesondere jene Anforderungen wider, die in „4.3 Auswahl und Aufbereitung des Lerninhalts“ formuliert sind.

7.6.1 17. Gestaltung des Lerninhalts

Im Abschnitt „Gestaltung des Lerninhalts“ wird unter anderem bewertet, ob die Lerninhalte fachlich und pädagogisch richtig ausgewählt sind: Die Lerninhalte müssen z.B. für die Lernenden wichtig sein, die Darstellung sei motivierend und die didaktische Vermittlung für die Zielgruppe geeignet. Die Vermittlung schnell veraltenden oder isolierten Faktenwissens ist zu vermeiden. Um den Lernenden Möglichkeiten zu bieten, an bereits vorhandenes Wissen anzuknüpfen und die neuen Lerninhalte in multiple Kontexte einzubetten, soll in vielfältiger Weise der Bezug der Lerninhalte zu ähnlichen Lernbereichen und Aufgaben dargestellt werden. So sollen z.B. auch Verweise auf weiterführende Informationen außerhalb des Lernsystems vorhanden sein. Bei speziell zur Begleitung der Lehre entwickelten oder empfohlenen Lernsystemen müssen die Auswahl und die Vermittlung der Lerninhalte mit Lehrplänen, Richtlinien und in der Lehre verwendeten Materialien vereinbar sein.

Der Umfang und die Gliederung des Lernsystems sei der Zielgruppe angemessen. So soll der Schwierigkeitsgrad, bzw. sollen die Schwierigkeitsstufen des Lerninhalts dem Vorwissen und der Lernfähigkeit der Lernenden entsprechen. Die Struktur und Reihenfolge der Lerninhalte sei fachdidaktisch und lernpsychologisch sinnvoll, z.B. können die Lerninhalte in induktiver oder deduktiver didaktischer Reihung angeordnet sein. Dies schließt interne Verknüpfungen und Hypertext-/Hypermedia-Strukturen nicht aus. Wichtig ist, dass die Verständlichkeit der Lerninhalte gewährleistet ist (siehe „4.3.5 Verständlichkeit der Lerninhalte“). Das Lernsystem soll multimodal gestaltet sein (siehe Weidenmann 1997a); das Lernmaterial soll also verschiedene sensorische Wahrnehmungsmöglichkeiten unterstützen.

Alle untersuchten Lernsysteme mit Ausnahme von »Architecture et développement durable« erfüllen die Kriterien der EPL zur Gestaltung der Lerninhalte. »Architecture et développement durable« wird als mangelhaft bewertet, weil der Bezug der Lerninhalte zu ähnlichen Lernbereichen und Aufgaben (Transfer von Lerninhalten) nicht in ausreichendem Maße dargestellt wird.

7.6.2 18. Adaptierbarkeit des Lerninhalts

Das traditionelle Buch „Das Architektur-Paket“ bietet einfache Möglichkeiten der Adaptierbarkeit des Lerninhalts, indem z.B. Anmerkungen am Seitenrand notiert werden oder eigene Skizzen eingelegt werden. Von den untersuchten multimedialen Lernsystemen erlaubt nur „ISIS Architektur“ in gewissem Umfang, den Lerninhalt zu verändern. An einer „Pinnwand“ können eigene Notizen in Form von Text und Grafiken angeheftet werden. Die Inhalte der Pinnwand können mit bereits in „ISIS Architektur“ vorhandenen Inhalten verknüpft werden. Diese Ergänzung des Lernsystems ist einfach und ohne Programmierkenntnisse durchführbar. Die übrigen multimedialen Lernsysteme lassen sich in ihrem Lerninhalt nicht verändern.

7.6.3 19. Adaptivität des Lernsystems

Keines der ausgewählten Beispiele nutzt Möglichkeiten der adaptiven Gestaltung von Lernsystemen (siehe z.B. „4.4.3 Adaption“).

7.6.4 20. Kommunikation und Kooperation

„ISIS Architektur“, „BEER“, „The Vital Signs Project“ und das „Master of Building Science Program“ integrieren Kommunikationsangebote in das Lernsystem. „ISIS Architektur“ unterstützt eine Mailing-Liste, die von den Lernenden zur Diskussion von Themen und Aufgaben genutzt werden kann. Per E-Mail können die an der Entwicklung von „ISIS Architektur“ beteiligten Personen bei Fragen zum Lernsystem – z.B. bei Verständnis- oder Bedienungsproblemen – kontaktiert werden. Bei „BEER“ werden ebenfalls E-Mail-Adressen für die tutorielle Unterstützung angeboten. Beim „The Vital Signs Project“ und beim „Master of Building Science Program“ stellen die Websites zusätzlich Kontaktadressen und zum Teil kurze Portraits der Lernenden zusammen und schaffen so eine einfache Kommunikations-Plattform zum Informationsaustausch zwischen den Lernenden. Bei allen Lernsystemen sind die Informations- und Kommunikationsangebote aufeinander abgestimmt und ineinander integriert.

Leider werden auch bei den kooperativen vernetzten Systemen „The Vital Signs Project“ und „Master of Building Science Program“ weitergehende Möglichkeiten der Kommunikation und Kooperation nicht genutzt, wie z.B. die Unterstützung von Zusatzfunktionen (Datenaustausch, Präsentationserstellung, Diskussionsleitung) im Kommunikationsangebot, die Unterscheidung von Gruppenkommunikation und privater Kommunikation oder die Protokollierung der Kommunikation (nach informierter Einwilligung der Teilnehmenden) zur späteren Recherche. Keines der untersuchten Beispiele erlaubt kooperatives Arbeiten mit gemeinsamen Materialien in Form einer Groupware.

7.6.5 21. Aufgaben- und Antwortgestaltung

„ISIS Architektur“ und das „Master of Building Science Program“ enthalten Aufgaben, um den Lernfortschritt der Lernenden zu erfassen. „ISIS Architektur“ fordert die Lernenden in einem „Quiz“ auf, ihren Wissensstand zu überprüfen. Die Aufgaben sind auf Lernabschnitte bezogen, können aber zu beliebigen Zeitpunkten unabhängig vom Bearbeitungsstand aufgerufen werden. Die Aufgaben sind als Auswahlaufgaben (Ja/Nein, Multiple Choice), Zuordnungsaufgaben („Drag and Drop“) und Fragen nach Begriffen formuliert. Nachdem die Lernenden eine Antwort ausgewählt oder eingegeben haben, können sie die richtige Lösung zusammen mit Erläuterungen und Hinweisen zum weiteren Lernen einsehen. Beim „Master of Building Science Program“ werden zu einzelnen Kursen Hausaufgaben auf der Website veröffentlicht. Diese stehen allen Lernenden – also auch nicht am Kurs teilnehmenden – zur

Bearbeitung zur Verfügung. Die Lernenden haben keine direkte Möglichkeit, im Lernsystem die richtige Lösung zu erfahren und so ihre Antwort zu überprüfen. Zum Teil wird in den Fragen auf Lernmaterialien hingewiesen, die die richtige Lösung enthalten.

Bei beiden Lernsystemen sind die Aufgaben verständlich, eindeutig und klar gestellt, die Gestaltung ist abwechslungsreich und motivierend. Die Übungen sind den Lerninhalten angemessen und können von den Lernenden überschaut werden (z.B. in ihrem Schwierigkeitsgrad und der ungefähren Bearbeitungsdauer). Beim "Master of Building Science Program" wird in der EPL als mangelhaft bewertet, dass die Reihenfolge der Aufgaben fest ist und nicht z.B. zufällig Aufgaben aus einem „Aufgabenreservoir“ gestellt werden.

Die Antwortanalyse bei „ISIS Architektur“ entspricht größtenteils den Anforderungen der EPL, z.B. ist die Beurteilung der Richtigkeit korrekt, die Rückmeldungen sind abwechslungsreich, informativ und zum weiteren Lernen motivierend. Bemängelt wird, dass die Antworten der Lernenden nicht am Bildschirm stehen bleiben, wenn die Lösung erscheint. Dies nimmt den Lernenden die Möglichkeit der vergleichenden Korrektur.

7.6.6 22. Leistungsauswertung und Diagnose

Eine Leistungsauswertung und Diagnose im Sinne eines – evtl. benoteten – Tests ist in keinem der untersuchten Lernsysteme enthalten. Kriterien der EPL in diesem Abschnitt umfassen die Methodik der Leistungsauswertung (Wie werden Lernfortschritte festgestellt und beurteilt?), die Korrektheit der Ergebnisse sowie deren Darstellung (Ist die Darstellung des Leistungsstands oder des Lernverlaufs verständlich und ermutigend?).

7.6.7 23. Allgemeine Qualitätsmerkmale

Alle untersuchten Lernsysteme erfüllen allgemeine Qualitätsanforderungen der EPL, z.B. sind die Beispiele frei von engen geschlechtsspezifischen Rollenbildern und Vorurteilen gegenüber gesellschaftlichen Gruppen. Die – direkt oder indirekt – beinhalteten Normen und Werte sind akzeptabel, frei von Gewalt und starkem Konkurrenzdenken. Die sprachliche Gestaltung (Ausdruck, Rechtschreibung, Grammatik) ist der Zielgruppe angemessen, korrekt und motivierend.

7.7 Gesamtbewertung

7.7.1 Gesamtbewertungstabelle

Die folgende Gesamtbewertungstabelle (Tabelle 7.1) fasst zusammen, welche Abschnitte der EPL für die untersuchten Lernsysteme relevant sind, und welche der relevanten Abschnitte erfüllt bzw. als mangelhaft bewertet werden. Als Mangel gilt nicht, wenn ein Lernsystem gewisse Möglichkeiten neuer Medien nicht nutzt, z.B. keine akustischen Darstellungen enthält. Als mangelhaft wird aber bewertet, wenn Elemente verwendet werden, die in ihrer Gestaltung nicht den Ansprüchen und Anforderungen an multimediale Lernsysteme genügen, wenn z.B. akustische Darstellungen vom Lernen ablenken statt den Lernprozess zu unterstützen. So weisen in Tabelle 7.1 leere Felder (nicht relevante Abschnitte; siehe Legende) zwar auf potenzielle Verbesserungsmöglichkeiten für ein Lernsystem hin, sind aber weniger kritisch zu beurteilen als mit „n“ belegte Felder (relevante Abschnitte, deren notwendige Kriterien nicht erfüllt sind), die eine mangelhafte Erfüllung von Ansprüchen und Anforderungen anzeigen.

I. Kennzeichnung des Lernsystems Legende: nicht relevanter Abschnitt j relevanter Abschnitt, dessen notwendige Kriterien erfüllt sind n relevanter Abschnitt, dessen notwendige Kriterien nicht erfüllt sind (Mangel)	Das Architektur-Paket	ISIS Architektur	Architecture et développement durable	BEER – Web-based Learning Environment	The Vital Signs Project	Master of Building Science Program
14. Farbgestaltung Die Farben sind effektiv, sinnvoll und motivierend eingesetzt (j/n).	j	j	j	j	j	j
15. Animationen Die Animationen sind verständlich, sinnvoll und motivierend (j/n).	j	j		j		j
16. Akustische Gestaltung Die akustischen Elemente sind sinnvoll, verständlich und motivierend (j/n).	j		n			
VI. Beurteilung des Lerninhalts						
17. Gestaltung des Lerninhalts Der Lerninhalt ist sachlich richtig und methodisch-didaktisch sinnvoll ausgewählt und dargestellt (j/n).	j	j	n	j	j	j
18. Adaptierbarkeit des Lerninhalts Die Möglichkeiten, den Inhalt des Lernsystems zu verändern, sind ausreichend und komfortabel (j/n).	j	j				
19. Adaptivität des Lernsystems Das Lernsystem ist in sinnvoller Weise adaptiv gestaltet. Es reagiert flexibel und zielgruppengemäß auf unterschiedliche Lernfortschritte, Strategien und Fähigkeiten (j/n).						
20. Kommunikation und Kooperation Das Lernsystem unterstützt kommunikatives und kooperatives Lernen; entsprechende Elemente sind sinnvoll gestaltet und leicht bedienbar (j/n).		j		j	j	j
21. Aufgaben- und Antwortgestaltung Die Aufgabenstellungen, Antwortformen und Lernaktivitäten sind sinnvoll gestaltet (j/n).		n				n
22. Leistungsauswertung und Diagnose Die Leistungsauswertungen oder Diagnosen sind fachlich und pädagogisch sinnvoll, statistisch richtig und können ausgedrückt werden (j/n).						
23. Allgemeine Qualitätsmerkmale Das Lernsystem ist frei von negativen Stereotypen, Vorurteilen, Normen und Werten. Der Dialogstil, die Rechtschreibung, Grammatik und Zeichensetzung sind richtig und angemessen (j/n).	j	j	j	j	j	j

7.7.2 Numerische Bewertung

Die numerische Bewertung beschreibt die Nutzung der Möglichkeiten multimedialer Lernsysteme durch die untersuchten Beispiele: Je umfassender ein Lernsystem neue Medien einsetzt, z.B. durch vielfältige mediale und umfangreiche interaktive Gestaltung, desto mehr Abschnitte und Kriterien sind für die Bewertung relevant und werden – sofern sie in ihren Anforderungen erfüllt sind – für die numerische Bewertung gezählt. Die numerische Bewertung beschreibt also nicht das Vermeiden von Fehlern (ein Hauptaugenmerk der Gesamtbewertungstabelle), sondern das Nutzen von Chancen.

Dargestellt wird zunächst die Anzahl relevanter Bewertungsabschnitte, deren notwendige Kriterien erfüllt sind. Dieser Wert entspricht der Anzahl mit „j“ belegter Felder in der Gesamtbewertungstabelle (Tabelle 7.1). Anschließend werden die Anzahl relevanter notwendiger Kriterien, die erfüllt sind, angegeben, sowie die Anzahl relevanter wünschenswerter Kriterien, die erfüllt sind (zu den Einzelkriterien siehe Anhang „B Erweiterte Prüfliste für Lernsysteme (EPL)“). Tabelle 7.2 zeigt die Ergebnisse der numerischen Bewertung der untersuchten Lernsysteme.

Tabelle 7.2: Numerische Bewertung der untersuchten Lernsysteme

Kennzeichnung des Lernsystems	Das Architektur-Paket	ISIS Architektur	Architectur et développement durable	BEER – Web-based Learning Environment	The Vital Signs Project	Master of Building Science Program
Anzahl relevanter Abschnitte, deren notwendige Kriterien erfüllt sind (max. 23):	14	16	12	16	14	18
Anzahl relevanter notwendiger Kriterien (j/n), die erfüllt sind (max. 182):	63	112	78	79	74	102
Anzahl relevanter wünschenswerter Kriterien (+/-), die erfüllt sind (max. 71):	20	30	17	21	18	29

7.7.3 Besondere Stärken und weitere Kommentare

Die EPL sieht in der Gesamtbewertung die Angabe besonderer Stärken des Lernsystems als freie Eingabe vor. Ebenso sind weitere Kommentare möglich, die z.B. als Bedenken gegen das Lernsystem oder als Empfehlung für die Veränderung des Lernsystems formuliert sein können. Mit Hilfe dieser offenen Bewertungsmöglichkeiten wird die Evaluation der Lernsysteme anhand der EPL abgerundet.

Meer/Sudjic 1997: Das Architektur-Paket

Besondere Stärken:

- „Das Architektur-Paket“ zeigt, wie mit dem klassischen Medium Buch eine anregende und interaktive Präsentation von Architektur möglich ist. Der geschriebene Text wird durch Falt-Modelle, Werkzeuge und Ton (auf Kassette) ergänzt, um Architektur im Wortsinn greifbar und begreifbar zu machen.

Weitere Kommentare, Bedenken und Veränderungsvorschläge:

- Um „Das Architektur-Paket“ besser zur Lehre und zum Lernen verwenden zu können, sollten Angaben zu Einsatzbereichen, zu Zielgruppen und zu Lernzielen ergänzt werden.

Heidt et al. 2001: ISIS Architektur

Besondere Stärken:

- „ISIS Architektur“ verknüpft Lerninhalte mit zahlreichen Berechnungswerkzeugen und eröffnet den Lernenden weitreichende Möglichkeiten zu eigenem Handeln.

Weitere Kommentare, Bedenken und Veränderungsvorschläge:

- Um den Lernenden die Arbeit mit „ISIS Architektur“ zu erleichtern, sollte das Lernsystem mit Online-Hilfe und Begleitmaterial ergänzt werden. Sowohl im Lernsystem als auch im Begleitmaterial sollten die Bedienung des Programms und die Lerninhalte mit möglichen Lernaktivitäten ausführlich beschrieben werden;
- Das Quiz in „ISIS Architektur“ sollte so überarbeitet werden, dass die Antwort zu einer Aufgabe neben der korrekten Lösung sichtbar bleibt, damit die Lernenden ihre Antwort überprüfen können;
- „ISIS Architektur“ sollte um akustische Elemente, z.B. gesprochene Texte, erweitert werden, um den Lernenden zusätzliche Möglichkeiten zur Wissensaufnahme zu geben.

Scartezzini et al. 2000: Architecture et développement durable

Besondere Stärken:

- Der Umfang und Detailgrad von »Architecture et développement durable« macht das Lernsystem sowohl für beginnende als auch erfahrene Lernende interessant;
- »Architecture et développement durable« vermittelt einen umfassenden Einblick in die Prinzipien nachhaltiger Architektur und gibt Anregungen für eigene Projekte.

Weitere Kommentare, Bedenken und Veränderungsvorschläge:

- Um »Architecture et développement durable« besser zur Lehre und zum Lernen verwenden zu können, sollten Angaben zu Zielgruppen und zu Lernzielen ergänzt werden. Sowohl im Lernsystem als auch im Begleitmaterial sollten die Lerninhalte mit möglichen Lernaktivitäten ausführlich beschrieben werden;
- »Architecture et développement durable« sollte ermöglichen, Teile des Inhalts zu kopieren und in andere Anwendungen zu übernehmen oder zumindest auf Papier auszudrucken;
- Die akustischen Ausgaben sollten wahlweise abgeschaltet oder durch geschriebenen Text ersetzt werden können, um den Einsatz des Lernsystems zur Gruppenarbeit zu erleichtern;
- »Architecture et développement durable« sollte mehr interaktive Elemente bieten (z.B. steuerbare Animationen, Berechnungswerkzeuge etc.), um den Lernenden Möglichkeiten zum eigenen Handeln zu geben;
- Die Lerninhalte sollten Bezüge zu ähnlichen Lernbereichen aufweisen, um die Übertragungen des Gelernten (Wissenstransfer) zu unterstützen.

University of Hong Kong, Department of Architecture: BEER – Web-based Learning Environment

Besondere Stärken:

- Die Website besticht durch die Fülle und die fachliche Qualität der Lernmaterialien zu energie-effizienter Architektur.

Weitere Kommentare, Bedenken und Veränderungsvorschläge:

- Die Inhalte des „Web-based Learning Environment“ sollten besser miteinander verbunden werden, um so den Wechsel zwischen Teilen des Lernsystems zu erleichtern und den Lernenden einen besseren Überblick über die Gesamtheit der Inhalte zu verschaffen;

- Die Website sollte interaktive Elemente integrieren (z.B. steuerbare Animationen, Berechnungswerkzeuge etc.), um den Lernenden Möglichkeiten zum eigenen Handeln zu geben;
- Als *Lernumgebung* sollte die Website bessere Kommunikations- und Kooperationsangebote bieten, um z.B. auch Diskussionen und Gruppenarbeit zu unterstützen.

University of California (Berkeley), Center for Environmental Design Research: The Vital Signs Project

Besondere Stärken:

- Die Website vermittelt praxisbezogene Lerninhalte auf Grundlage der von Studierenden durchgeführten Fallbeispieluntersuchungen. Manche Gebäude werden in mehreren Untersuchungen bearbeitet und können so aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet werden.

Weitere Kommentare, Bedenken und Veränderungsvorschläge:

- Für ein lehrbegleitendes System wäre notwendig, die Lerninhalte, die unter anderem in den einzelnen Fallbeispielen untersucht werden, deutlicher kenntlich zu machen – z.B. als Übersicht über Themen energie-effizienter Architektur und zugeordneter Gebäudebeispiele, ergänzt durch Angaben zu durchschnittlichen Bearbeitungszeiten;
- Die Website sollte interaktive Elemente integrieren (z.B. steuerbare Animationen, Berechnungswerkzeuge etc.), um den Lernenden Möglichkeiten zum eigenen Handeln zu geben;
- Die Kommunikationsangebote der Website sollten gestärkt werden, um z.B. auch Diskussionen über Fallbeispiele zu unterstützen;
- Die Website sollte Möglichkeiten zum kooperativen Bearbeiten von Dokumenten bieten, so dass die Fallbeispiele auch im Netz bearbeitet werden können.

University of Southern California, Department of Architecture: Master of Building Science Program

Besondere Stärken:

- Die Werkzeuge der Website bieten vielfältige Möglichkeiten der selbstständigen Erforschung niedrigerenergetischer und solarer Konzepte.

Weitere Kommentare, Bedenken und Veränderungsvorschläge:

- Die in der Website enthaltenen Aufgaben sollten zumindest zum Teil auch im Lernsystem selbst lösbar sein, so dass die Lernenden Übungsmöglichkeiten haben;
- Die Kommunikationsangebote der Website sollten gestärkt werden, um z.B. auch Diskussionen zu unterstützen;
- Die Website sollte Möglichkeiten zum kooperativen Bearbeiten von Dokumenten und Aufgaben bieten, so dass die vorhandenen Werkzeuge in Gruppenarbeit zur Problemlösung genutzt werden können.

7.8 Fazit der Evaluation

Die Evaluation ausgesuchter Beispiele zeigt, welche Bandbreite an Möglichkeiten vom interaktiven Buch über multimediale Einzelplatzsysteme und unidirektionale vernetzte Systeme bis zu kooperativen vernetzten Systemen für die Wissensvermittlung zur Niedrigenergie- und Solararchitektur besteht. Die untersuchten Beispiele zeichnen sich allesamt durch eine fachlich richtige und methodisch-didaktisch sinnvolle Auswahl und Darstellung der

Lerninhalte aus. Die Lernsysteme legen Wert auf einen großen Praxisbezug der Inhalte und auf deren anschauliche Vermittlung. Insbesondere „Das Architektur-Paket“, „ISIS Architektur“, „The Vital Signs Project“ und das „Master of Building Science Program“ fördern handlungsorientiert eigene Aktivitäten der Lernenden.

Im Sinne allgemeiner Anforderungen an Software sind die multimedialen Lernsysteme angemessen gestaltet, z.B. arbeiten sie zuverlässig, fehlerfrei und schnell. Die Benutzung und Bedienung der Systeme ist leicht möglich, alle Befehle und Elemente werden vollständig, richtig und verständlich erklärt. Die Lernsysteme enthalten größtenteils Begleitmaterial zu ihrer Dokumentation. Obwohl einige der Systeme ausdrücklich zum Selbstlernen oder zur Begleitung der Lehre empfohlen werden, sind die Angaben zu Zielgruppen, Lernzielen, Einsatzbereichen und Bearbeitungsformen sowie Lerninhalten und Methoden der Vermittlung nicht immer ausführlich genug, um eine Orientierung der Lernenden zu Beginn und während des Lernens zu ermöglichen (siehe „4.3.5 Verständlichkeit der Lerninhalte“ und „4.6 Anforderungen an die ‚Packungsbeilage‘“).

Die vorhandenen multimedialen Elemente sind in den Lernsystemen sinnvoll verwendet und weitgehend ansprechend gestaltet – z.B. hinsichtlich Bildschirmaufbau, Textgestaltung, Grafikgestaltung, Farbgestaltung, Animationen. Dennoch liegt hier ein Hauptansatzpunkt für zukünftige Entwicklungen multimedialer Lernsysteme im Bereich der Niedrigenergie- und Solararchitektur. Keines der untersuchten Beispiele nutzt umfangreich und durchgängig die Möglichkeiten neuer Medien z.B. zur Präsentation bewegter Inhalte oder zur räumlichen Darstellung komplexer Gebilde.

Auch im Bereich der Adaption und der Kommunikation bestehen Verbesserungsmöglichkeiten: Keines der untersuchten Lernsysteme ist adaptiv gestaltet (siehe „4.4.3 Adaption“). „ISIS Architektur“, „BEER“, „The Vital Signs Project“ und das „Master of Building Science Program“ bieten E-Mail-Adressen für die tutorielle Unterstützung. „ISIS Architektur“ stellt eine Mailing-Liste zur Diskussion der Lernenden bereit. „The Vital Signs Project“ und das „Master of Building Science Program“ unterstützen den Informationsaustausch der Lernenden mit Hilfe einer einfachen Kooperationsplattform.

Zusammenfassung und Ausblick

La perfection est atteinte non quand il ne reste rien à ajouter,
mais quand il ne reste rien à enlever.

(Vollkommenheit ist nicht dann erreicht, wenn nichts mehr hinzuzufügen ist,
sondern wenn nichts mehr wegzunehmen ist.)

Antoine de Saint-Exupéry

Neue Ideen und Konzepte benötigen Wege, um sich durchzusetzen. So müssen auch Inhalte der Niedrigenergie- und Solararchitektur ihren Weg in die Architekturpraxis finden, um weiter angewendet und umgesetzt zu werden. Neue Medien in Form interaktiver, computergestützter Anwendungen der Information und Kommunikation mit Text, Grafik, Ton und Film verbreiten sich rasch und werden bereits jetzt umfangreich genutzt – sowohl allgemein in der Gesellschaft als auch fachspezifisch im Architekturbereich. Damit eröffnen neue Medien neben traditionellen Lehr- und Lernmethoden einen zusätzlichen Weg für den Wissenstransfer von der Forschung in die Anwendung.

Wissensvermittlung mit neuen Medien bietet dabei Möglichkeiten, der derzeit stattfindenden „dreifachen Entgrenzung des Fachwissens“ (Arnold/Schüßler 1998) im Bereich der Lerninhalte, der Lernsubjekte und der Lernorte zu begegnen. Zukünftige Lerninhalte werden weniger Faktenwissen und mehr Handlungs- und Reflexionswissen umfassen – multimediale Lernsysteme können durch interaktive Elemente handlungsorientiertes Lernen fördern. Zukünftig wird Lernen nicht mehr eine private Angelegenheit, sondern eine gesellschaftliche Aufgabe sein („Lebenslanges Lernen“) – multimediale Lernsysteme können umfassend und schnell aktuelle Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung in den gesellschaftlichen Alltag verbreiten. Lern-Institutionen wie z.B. Schulen und Weiterbildungsträger werden zunehmend durch die Lernorte Arbeitsplatz und Zuhause ergänzt und ersetzt – multimediale Lernsysteme können als Einzelplatzsysteme oder im Netzwerk viele neue Lernorte erschließen.

Aus didaktischen, fachlichen und technischen Gründen ergeben sich zahlreiche Ansprüche und Anforderungen, die bei der Entwicklung und beim Einsatz multimedialer Lernsysteme zu beachten sind. Abgestimmt auf Zielgruppen und potenzielle Lernumgebungen muss zunächst eine Entwicklungsumgebung gewählt werden, die für eine Realisierung des Lernsystems im Hinblick auf Lernparadigma, Interaktionspotenzial, Programmstruktur und Möglichkeiten zum Informationsaustausch geeignet ist. Grundlegende Lernprinzipien, Motivationsmöglichkeiten und Metaphern bilden den didaktischen Rahmen des Lernsystems. Der Lerninhalt multimedialer Lernsysteme sei gleichzeitig informativ und unterhaltsam. Besonders ist darauf zu achten, die Möglichkeiten neuer Medien zur Veranschaulichung und zur Interaktion zu nutzen. Interaktive Elemente lassen das Lernsystem auf Aktionen der Lernenden reagieren, führen die Lernenden durch die Lerninhalte, bieten Möglichkeiten der Adaption des Lernsystems an Erfordernisse und Wünsche der Lernenden, unterstützen Kommunikationsprozesse und helfen, Lernfortschritte mit Aufgaben oder Tests zu beurteilen. Die mediale Gestaltung des Lernsystems – also die Gestaltung der Mensch-Computer-Schnittstelle z.B. in Form der Bildschirmausgabe, der Eingabemöglichkeiten oder allgemein der zugrundeliegenden Software – entscheidet schließlich über die Handhabbarkeit des Lernsystems zum Lernen. Wichtig für die Handhabbarkeit von Lernsystemen sind auch Informationen im Umfeld, z.B. Systembeschreibungen sowie Benutzungs- und Bedienungshilfen im Begleitmaterial.

Wenn neue Lernmethoden und -materialien eingeführt werden – wie dies bei multimedialen Lernsystemen der Fall ist –, sollte ihre Wirksamkeit und Wirkung im Vergleich zu traditionellen Methoden untersucht werden. Aus zahlreichen Gründen ist jedoch schwierig, Lernen überhaupt und Lernen mit neuen Medien im Besonderen zu evaluieren. Möglich ist die Bewertung einzelner Lernsysteme für eine Zielgruppe in bestimmten Lernsituationen. Evaluationsmethoden sind dabei unter anderem Tests, Befragungen und Beobachtungen von Lernenden, das Sammeln von Meinungen und der Einsatz von Kriterienlisten und Kriterienkatalogen. In dieser Arbeit wird die „Erweiterte Prüfliste für Lernsysteme (EPL)“ vorgestellt, die als Kriterienkatalog zur Beurteilung multimedialer Lernsysteme auf vorhandenen Kriterienlisten aufbaut.

Speziell für die Lernziele und die Zielgruppe der Wissensvermittlung zur Niedrigenergie- und Solararchitektur werden seit einiger Zeit multimediale Lernsysteme entwickelt, die als Einzelplatzsysteme, unidirektionale vernetzte Systeme und kooperative vernetzte Systeme zur Lehre und zum Lernen eingesetzt werden. Diese übernehmen in ihren Lerninhalten und Lernmethoden vielfach Inhalte und Methoden traditioneller Lernmedien.

Die Evaluation ausgesuchter Beispiele mit Hilfe der EPL zeigt, welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede in der Gestaltung der Systeme bestehen. Für einige ausgewählte Beispiele wurden dabei anhand der EPL Empfehlungen für die weitere Entwicklung erarbeitet. Dabei wird deutlich, dass die fachliche Auswahl der Lerninhalte und die didaktische Gestaltung der Lernsysteme durchweg gelungen sind. Bei der Nutzung der Möglichkeiten neuer Medien zur Präsentation und Interaktion bestehen aber deutliche Defizite. Sehr viel besser ließen sich Filme, Ton, Animationen und Simulationen zur Situierung der Lerninhalte im Erfahrungsschatz der Lernenden einsetzen. So können z.B. Details energie-effizienter Architektur im dreidimensionalen Gebäudemodell erläutert werden. Konzepte niedrigerenergetischer Planung lassen sich in steuerbaren Animationen veranschaulichen. Die vorhandenen interaktiven Elemente sollten enger mit den Lerninhalten verbunden sein, anstatt – wie bisher meist üblich – als eigenständige Werkzeuge einen gesonderten Bereich der Lernsysteme zu bilden. Denkbar ist z.B. die Integration von Inhalten und Werkzeugen in Simulationsumgebungen und Goal-Based-Szenarien, um das gleichzeitige Erwerben von Fakten- und Methodenwissen zu unterstützen. Bei der multimedialen Gestaltung können Lernsysteme der Niedrigenergie- und Solararchitektur sich an CAD-Programmen und Computerspielen orientieren.

Keines der untersuchten Lernsysteme passt sich automatisch an Erfordernisse der Lernenden an. Denkbar wäre z.B. eine automatische Auswahl von Lerninhalten anhand einer Leistungsauswertung und Diagnose des Kenntnisstands der Lernenden. Ebenso könnten Lernmethoden automatisch gemäß Vorlieben der Lernenden ausgewählt werden. Die Anpassungen können vom Lernsystem automatisch durchgeführt oder den Lernenden zur Durchführung lediglich empfohlen werden. Wichtig ist, dass Leistungsauswertungen der Zielgruppe gerecht sind und automatisch getätigte Anpassungen den Kenntnissen und Fähigkeiten der Lernenden entsprechen. Dabei sollen die Lernenden beim Lernen unterstützt und nicht eingeschränkt werden. Die Selbstbestimmung der Lernenden soll gewahrt bleiben, eventuell sollten Automatismen des Lernsystems abschaltbar sein.

Auch sollten Kommunikations- und Kooperationsmöglichkeiten neuer Medien stärker in Lernsysteme zu energie-effizienter Architektur integriert werden. Kooperative vernetzte Systeme sollten das gemeinsame Bearbeiten von Lern- und Arbeitsmaterialien unterstützen. Kommunikationsangebote sollten Diskussionsforen erlauben und sich in ihren Funktionen an Systeme virtueller Universitäten annähern. Die Lernenden sollten mehr Möglichkeiten zum Verändern der Lernsysteme erhalten – z.B. zum Anpassen von Präsentationen an bevorzugte Lernstile oder zum Ergänzen eigener Inhalte. In diesen Bereichen können Lernsysteme der

Niedrigenergie- und Solararchitektur sich Anleihen bei Instrumenten zur integrierten Planung holen.

Diese Ansätze zur Steigerung von Multimedialität und Interaktivität verstärken die Integration und Immersion der Lernenden in die Lernsysteme und fördern die Umsetzung konstruktivistischer Lernprinzipien. Situiertheit und Authentizität der Lerninhalte lassen sich mit realitätsnahen Darstellungen steigern. Adaptionsmöglichkeiten unterstützen selbstbestimmtes Lernen und schaffen multiple Kontexte unter Berücksichtigung der Erfahrungen der Lernenden. Kommunikations- und Kooperationsangebote ermöglichen kooperatives Lernen und integrieren soziale Kontexte in die Lernprozesse. Insgesamt lässt sich durch vielfältige Interaktionsmöglichkeiten und ansprechende Gestaltung im Allgemeinen die Motivation der Lernenden zur Beschäftigung mit dem Lernsystem steigern – ein wichtiger Punkt beim Versuch, die Wissensvermittlung zu fördern.

Die verstärkte Beachtung ästhetischer, gestalterischer Aspekte, die gesteigerte Integration der Lernenden in die Lernsysteme durch interaktive Elemente und vermehrte Möglichkeiten der Kommunikation und Kooperation können die Bindung der Lernenden an das Lernsystem intensivieren und damit die Effektivität der Wissensvermittlung erhöhen. Hier können sich die meist naturwissenschaftlich und technisch orientierten Entwicklungsteams für Lernsysteme der Niedrigenergie- und Solararchitektur Anregungen bei künstlerisch und gestalterisch ausgerichteten Architektinnen und Architekten holen – schließlich ist die Aufgabe von Architektur, auch in ihrer Form als Niedrigenergie- und Solararchitektur, schon immer das Schließen des Bogens zwischen Kunst und Zweckerfüllung.

Ziel dieser Arbeit ist, Empfehlungen für die zukünftige Entwicklung multimedialer Lernsysteme zu beschreiben. Anhand der Darstellung der Einsatzgebiete und Möglichkeiten multimedialer Lernsysteme und der Ansprüche und Anforderungen an multimediale Lernsysteme sowie anhand der Vorstellung und Evaluation multimedialer Lernsysteme im Bereich Niedrigenergie- und Solararchitektur werden die Chancen der Verwendung neuer Medien erläutert und die Bedingungen für die erfolgversprechende Entwicklung multimedialer Lernsysteme genannt. So können – auf diese Arbeit aufbauend – Methoden der Wissensvermittlung mit neuen Medien genutzt werden, um z.B. im Bereich Niedrigenergie- und Solararchitektur Inhalte energie-effizienten Bauens stärker in die Baupraxis einzubringen. Dies kann mit dazu beitragen, dass zukünftige Architektur ihrer Verantwortung für Mensch und Natur gerecht wird.

A Übersicht: Multimediale Lernsysteme

Die folgende Übersicht fasst alle Referenzen für die in „6.4 Multimediale Lernsysteme“ angeführten Beispiele multimedialer Einzelplatzsysteme, unidirektionaler vernetzter Systeme und kooperativer vernetzter Systeme zur Wissensvermittlung zusammen. Die Listen erheben keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit in dem Sinne, dass alle *existierenden* multimedialen Lernsysteme zur Niedrigenergie- und Solararchitektur hier genannt würden. Für Informationen im WWW gilt in großem Maß das Motto „Panta rhei“: Web-Adressen können sich seit dem Erscheinen dieser Arbeit geändert haben.

A.1 Einzelplatzsysteme

- Katharina Bosch, Andrea Gleiniger, Susanne Schumacher (Hrsg.) 1999:
weiße vernunft – siedlungsbau der 20er jahre (CD-ROM). München: Prestel, 1999
- BuildingGreen Inc. (eds.) 1999:
Green Building Advisor (CD-ROM). Brattleboro, VT: BuildingGreen Inc., 1999
- Frank-Dietrich Heidt, Stephan Benkert, Thilo Braeske, Heinrich Drexler 1999:
Multimediale Datenbank zur Niedrigenergie- und Solararchitektur NESa (CD-ROM).
Siegen: Universität Siegen, Fachgebiet Bauphysik & Solarenergie, 1999
- Frank-Dietrich Heidt, Stephan Benkert, Joachim Clemens 2001:
ISIS Architektur – Interaktives Studium & Seminar Innovativer Solarer Architektur (CD-ROM). Siegen: Universität Siegen, Fachgebiet Bauphysik & Solarenergie, 2001
- Frank-Dietrich Heidt, Thilo Braeske, Joachim Clemens, Stephan Benkert 1999:
CASAnova – Lernprogramm zu Energie- und Heizwärmebedarf, solaren Gewinnen und sommerlicher Überwärmung von Gebäuden (Software). Siegen: Universität Siegen, Fachgebiet Bauphysik & Solarenergie, 1999
- Istituto Geografico De Agostini S.p.A. (ed.) 2000:
Pompei (CD-ROM). Novara: De Agostini, 2000
- J. Owen Lewis, John Goulding, Vivienne Brophy, Ann Mc Nicholl, Delphine Geoghegan, Philip Geoghegan, Pierre Jolivet, Ciaran King, Paul Kenny 1997:
Solar Bioclimatic Architecture (CD-ROM). Hoeilaart (Belgium): LIOR, 1997
- Office of Building Technologies, U.S. Department of Energy o.J.:
Energy – Advancing Building Technologies (Kiosk-System). Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory, Energy & Environment Division, o.J. (nicht mehr verfügbar)
- RWE Energie 1998:
Bau-Handbuch (CD-ROM). Essen: RWE Energie AG, ¹²1998
- Jean-Louis Scartezzini, Jean-Bernard Gay, Catherine Merz, Florentzou Florentzos, Philippe Kräuchli, François Leresche 2000:
Architecture et développement durable (CD-ROM). Lausanne: EPFL, LESO-PB, 2000

Willi Weber, Heinrich Drexler, Peter Gallinelli, Peter Haefeli 1996:

DIAS – Données Interactives d'Architecture Solaire (CD-ROM). Genève: Université de Genève, CUEPE, 1996

A.2 Unidirektionale vernetzte Systeme

AG Solar Nordrhein-Westfalen:

Arbeitsgemeinschaft Solar NRW (Website). <http://www.ag-solar.de/>

BauNetz Online-Dienst GmbH & Co. KG:

BauNetz – Online-Dienst für Architektur und Bauwesen (Website).
<http://www.baunetz.de/>

BINE (Bürgerinformation Neue Energietechniken):

Informationsdienst BINE – Fachinformationszentrum Karlsruhe (Website). <http://bine.fiz-karlsruhe.de/>

CREST (Center for Renewable Energy and Sustainable Technology):

Solstice: Sustainable Energy and Development Online (Website). <http://solstice.crest.org/>

EEBA (Energy & Environmental Building Association):

EEBA News (Newsletter). <http://www.eeba.org/eebanews/>

ERG (Energy Research Group, University College Dublin):

Energy Research Group UCD (Website). <http://erg.ucd.ie/>

ESRU (Energy Systems Research Unit, University of Strathclyde, Glasgow):

Energy Systems Research Unit (Website). <http://www.esru.strath.ac.uk/>

FEUP (Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto), ERG (Energy Research Group, University College of Dublin), ESRU (Energy Systems Research Unit, University of Strathclyde, Glasgow):

Energy-efficient Heating and Cooling (Website).
http://erg.ucd.ie/heating_cooling/index.htm

Fraunhofer-Institut für Bauphysik:

Konzepte für zukunftsorientierte Weber-Häuser und deren Umsetzung in Demonstrationsgebäuden (Website). http://www.ibp.fhg.de/wt/berichte/1998/jb_98_24.html

GRE (Gesellschaft für Rationelle Energieverwendung e.V.):

GRE-online (Website, Newsletter). <http://www.gre-online.de/>

Chris Hammer:

GreenClips (Newsletter). <http://www.greendesign.net/greenclips/>

Heindl – Internet:

Der Solarserver – Forum für Solarenergie (Website). <http://www.solarserver.de/>

International Solar Energy Society (ISES):

World-wide Information System for Renewable Energy (WIRE) (Website, Newsletter).
<http://wire.ises.org/>

LOG ID-Büro:

architectural green solar network (Website). <http://www.agsn.de/>

NPPC (National Pollution Prevention Center for Higher Education, University of Michigan):
Sustainable Architecture (Website).

<http://www.umich.edu/~nppcpub/resources/compendia/architecture.html>

solid (solarenergie informations- und demonstrationszentrum):

solid-online Solar-Energieberatung (Website). <http://www.solid.de/>

SUNBEAM eco-consultants GmbH, Rio Solar Ltda. (Hrsg.):

International SolarServer (Website). <http://www.solarinfo.de/>

Melita Tuschinski:

@rchi-tec - energiesparende Architektur mit neuen Medien + Online-Weiterbildung
(Website). <http://www.archi-tec.de/>

Universität Siegen, Fachgebiet Bauphysik & Solarenergie:

Universität Siegen: Fachgebiet Bauphysik & Solarenergie (Website).

<http://nesa1.uni-siegen.de/>

University of Hong Kong, Department of Architecture:

BEER (Building Energy Efficiency Research) – Web-based Learning Environment
(Website). <http://arch.hku.hk/~cmhui/teach/>

vivergy.com AG:

energiwerk.net (Website, Online-Zeitung, Newsletter). <http://www.energiwerk.net/>

WeberHaus:

Övolution (Website). http://www.weberhaus.de/html/wh_oevo/wh_oevo_konzept_f.htm

WEKA Baufachverlage, ZAE (Zentrum für angewandte Energieforschung) Bayern:

Energie & Bau – Forum und Arbeitsplattform für Architekten und Ingenieure zum Thema
Energie & Bausanierung (Website). <http://www.energieundbau.de/>

A.3 Kooperative vernetzte Systeme

alt.architecture.alternative (Newsgroup)

alt.energy.renewable (Newsgroup)

alt.solar.thermal (Newsgroup)

CREST (Center for Renewable Energy and Sustainable Technology):

GreenBuilding (Mailing-Liste). <http://solstice.crest.org/discuss.shtml>

EEBA (Energy & Environmental Building Association):

EE-Building list (Mailing-Liste). <http://www.eeba.org/lists/>

ETH Zürich:

Architecture & CAAD (Website). <http://caad.arch.ethz.ch/>

Ove Mørck, Dominique Groleau, Lena Larson, Rob Marsh, Fritz Schmidt, Peter Sørensen,
Melita Tuschinski:
RENARCH – Renewable Energy in Architecture (Website, Online-Workshop).
<http://www.renarch.com/>

University of California (Berkeley), Center for Environmental Design Research:
The Vital Signs Project (Website). <http://www.arch.ced.berkeley.edu/vitalsigns/>

University of Southern California, Department of Architecture:
Master of Building Science program (Website). <http://www.usc.edu/dept/architecture/mbs/>

University of Western Australia, School of Architecture and Fine Arts:
The Fridge – Environmental Architecture (Website). <http://fridge.arch.uwa.edu.au/>

B Erweiterte Prüfliste für Lernsysteme (EPL)

Auf den folgenden Seiten ist die vollständige „Erweiterte Prüfliste für Lernsysteme (EPL)“ wiedergegeben, wie sie zur Beurteilung multimedialer Lernsysteme (siehe „7 Evaluation ausgesuchter Beispiele“) verwendet wird.

Anwendung der EPL

In „5.3.5 Erweiterte Prüfliste für Lernsysteme“ werden die Struktur und die Hintergründe der Entstehung der EPL näher beschrieben. Allgemeine Hinweise zu Möglichkeiten und Grenzen von Evaluationen sind in „5 Evaluation von Lernen und Lehre mit Neuen Medien“ dargestellt, die Methode der Evaluation anhand von Kriterienlisten ist in „5.2.6 Beurteilen nach Kriterienlisten“ genauer vorgestellt.

Wichtig ist, dass die Evaluation im Hinblick auf eine bestimmte Lernsituation mit einer bestimmten Zielgruppe in einer bestimmten Lernumgebung erfolgen sollte. Nur so kann z.B. beurteilt werden, ob „[die] Menge der geforderten Eingaben [...] den Fähigkeiten der Zielgruppe angemessen [ist.]“ (ein Kriterium im Abschnitt „10. Eingabegestaltung“). Wenn ein Lernsystem für eine bestimmte Lernsituation entwickelt wurde, können diese Randbedingungen für die Evaluation berücksichtigt werden. Wenn ein Lernsystem nicht speziell für eine bestimmte Lernsituation entwickelt wurde oder hierzu keine Angaben vorliegen, kann sich die Evaluation auf eine mögliche, passende Zielgruppe und eine geeignete Lernumgebung anhand der Inhalte und der Verbreitungsform des Lernsystems beziehen.

Beschreibung des Ausfüllvorgangs

Die erste Seite der EPL dient der Kennzeichnung des untersuchten Lernsystems. Neben Angaben zur Identifizierung des Lernsystems (z.B. Name, Version, Autor/Autorin, Bezugsquelle) werden hier Systemanforderungen (Hardware, Software), methodisch-didaktische Informationen (Zielgruppe, Lerninhalte, Lernparadigma) und Angaben zur beurteilenden Person in die schattierten Felder eingetragen.

In den folgenden 23 Bewertungsabschnitten (Seiten 2 bis 18 der EPL) werden die Beurteilungskriterien in Aussageform formuliert, und deren Erfüllung durch Eintragen von „Ja“ oder „Nein“ (notwendige Kriterien), bzw. „Plus“ oder „Minus“ (wünschenswerte Kriterien) in den schattierten Feldern bewertet. Zum Teil sind Hilfsfragen zu beantworten, die dazu dienen, für ein Beispiel nicht relevante Kriterien zu überspringen (siehe Tabelle B.1).

Tabelle B.1: Beispiel für ein erfülltes notwendiges Kriterium (oben), ein nicht erfülltes wünschenswertes Kriterium (Mitte) und eine Hilfsfrage (unten).

1.	Beispiele für die Bewertung von Kriterien und eine Hilfsfrage	j/n	+/-
1	Alle Vögel fliegen hoch.	j	
2	Elefanten klettern auf Bäume. <i>Denn nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn Elefanten auf Bäume klettern:</i>		-
3	Nach 5 im Urwald ist es gefährlich.		

Bei einer Reihe von Kriterien spielen subjektive Einflüsse eine Rolle. Erfahrungen und Einstellungen der beurteilenden Person entscheiden über die Erfüllung oder Nicht-Erfüllung eines Kriteriums wie z.B. „Der Lerninhalt wird fachdidaktisch angemessen vermittelt.“ (ein

Kriterium der EPL im Abschnitt „17. Gestaltung des Lerninhalts“). Wenn ein Kriterium nicht schlüssig bewertet werden kann oder für ein zu untersuchendes Lernsystem nicht relevant ist, soll das Kriterium übersprungen werden. Das schattierte Bewertungsfeld bleibt leer.

Ein Bewertungsabschnitt (mit mehreren Bewertungskriterien) gilt als relevant für die Evaluation, wenn wenigstens ein Kriterium mit „Ja/Nein“ oder „+/-“ bewertet wurde. Das zusammenfassende Urteil jedes relevanten Bewertungsabschnitts „Alle notwendigen Kriterien (j/n) sind erfüllt.“ wird mit „Ja (Erfüllt)“ im schattierten Feld bewertet, wenn kein notwendiges Kriterium mit „Nein“ bewertet wurde, sonst mit „Nein (Nicht erfüllt)“, wenn auch nur ein einziges notwendiges Kriterium mit „Nein“ bewertet wurde. Die Bewertung wünschenswerter Kriterien hat keinen Einfluss auf das zusammenfassende Urteil eines Bewertungsabschnitts (siehe Tabelle B.2).

Tabelle B.2: Beispiel für einen erfüllten Bewertungsabschnitt (oben), einen nicht erfüllten Bewertungsabschnitt (Mitte) und einen nicht relevanten Bewertungsabschnitt (unten).

1. Beispiel für einen erfüllten Bewertungsabschnitt	j/n	+/-
1 Alle Vögel fliegen hoch.	j	
2 Elefanten klettern auf Bäume.		-
3 $1 + 1 = 2$	j	
Zsf. Alle notwendigen Kriterien (j/n) sind erfüllt.	j	
2. Beispiel für einen nicht erfüllten Bewertungsabschnitt	j/n	+/-
1 Alle Vögel fliegen hoch.	j	
2 Affen klettern auf Bäume.		+
3 $1 + 1 = 3$	n	
Zsf. Alle notwendigen Kriterien (j/n) sind erfüllt.	n	
3. Beispiel für einen nicht relevanten Bewertungsabschnitt	j/n	+/-
<i>Klettern Elefanten auf Bäume?</i>		
<i>Wenn Elefanten nicht auf Bäume klettern, diesen Abschnitt überspringen.</i>		
1 Alle Vögel fliegen hoch.		
2 Affen klettern auf Bäume.		
3 $1 + 1 = 2$		
Zsf. Alle notwendigen Kriterien (j/n) sind erfüllt.		

In die Gesamtbewertungstabelle (Seiten 19 und 20 der EPL) werden die zusammenfassenden Urteile der relevanten Bewertungsabschnitte eingetragen. Die Gesamtbewertungstabelle dient der Übersicht über die Bewertung der Abschnitte. Sie kann aber auch als „Kurze Prüfliste“ verwendet werden – dann werden direkt in der Gesamtbewertungstabelle die Bewertungsabschnitte beurteilt, ohne die Einzelkriterien zu überprüfen.

In der abschließenden Gesamtbewertung (Seite 21 der EPL) werden in freier Form besondere Stärken des Lernsystems hervorgehoben. Ebenfalls in freier Form können weitere Kommentare, z.B. Bedenken und Verbesserungsvorschläge bezüglich des Lernsystems, eingetragen werden. Anhand der Gesamtbewertungstabelle werden alle mit „Nein (Nicht erfüllt)“ beurteilten Abschnitte in einer Mängelliste verzeichnet. (Die Qualität eines untersuchten Lernsystems gilt in einem Bewertungsabschnitt als mangelhaft, wenn nicht alle notwendigen Kriterien des Abschnitts erfüllt sind.)

Eine numerische Bewertung der Lernsysteme erfolgt in drei Kategorien. Angegeben wird die Anzahl der Bewertungsabschnitte, die für die Bewertung eines Lernsystems relevant und erfüllt sind. Außerdem wird die Anzahl relevanter notwendiger und wünschenswerter Einzelkriterien angegeben, die erfüllt sind. Die Werte ergeben sich jeweils durch einfaches Abzählen der „Ja/Nein“- bzw. „+/-,-“Einträge in der Prüfliste. Eine zusätzliche prozentuale Angabe der Werte bezieht sich auf die maximal in der EPL erreichbaren Punkte durch Erfüllen aller Kriterien. Lernsysteme, für die einige Bewertungsabschnitte nicht relevant sind, können in diesen Abschnitten auch nicht punkten – das berücksichtigt, dass diese Lernsysteme nicht alle Möglichkeiten neuer Medien ausgeschöpft haben und somit verbesserungsfähig sind.

Die EPL baut in ihrer Struktur auf der „Großen Prüfliste für Lernsoftware (GPL)“ nach Thomé auf.¹ Weitere Hinweise zur Anwendung und zum Ausfüllen des Kriterienkatalogs finden sich bei Thomé 1989, S. 133ff.

Um die Evaluation von Lernsystemen anhand der EPL zu erleichtern, wurde die Prüfliste als Arbeitsmappe in Excel² programmiert. Makros unterstützen dabei das Ausfüllen der Prüfliste durch automatisiertes Abfragen der Kriterien. Die Erfüllung jedes Kriteriums kann mit „Ja“ oder „Nein“ bewertet oder das Kriterium mit „Abbrechen“ übersprungen werden.³ Selbstverständlich kann die Tabelle weiterhin per Hand ausgefüllt oder korrigiert werden.

¹ Dorothea Thomé 1989: Kriterien zur Bewertung von Lernsoftware. Heidelberg: Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH, 1989

² Excel[®] ist ein urheberrechtlich geschütztes Produkt der Firma Microsoft[®] Inc.

³ Die EPL als Excel-Anwendung mit Makros ist auf der Website des Autors erhältlich unter: <http://homepages.compuserve.de/StephanBenkert/Promotion/EPL.htm>

Erweiterte Prüfliste für Lernsysteme: Seite 1 von 21 (Kennzeichnung)**KENNZEICHNUNG DES LERNSYSTEMS**

Name des Lernsystems:

Auflage/Version, Datum:

Entwicklung des Lernsystems (Autor/Autorin):

Bezugsquelle für das Lernsystem (Verlag):

Preis des Lernsystems (mit allen benötigten Materialien):

Das Lernsystem ist Teil eines Pakets (z.B. mehrere zusammengehörige Programme) mit dem Namen:

Anzahl und Art der Datenträger, bzw. Zugriffsmöglichkeit auf das Lernsystem (z.B. CD-ROM, Disketten, WWW):

Benötigte Recherausstattung:

Benötigtes Betriebssystem:

Speicherplatzanforderungen (Arbeitsspeicher, Festplatte):

Grafikanforderungen (z.B. Bildschirmauflösung, Farbe):

Sonstige Systemanforderungen:

Zielgruppe(n) des Lernsystems:

Lerninhalt(e) des Lernsystems:

Typische Lehr-/Lernumgebung für den Einsatz des Lernsystems (z.B. Einzelplatzsystem / Unidirektionales vernetztes System / Kooperatives vernetztes System):

Klassifizierung des Lernsystems nach Lernparadigma (z.B. behaviouristisch / kognitivistisch / konstruktivistisch):

Interaktionspotenzial des Lernsystems (gering / mittel / groß):

Name der Beurteilerin/des Beurteilers:

Organisation:

Straße / PF:

PLZ, Ort:

Datum der Beurteilung:

Erweiterte Prüfliste für Lernsysteme: Seiten 2 / 3 von 21 (Prüfliste)

1. Leistungen des Verlags		j/n	+/-	2. Angaben über die Hard- und Software		j/n	+/-
1	Begleitmaterial zum Lernsystem ist vorhanden. <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>			1	Die erforderliche Hardware (Geräteausstattung) wird genau und richtig im Begleitmaterial und/oder auf der Verpackung angegeben.		
2	Gemeinsames Begleitmaterial für Lernende und Lehrende ist vorhanden.			2	Falls ein besonderes Betriebssystem vorhanden sein muss, wird dieses genannt?		
3	Spezielle Informationen für Lehrende sind vorhanden, z.B. in einem separaten Heft oder als Teil im Begleitmaterial.			3	Falls eine besondere Arbeitsumgebung erforderlich ist, wird diese angegeben?		
4	Spezielle Informationen für Lernende sind im Begleitmaterial vorhanden.			4	Falls sonstige Software zur Benutzung notwendig ist, wird sie angegeben?		
5	Zusätzliches Arbeits- und Lernmaterial ist vorhanden, z.B. weitere Unterlagen.			Zsf.	Insgesamt sind die Angaben über die erforderliche Hard- und Software vollständig, genau und verständlich.		
6	Angaben über bereits durchgeführte Bewertungen des Lernsystems oder Informationen über Veröffentlichungen etc. sind vorhanden.			3. Angaben über die Systembenutzung		j/n	+/-
7	Das Begleitmaterial ist für Lernende und Lehrende verständlich und motivierend gestaltet.			1	Die Bedienungsanleitung im Begleitmaterial ist übersichtlich und logisch strukturiert.		
8	Das Begleitmaterial ist übersichtlich und hilfreich und enthält (wenn es umfangreich ist) ein Inhaltsverzeichnis.			2	Das Vorgehen beim Laden, Bearbeiten und Beenden des Lernsystems wird - auch für Computerunkundige - verständlich und richtig erklärt.		
9	Zusätzlich ist ein Stichwortverzeichnis im Begleitmaterial enthalten.			3	Alle vorhandenen Arbeitsfunktionen des Lernsystems werden vollständig, richtig und eindeutig beschrieben.		
10	Weitere Materialien, z.B. nachbestellte Datenträger, Begleithefte oder später erscheinende Neuauflagen, werden zu einem ermäßigten Preis angeboten. Auf diese Möglichkeiten wird hingewiesen.			4	Alle Begriffe werden innerhalb der Beschreibungen einheitlich verwendet.		
11	Die Möglichkeiten wird angeboten, das Lernsystem vor dem Kauf durch Demonstrations- oder Probeexemplare kennenzulernen.			<i>Können eigene Inhalte oder Übungen in das Lernsystem eingefügt werden? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn eigene Inhalte oder Übungen eingefügt werden können;</i>			
12	Der Preis für Lernende ist angemessen und - falls nötig - reduziert.			5	Die Veränderungsmöglichkeiten des Lernsystems, z.B. die Eingabe eigener Inhalte, werden vollständig, richtig und verständlich angegeben.		
13	Das Anfertigen von Sicherheitskopien (Backups) ist erlaubt, oder sie werden mitgeliefert. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>			<i>Müssen Begrenzungen von Datenmengen beachtet werden oder sind eingeschränkte Nutzungsmöglichkeiten vorhanden, z.B. maximale Seitenzahl bei Textverarbeitung oder Höchstparameter bei Simulationen? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn Begrenzungen von Datenmengen beachtet werden müssen oder eingeschränkte Nutzungsmöglichkeiten vorhanden sind, z.B. maximale Seitenzahl bei Textverarbeitung oder Höchstparameter bei Simulationen:</i>			
14	Backups in unbegrenzter Anzahl dürfen angefertigt werden.			6	Wichtige Grenzwerte für die Benutzung des Lernsystems sind angegeben.		
15	Der Verlag räumt Umtausch-, Rückgaberecht und Garantiefrieten ein, die über die gesetzlich vorgeschriebenen Bestimmungen hinausgehen. Auf diese Möglichkeit wird im Begleitmaterial oder auf der Verpackung hingewiesen.			<i>Sollen ganze Pakete bewertet werden? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn ganze Pakete bewertet werden:</i>			
16	Die Verpackung ist stabil und gewährleistet eine sichere Aufbewahrung und einfache Entnahme der Datenträger ohne Beschädigungsgefahr. <i>Sollen umfangreiche Pakete beurteilt werden? Die nächsten Punkte bis 22 nur ausfüllen, wenn umfangreiche Pakete beurteilt werden sollen:</i>			7	Bei Paketen wird die Reihenfolge und die Benutzung der verschiedenen Komponenten vollständig angegeben und erklärt.		
17	Falls Installationshilfe notwendig ist, wird sie angeboten? <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>			Zsf.	Insgesamt werden die Bedienung und Benutzung des Lernsystems vollständig, richtig und verständlich erklärt.		
18	Kosten für die Installationshilfe sind angemessen.						
19	Falls Training für die Lehrenden notwendig ist, wird es angeboten? <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>						
20	Kosten für das Training sind angemessen.						
21	Falls Beratung/Wartung notwendig ist, wird sie angeboten? <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>						
22	Kosten für die Beratung/Wartung sind angemessen.						
<i>In folgende zusammenfassende Abschnittsbewertung sollte nur ein "j" eingetragen werden, wenn kein Kriterium im gesamten Abschnitt 1. mit "n" markiert wurde. Dies gilt für alle weiteren Abschnittsbewertungen.</i>							
Zsf.	Insgesamt sind die Leistungen des Verlags angemessen (z.B. übersichtliches, verständliches Begleitmaterial, gute Verpackung).						

Erweiterte Prüfliste für Lernsysteme: Seiten 4 / 5 von 21 (Prüfliste)

4.	Angaben über Zielgruppe und Lernziele	j/n	+/-	6.	Angaben über den Inhalt	j/n	+/-
1	Alter oder Kenntnisstand der Zielgruppe, die mit dem Lernsystem arbeiten soll, werden angegeben. <i>Sind besondere Vorkenntnisse oder Fähigkeiten der Zielgruppe, z.B. Maschineschreiben, Programmieren oder Kenntnisse über den Lernerhalt als Benutzungsvoraussetzung unbedingt notwendig?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn besondere Vorkenntnisse oder Fähigkeiten der Zielgruppe, z.B. Maschineschreiben, Programmieren oder Kenntnisse über den Lernerhalt als Benutzungsvoraussetzung unbedingt notwendig sind:</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	Der (Lern-) Inhalt, seine Wichtigkeit, Auswahl und Vermittlung werden beschrieben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Notwendige Vorkenntnisse und Fähigkeiten der Zielgruppe werden vollständig und richtig angegeben. <i>Können mehrere Lernende gleichzeitig mit dem Lernsystem arbeiten?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn mehrere Lernende gleichzeitig mit dem Lernsystem arbeiten können:</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	Der Lerninhalt wird möglichst vollständig angegeben, z.B. als Liste mit den wichtigsten Übungsinhalten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Die Anzahl der Benutzer, die gleichzeitig mit dem Lernsystem arbeiten können, wird angegeben, z.B. Paare, kleine Gruppen oder beliebig viele Personen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	Alle Inhalts- und Förderungsschwerpunkte des Lernsystems werden angegeben und entsprechen dem tatsächlichen Inhalt des Lernsystems.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Die Lernziele werden beschrieben. <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4	Die Aufgabenstellungen und Lernaktivitäten werden (mit Beispielen) beschrieben. <i>Soll das Lernsystem vor allem lehrbegleitend eingesetzt werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn ein Lernsystem beurteilt wird, das vor allem lehrbegleitend eingesetzt werden soll:</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Die Lernziele werden ausführlich beschrieben und angegeben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5	Eine Angabe ist vorhanden, inwieweit der Inhalt des Lernsystems mit Lehrplänen oder anderen Lernmaterialien übereinstimmt oder vereinbar ist.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Der Zusammenhang zwischen Zielen, Inhalten und Methoden wird angegeben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zsf.	Insgesamt werden die Lerninhalte und ihre Vermittlung vollständig, verständlich und richtig beschrieben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Die Lernziele werden auch für die Lernenden beschrieben und begründet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7.	Bedienbarkeit	j/n	+/-
Zsf.	Insgesamt sind die Angaben über Zielgruppe und Lernziele genau, richtig und vollständig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	Das Lernsystem ist sinnvoll, klar und logisch strukturiert, z.B. durch ein Inhaltsmenü.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	Angaben über den Einsatzbereich	j/n	+/-	2	Im Inhaltsmenü oder in den Lerninhalten werden bereits bearbeitete Teile oder Übungen markiert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	Der Einsatzbereich für das Lernsystem wird angegeben und geeignete Bearbeitungsformen werden beschrieben. <i>Wird das Lernsystem speziell als lehrbegleitend empfohlen?</i> <i>Die nächsten zwei Punkte nur ausfüllen, wenn das Lernsystem speziell als lehrbegleitend empfohlen wird:</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	Die Benutzer können das Lernsystem überblicken, z.B. an welcher Stelle sie sich befinden, wie umfangreich eine Übung ist oder wie sie in andere Teile wechseln können.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Die Integration des Lernsystems in die Lehre und die Organisation der Lernformen werden beschrieben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4	Bei einem vorzeitigen Beenden können der momentane Arbeitsstand oder die Lernergebnisse zwischengespeichert oder markiert werden, z.B. mit einem 'elektronischen Lesezeichen'.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Die durchschnittlich notwendige Zeit für die Bearbeitung des Lernsystems oder einzelner Übungen wird angegeben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5	Das Lernsystem ist einfach zu starten und zu beenden. <i>Kann das Lernsystem nach den Angaben des Verlags von den Lernenden selbstständig bearbeitet werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn das Lernsystem nach den Angaben des Verlags von den Lernenden selbstständig bearbeitet werden kann:</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Die Benutzung anderer Lernmaterialien wird beschrieben und weiterführende Lernaktivitäten werden empfohlen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6	Das Lernsystem ist (nach einer Einführung) selbstständig von den Lernenden zu bearbeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Falls besondere Vorkenntnisse der Lehrenden für den Einsatz des Lernsystems, z.B. Programmierkenntnisse, erforderlich sind, werden sie angegeben?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7	Das Lernsystem erklärt seine Benutzung weitgehend selbst, da konkrete Bedienungsanleitungen auf dem Bildschirm erfolgen, z.B. durch den Hinweis 'Tippe eine Zahl ein'. <i>Werden am Anfang Benutzungshinweise auf dem Bildschirm gegeben?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn am Anfang Benutzungshinweise auf dem Bildschirm gegeben werden:</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Falls besondere Vorbereitungen oder Vorbereitungszeiten für Lernende oder Lehrende notwendig sind, werden sie richtig angegeben?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8	Die Benutzungshinweise, die am Anfang gegeben werden, sind klar und verständlich. Sie können auch übersprungen werden, z.B. bei einer Wiederholung, wenn sie sehr umfangreich sind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zsf.	Insgesamt werden die Einsatzbereiche und Bearbeitungsformen vollständig und verständlich beschrieben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9	Der Befehlsumfang für die Benutzung ist klar, überschaubar und einfach.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				10	Befehle, Begriffe und Symbole für gleiche Sachverhalte und Bedienungsfunktionen werden einheitlich verwendet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Erweiterte Prüfliste für Lernsysteme: Seiten 6 / 7 von 21 (Prüfliste)

11	Um zu gewährleisten, dass die Lernenden bei Bedienungsproblemen weiterarbeiten können, sind Hinweise über einen Hilfebefehl oder eine Hilfetaste aufrufbar oder erfolgen automatisch auf dem Bildschirm.		
12	Wenn Fehlermeldungen nach falschen Befehlseingaben gegeben werden, erfolgen sie sofort, sind verständlich und hilfreich, z.B. weisen sie auf den Fehler hin und bieten Korrekturmöglichkeiten an.		
13	Nicht benötigte Tasten sind zur Vermeidung von Eingabefehlern gesperrt, z.B. ist dies sinnvoll bei Menüauswahlen oder Antworteingaben, für die nur Zahlen zulässig sind.		
14	Eingaben zur Steuerung können abgekürzt werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
15	Die Eingabeabkürzungen sind einfach und gut merkbar.		
16	Wenn unerhebliche Eingabefehler bei den Steuerungsbefehlen möglich sind, werden sie toleriert, z.B. zwei Leerzeichen zwischen zwei Wörtern oder die Eingabe 'ja' oder 'j' statt 'Ja'.		
17	Das Lernsystem arbeitet fehlerfrei, zuverlässig und kontrollierbar, auch bei falschen Befehls- oder Antworteingaben.		
18	Das Lernsystem reagiert robust und informierend auf Bedienungsfehler, z.B. wird ein Hinweis gegeben, wenn keine Diskette im Laufwerk ist.		
19	Sämtliche Funktionen, die im Lernsystem oder der Beschreibung angegeben werden, sind vorhanden und arbeiten fehlerfrei und erwartungskonform.		
20	Das Lernsystem wird schnell gestartet, d. h. das Starten sollte nicht länger als 90 Sekunden dauern.		
21	Das Laden einzelner Teile geht schnell, z.B. bei Disketten unter 30 Sekunden.		
22	Der Aufbau der Bildschirmseite wird schnell durchgeführt. <i>Die nächsten drei Punkte nur ausfüllen, wenn die betreffenden Bereiche im Lernsystem enthalten sind:</i>		
23	Falls im Lernsystem enthalten: Die Arbeitsergebnisse und Leistungen werden schnell berechnet.		
24	Falls im Lernsystem enthalten: Arbeitsergebnisse und Leistungen werden schnell gespeichert.		
25	Falls im Lernsystem enthalten: Grafiken oder Animationen werden schnell erstellt.		
26	Längere Wartezeiten werden auf dem Bildschirm begründet, z.B. erfolgt ein Hinweis, dass gerade geladen wird.		
Zsf.	Insgesamt arbeitet das Lernsystem zuverlässig, fehlerfrei und schnell; die Bedienung ist den Aufgaben angemessen und leicht erlernbar.		
8.	Adaptierbarkeit der Bedienung	j/n	+/-
1	Den Lernenden werden Kontroll- und Auswahlmöglichkeiten gegeben, das Lernsystem nach eigenen Wünschen und Interessen zu bearbeiten, z.B.		
	können sie die Inhaltsteile, Aufgabenmenge, Schwierigkeitsstufe oder Hilfen auswählen oder die Schnelligkeit der Bearbeitung bestimmen.		
2	Klare Angaben über den zulässigen Wahlbereich bei Auswahlen sind vorhanden, z.B. Angabe der wählbaren Aufgabenzahl von 1-20.		
3	Alle zulässigen Wahlbereiche sind ausreichend groß.		
4	Die vorhandenen Auswahlmöglichkeiten sind ausreichend und sinnvoll eingesetzt.		
Zsf.	Insgesamt ist das Lernsystem flexibel gestaltet und eröffnet vielseitige Auswahl- und Anpassungsmöglichkeiten.		
9.	Datenspeicherung	j/n	+/-
1	Einzelne Teile des Inhalts, Arbeitsschritte oder Arbeitsergebnisse sind mit einem Drucker auf Papier ausdrückbar.		
2	Einzelne Teile des Inhalts, Arbeitsschritte oder Arbeitsergebnisse lassen sich über die Zwischenablage in andere Anwendungen kopieren. <i>Sind Möglichkeiten zum Speichern von Arbeitsergebnissen aus dem Lernsystem sinnvoll oder vorhanden?</i> <i>Wenn Möglichkeiten zum Speichern von Arbeitsergebnissen aus dem Lernsystem weder sinnvoll noch vorhanden sind, die nächsten Punkte überspringen.</i>		
3	Können Arbeitsergebnisse gespeichert werden?		
4	Alle Speicherungsmöglichkeiten, die angegeben werden, sind vorhanden.		
5	Das Speichern der Arbeitsergebnisse ist einfach und schnell durchführbar.		
6	Arbeitsergebnisse lassen sich kompatibel zu anderen Programmen und Betriebssystemen speichern.		
7	Verschiedene Arbeitsergebnisse können gespeichert werden, z.B. Ergebnisse, Lernstrategien, Leistungsfortschritte oder Diagnosen einzelner Lernender oder ganzer Lerngruppen.		
8	Die Ergebnisse sind zu bereits früher gespeicherten Ergebnissen hinzufügbare. <i>Sind Möglichkeiten zum Laden von Eingabedaten in das Lernsystem sinnvoll oder vorhanden?</i> <i>Wenn Möglichkeiten zum Laden von Eingabedaten in das Lernsystem weder sinnvoll noch vorhanden sind, die nächsten Punkte überspringen.</i>		
9	Können Eingabedaten geladen werden?		
10	Alle Lademöglichkeiten, die angegeben werden, sind vorhanden.		
11	Das Laden von Eingabedaten ist einfach und schnell durchführbar.		
12	Daten lassen sich aus anderen Programmen und Betriebssystemen laden.		
13	Daten lassen sich zu bereits vorhandenen Eingaben hinzufügen.		

Erweiterte Prüfliste für Lernsysteme: Seiten 8 / 9 von 21 (Prüfliste)

14	Wenn Daten vom Lernsystem gespeichert oder weitergegeben werden, werden die Lernenden informiert; alle Daten werden ausschließlich für Aufgaben des Lernsystems verwendet und sind vor unbefugtem Zugriff geschützt.		
Zsf.	Insgesamt sind die Möglichkeiten der Datenspeicherung den Aufgaben des Lernsystems angemessen und einfach und komfortabel durchführbar.		
10.	Eingabegestaltung	j/n	+/-
	<i>Wird die Tastatur als Eingabegerät genutzt? Wenn andere Eingabegeräte als die Tastatur benutzt werden, weiter mit Punkt 10.7. Müssen oder sollen bei der Arbeit mit dem Lernsystem Sonderzeichen eingegeben werden (z.B. Umlaute oder Formelzeichen)? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn bei der Arbeit mit dem Lernsystem Sonderzeichen eingegeben werden müssen oder sollen:</i>		
1	Eine Tastatur mit Sonderzeichen wird verwendet oder zumindest simuliert, so dass Sonderzeichen eingetippt werden können und auf dem Bildschirm erscheinen.		
	<i>Wird eine Tastatur mit Sonderzeichen nur simuliert? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn eine Tastatur mit Sonderzeichen nur simuliert wird:</i>		
2	Die Benutzer können Sonderzeichen einfach und ohne mehrfache Tastenbedienung eintippen. Sie erhalten z.B. immer direkte Hinweise auf dem Bildschirm und nicht nur im Begleitmaterial.		
3	Die Tastaturbedienung ist einfach, z.B. bei der Steuerung des Cursors. <i>Werden Funktionstasten oder andere Tasten mit besonderen Funktionen benutzt? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn Funktionstasten oder andere Tasten mit besonderen Funktionen benutzt werden.</i>		
4	Der Sinn und die Benutzung der Funktionstasten, werden auf dem Bildschirm oder im Begleitmaterial erklärt.		
5	Tippfehler können vor Ausführen einer Eingabe korrigiert werden.		
6	Die Menge der geforderten Eingaben ist den Fähigkeiten der Zielgruppe angemessen, d. h. für jüngere Schüler weniger Tastaturbenutzung (außer bei Textverarbeitungsprogrammen).		
7	Andere Eingabegeräte als die Tastatur können benutzt werden, um die Schwierigkeit des Eintippens zu umgehen, z.B. Maus oder Joystick. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
8	Die Eingabemöglichkeiten sind sinnvoll.		
9	Die Eingabe ist übersichtlich und einfach durchführbar.		
Zsf.	Insgesamt ist die Eingabegestaltung komfortabel und sinnvoll.		

11.	Bildschirmaufbau	j/n	+/-
1	Die technische Qualität der Bildschirmgestaltung ist gut, z.B. klare Auflösung, gleichmäßige Leuchtdichte, gute Kontraste.		
2	Die Menge der Informationen, die auf den Bildschirmseiten erscheinen, ist angemessen, eine Überfrachtung wird vermieden.		
3	Die gezeigten Informationen oder Texte sind über die ganze Bildschirmseite ausgewogen verteilt.		
4	Der Bildschirm ist in Abschnitte gegliedert, die verschiedene Informationen beinhalten, z.B. kann der mittlere Abschnitt für die Schülereingaben und der untere Rand immer für Hilfsinformationen vorgesehen sein.		
5	Die Reihenfolge der Informationen auf dem Bildschirm ist sinnvoll und entspricht dem Lese- und Handlungsablauf.		
6	Zusammengehörende Informationen stehen immer beieinander.		
7	Der Inhalt wird im allgemeinen auf die Bildschirmseiten geblättert und nicht ohne Unterbrechung als Bandwurm gescrollt.		
8	Jede Seite schließt mit einer vollständigen Information oder einem ganzen Satz ab, d. h. fliegende Texte über das Seitenende werden vermieden - außer bei Textverarbeitungsprogrammen.		
9	Alle wichtigen Informationen bleiben lange genug auf dem Bildschirm stehen, dass man sie lesen, erkennen und verstehen kann.		
Zsf.	Insgesamt ist der Bildschirmaufbau übersichtlich und verständlich.		
12.	Textgestaltung	j/n	+/-
1	Die Textgestaltung erleichtert das Lesen auf dem Bildschirm, z.B. werden lange Texte mit einzeiligem Abstand vermieden.		
2	Die Textgestaltung betont wichtige Informationen durch Hervorhebungen, z.B. durch Unterstreichungen, andere Proportionen oder Farben.		
3	Alle Buchstaben und Sonderzeichen erscheinen in üblicher Form auf dem Bildschirm.		
4	Der Zeichensatz ist in seiner Form und Größe geeignet und gut lesbar, vor allem unter Berücksichtigung der Darstellung am Bildschirm.		
Zsf.	Insgesamt ist die Textgestaltung sinnvoll, übersichtlich und gut lesbar.		
13.	Grafikgestaltung	j/n	+/-
	Sind Grafiken (unbewegliche Bilder oder Darstellungen) im Lernsystem vorhanden? <i>Wenn keine Grafiken vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "14. Farbgestaltung".</i>		
1	Die Qualität der Grafiken ist gut, d. h. klare Linien, Formen, Kontraste und verständliche Darstellungen.		
2	Durch die Grafiken soll der Lerninhalt verdeutlicht werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
3	Die Grafiken sind mehr als nur ein Zusatz oder einfacher Wordersatz. Durch sie wird Wichtiges betont und das Verstehen erleichtert, z.B. durch grafische Hinweise auf besondere Details.		

Erweiterte Prüfliste für Lernsysteme: Seiten 10 / 11 von 21 (Prüfliste)

4	Durch die Grafiken soll die Bedienung des Lernsystems erleichtert und erklärt werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>			
5	Die Grafiken sind nach Form, Inhalt und Häufigkeit zur Erleichterung und Erklärung der Bedienung des Lernsystems geeignet.			
6	Die Grafiken sollen zur Motivierung der Zielgruppe beitragen. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>			
7	Die Grafiken sind nach Form, Inhalt und Häufigkeit zur Motivierung der Zielgruppe geeignet.			
Zsf.	Insgesamt sind die Grafiken verständlich, sinnvoll und motivierend eingesetzt.			
14.	Farbgestaltung	j/n	+/-	
	Ist die Bildschirmgestaltung mehrfarbig? <i>Wenn keine mehrfarbige Bildschirmgestaltung vorhanden ist, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "15. Animationen".</i>			
1	Die Qualität der Farben ist gut, z.B. durch klare Kontraste.			
2	Wichtige Informationen durch mehrfarbige Hinweise sind so gestaltet, dass sie z.B. auch für Farbblinde durch eine andere Form oder einen anderen Grauwert erkannt werden können.			
3	Durch die Farbgestaltung soll der Lerninhalt verdeutlicht werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>			
4	Durch die mehrfarbige Gestaltung werden Informationen auf anderer Ebene vermittelt, das Verstehen erleichtert oder Wichtiges betont, z.B. durch farbliche Hinweise auf besondere Zusammenhänge.			
5	Die Farben zur Verdeutlichung des Lerninhalts werden einheitlich eingesetzt.			
6	Durch farbliche Hinweise wird die Bedienung des Lernsystems erleichtert und erklärt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>			
7	Die Farbgestaltung trägt sinnvoll zur Erleichterung und Erklärung der Bedienung des Lernsystems bei.			
8	Die Farben zur Verdeutlichung der Bedienung werden einheitlich eingesetzt.			
9	Die Farben werden zur Motivierung der Zielgruppe eingesetzt, z.B. bei der Rückmeldung. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>			
10	Die Farben werden sinnvoll zur Motivierung der Zielgruppe eingesetzt.			
Zsf.	Insgesamt sind die Farben effektiv, sinnvoll und motivierend eingesetzt.			

15.	Animationen	j/n	+/-	
	Sind Animationen (bewegliche Bilder und Darstellungen) im Lernsystem vorhanden? <i>Wenn keine Animationen vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "16. Akustische Gestaltung".</i>			
1	Die Qualität der Animationen ist gut, d. h. klare und gleichmäßige Bewegungsabläufe und verständliche Darstellungen.			
2	Durch die Animationen soll der Lerninhalt verdeutlicht werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>			
3	Durch die Animationen werden Informationen auf einer bildlichen Ebene vermittelt, wodurch das Verstehen erleichtert und Wichtiges betont wird.			
4	Durch Animationen werden Bedienungshinweise gegeben. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>			
5	Die Animationen (lenken nicht vom Lerninhalt ab und) sind nach Form, Inhalt, Häufigkeit und Dauer zur Erleichterung und Erklärung der Bedienung des Lernsystems geeignet.			
6	Die Animationen sollen die Zielgruppe motivieren oder werden als Rückmeldungen eingesetzt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>			
7	Die Animationen (lenken nicht vom Lerninhalt ab und) sind nach Form, Inhalt, Häufigkeit und Dauer der Zielgruppe angemessen, z.B. durch kurze Dauer, damit sie nach mehreren Wiederholungen nicht langweilig werden.			
Zsf.	Insgesamt sind die Animationen verständlich, sinnvoll und motivierend.			
16.	Akustische Gestaltung	j/n	+/-	
	Sind akustische Elemente wie Töne oder Sprachausgaben im Lernsystem vorhanden? <i>Wenn keine akustischen Elemente wie Töne oder Sprachausgaben vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "17. Gestaltung des Lerninhalts".</i>			
1	Die Qualität der akustischen Elemente ist gut, z.B. das Klangbild der Töne. Falls Sprachausgaben vorhanden sind, weisen sie einen verständlichen und natürlichen Redefluss, Rhythmus und eine angemessene Geschwindigkeit und Intonation auf.			
2	Sprachliche Ausgaben sind vorhanden.			
3	Die akustischen Elemente sollen zur Verdeutlichung des Lerninhalts beitragen. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>			
4	Durch die akustischen Elemente werden Hinweise gegeben, die die Bildschirmausgabe unterstützen, das Verstehen erleichtern und auf Wichtiges hinweisen.			
5	Durch die akustischen Elemente werden Hinweise zur Bedienung des Lernsystems gegeben. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>			
6	Durch die akustischen Elemente werden Hinweise gegeben, die die Bedienung erleichtern und auf Wichtiges hinweisen, z.B. dass eine Eingabe zu lang ist.			

Erweiterte Prüfliste für Lernsysteme: Seiten 12 / 13 von 21 (Prüfliste)

7	Die akustischen Elemente sollen die Zielgruppe motivieren und werden auch als Rückmeldungen eingesetzt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
8	Die akustischen Elemente (lenken nicht vom Lerninhalt ab und) sind in ihrer Gestaltung und Häufigkeit für die Zielgruppe angemessen.		
9	Soll das Lernsystem in einem Raum mit mehreren Lernenden eingesetzt werden, so lassen sich die akustischen Ausgaben durch Bildschirminformationen ersetzen, bzw. das Lernsystem ist auch ohne akustische Ausgaben verständlich und sinnvoll verwendbar.		
Zsf.	Insgesamt sind die akustischen Elemente sinnvoll, verständlich und motivierend.		
17.	Gestaltung des Lerninhalts	j/n	+/-
1	Die Auswahl und Vermittlung des Lerninhalts ist in fachlicher Hinsicht richtig, d. h. der Lerngegenstand wird sachlich korrekt dargestellt.		
2	Die Auswahl und Vermittlung des Lerninhalts ist in fachlicher und pädagogischer Hinsicht wichtig, d. h. der Lerngegenstand muss relevant sein.		
3	Die Gestaltung des Lerninhalts und seine didaktische Vermittlung stimmt mit den Angaben im Begleitmaterial überein.		
4	Die Auswahl und die didaktische Vermittlung des Lerninhalts ist für die angegebene Zielgruppe geeignet, wichtig und motivierend. <i>Soll das Lernsystem vor allem lehrbegleitend eingesetzt werden? Die nächsten zwei Punkte nur ausfüllen, wenn das Lernsystem vor allem lehrbegleitend eingesetzt werden soll:</i>		
5	Die Auswahl und Vermittlung des Lerninhalts ist vereinbar mit den Lehrplänen und Richtlinien.		
6	Die Auswahl und Vermittlung des Lerninhalts ist vereinbar mit den in der Lehre verwendeten Materialien.		
7	Die Vermittlung von isoliertem oder von schnell veraltendem Faktenwissen wird vermieden.		
8	Der Bezug des Inhalts zu ähnlichen Lernbereichen und Aufgaben wird durch vielfältige Übertragungen (Transfer) hergestellt und ermöglicht.		
9	Der Lerninhalt enthält externe Verknüpfungen zu weiterführenden Informationen.		
10	Der Lerninhalt wird fachdidaktisch angemessen vermittelt. Alle Kategorien, Informationen und Darstellungen werden verständlich, richtig und eindeutig vermittelt.		
11	Die Kategorien und Begriffe, z.B. Fachtermini, werden einheitlich verwendet.		
12	Neue Kategorien und Begriffe werden verständlich eingeführt und erklärt.		
13	Falls notwendig, werden den Lernenden zur Verdeutlichung Beispiele etc. gegeben, die ihnen Assoziationen zu bestehenden Kenntnissen erlauben.		
14	Der Umfang des Lerninhalts ist quantitativ ausreichend und komplett und entspricht seiner fachdidaktischen Wichtigkeit, z.B. wird genügend Übungsmöglichkeit entsprechend der Relevanz des Lernstoffs oder der Fehlerhäufigkeit angeboten.		
15	Die Untergliederung und Reihenfolge des Lerninhalts ist fachdidaktisch und lernpsychologisch sinnvoll, z.B. bezogen auf die Schwierigkeit der verschiedenen Lernaufgaben und den Aufbau der Lernschritte vom Leichten zum Schweren.		

16	Der Lerninhalt enthält interne Verknüpfungen zwischen verwandten Informationen.		
17	Die Vermittlung und Untergliederung ist sinnvoll, z.B. wird der Lernstoff auf induktivem oder deduktivem Weg (vom Einzelnen zum Allgemeinen oder umgekehrt) vermittelt.		
18	Die Vermittlung und Untergliederung eröffnet Lernmöglichkeiten, die verschiedene sensorische Wahrnehmungskomponenten (visuelle und auditive) berücksichtigen.		
19	Der Schwierigkeitsgrad ist den Voraussetzungen und Kenntnissen der Zielgruppe angemessen.		
20	Der Lerninhalt wird in mehreren Schwierigkeitsstufen behandelt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
21	Die Differenzierung in mehrere Schwierigkeitsstufen basiert auf einem qualitativen fachdidaktischen Konzept, d. h. die Stufen sind z.B. nach Zielgruppe oder Vorwissen variiert.		
Zsf.	Insgesamt ist der Lerninhalt sachlich richtig und methodisch-didaktisch sinnvoll ausgewählt und dargestellt.		
18.	Adaptierbarkeit des Lerninhalts	j/n	+/-
1	Ist eine Veränderung des Inhalts des Lernsystems möglich? Eine Inhaltsveränderung bedeutet, dass Lernende oder Lehrende z.B. eigene Notizen anlegen können oder Verknüpfungen im Lernsystem bearbeiten können. <i>Wenn diese Möglichkeit nicht besteht, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "19. Adaptivität".</i>		
2	Die Veränderungsmöglichkeiten sind für die angegebenen Ziele des Lernsystems ausreichend, z.B. können in Simulationen eigene Simulationsumgebungen geschaffen werden.		
3	Eigene Dokumente können in das Lernsystem importiert und integriert werden.		
4	Alle Veränderungen und Hinzufügungen sind ohne Programmierkenntnisse einfach und schnell durchführbar, z.B. durch klare, vollständige Hilfen.		
5	Alle im Lernsystem oder der Beschreibung angegebenen Veränderungsmöglichkeiten sind durchführbar.		
Zsf.	Insgesamt sind die Möglichkeiten, den Inhalt des Lernsystems zu verändern, ausreichend und komfortabel.		
19.	Adaptivität des Lernsystems	j/n	+/-
	<i>Sind automatische Anpassungen des Lernsystems an Erfordernisse der Lernenden sinnvoll oder vorhanden? Wenn automatische Anpassungen des Lernsystems an Erfordernisse der Lernenden weder sinnvoll noch vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "20. Kommunikation und Kooperation".</i>		
1	Das Lernsystem reagiert auf den Lernverlauf der Lernenden, indem der individuelle Leistungsstand analysiert wird und entsprechende Anpassungen im Lernsystem (z.B. Verzweigungen im Inhalt) empfohlen oder durchgeführt werden.		

Erweiterte Prüfliste für Lernsysteme: Seiten 14 / 15 von 21 (Prüfliste)

2	Gibt es Anpassungen, die sich nicht auf die Leistung, sondern auf den Arbeitsstand oder die Bedienung beziehen? <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>			
3	Diese Anpassungen sind hilfreich, verständlich und sinnvoll.			
4	Die Anpassungen werden nach einer Antwort- oder Lernverlaufsanalyse automatisch durchgeführt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>			
5	Es ist sinnvoll, dass die Anpassungen automatisch erfolgen. Sie sind überschaubar und verständlich.			
6	Die Anpassungen nach einer Antwort- oder Lernverlaufsanalyse werden empfohlen und können von den Lernenden gewählt oder ignoriert werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>			
7	Es ist sinnvoll, dass die Lernenden Anpassungen wählen können.			
8	Die Häufigkeit und der Zeitpunkt von Anpassungen sind angemessen, z.B. gibt es ausreichende Verzweigungen nach Übungen oder mehreren falschen Antworten.			
9	Die Leistungskriterien, aufgrund derer Anpassungen erfolgen oder empfohlen werden, sind dem Schwierigkeitsgrad der Übungen und dem Niveau der Zielgruppe angemessen.			
10	Verzweigungen zum Üben und Wiederholen fehlerhaft bearbeiteter Aufgaben sind vorhanden. <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>			
11	Die fehlerhaft bearbeiteten Aufgaben erscheinen in anderer Reihenfolge.			
12	Die Verzweigungen während oder nach einer Übung enthalten leichtere oder schwierigere Aufgaben, die den Kenntnissen und Fähigkeiten der Lernenden entsprechen.			
13	Die Verzweigungen während oder nach einer Übung enthalten anderes, förderndes und wichtiges Lernmaterial. <i>Wird den Lernenden ein bislang unbekannter Lerninhalt vermittelt? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn den Lernenden ein bislang unbekannter Lerninhalt vermittelt wird;</i>			
14	Durch die Anpassungen werden variierte Lern- und Präsentationsformen angeboten, z.B. wird derselbe Inhalt auf andere Weise erklärt oder das Lernen durch zusätzliche Hilfestellungen erleichtert.			
Zsf.	Das Lernsystem ist in sinnvoller Weise adaptiv gestaltet. Es reagiert flexibel und zielgruppengemäß auf unterschiedliche Lernfortschritte, Strategien und Fähigkeiten.			
20.	Kommunikation und Kooperation	j/n	+/-	
1	Bietet das Lernsystem Kommunikationsmöglichkeiten für die Lernenden, z.B. mit anderen Lernenden oder Lehrenden? <i>Wenn diese Möglichkeit nicht besteht, die nächsten Punkte überspringen.</i>			
2	Informations- und Kommunikationsangebote sind aufeinander abgestimmt und ineinander integriert.			
3	Kommunikationsangebote unterstützen Zusatzfunktionen wie das Versenden von Dateien, Präsentationen und Diskussionen.			
4	Kommunikationsmöglichkeiten umfassen Angebote für Lernende untereinander sowie zwischen Lernenden und Lehrenden.			
5	Das Lernsystem integriert Kommunikationsangebote in vielfältiger Weise, z.B. als E-Mail, Mailinglist, Chat.			
6	Kommunikationsangebote lassen sich für private Kommunikation und für Gruppenkommunikation nutzen.			
7	Kommunikationsangebote lassen sich - falls nötig - an individuelle Wünsche und Bedürfnisse, z.B. technische Ausstattungen anpassen.			
8	Kommunikationsvorgänge lassen sich protokollieren, um für spätere Bearbeitung und Nutzung zur Verfügung zu stehen.			
9	Bietet das Lernsystem Möglichkeiten zum kooperativen Lernen? <i>Wenn diese Möglichkeit nicht besteht, die nächsten Punkte überspringen.</i>			
10	Der Zugriff auf kooperativ bearbeitbare Materialien ist in geeigneter Weise z.B. durch Zugriffsberechtigungen geregelt.			
11	Die Bearbeitung von Materialien ist einfach und ohne technische Kenntnisse möglich.			
12	Teilnehmende an Gruppenarbeit können ihre Rolle in der Gruppe im Laufe der Arbeit verändern, z.B. durch Erweiterung von Zugriffsberechtigungen.			
13	Kooperationsfunktionen lassen sich auf an individuelle Wünsche und Bedürfnisse, z.B. technische Ausstattungen anpassen.			
14	Kooperationsdienste unterstützen die Koordination von Gruppenarbeit, z.B. die Verteilung von Aufgaben und die Einhaltung von Terminen. Kooperationsdienste unterstützen die Entscheidungsfindung bei Gruppenarbeiten.			
15	Bei Veränderungen des Lernmaterials werden alle Betroffenen informiert, Veränderungen werden dokumentiert.			
16	Das Lernsystem stellt sicher, dass kooperativ bearbeitete Informationen stets für alle Lernenden aktuell und konsistent verfügbar sind.			
Zsf.	Das Lernsystem unterstützt kommunikatives und kooperatives Lernen; entsprechende Elemente sind sinnvoll gestaltet und leicht bedienbar.			
21.	Aufgaben- und Antwortgestaltung	j/n	+/-	
	<i>Sind Aufgaben oder Übungen im Lernsystem sinnvoll oder vorhanden? Wenn Aufgaben oder Übungen weder sinnvoll noch vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "22. Leistungsauswertung und Diagnose".</i>			
1	Die Aufgaben und Fragen sind verständlich, eindeutig und klar.			
2	Die Aufgaben und Fragen sind so gestaltet, dass ein mechanisches Antworten umgangen wird, d.h. zu viele Hinweise oder zu einfache Aufgaben und zu ähnliche Antwortmöglichkeiten werden vermieden.			
3	Die Antworteingaben sind verständlich und sinnvoll gestaltet, d. h. verwirrende, ablenkende Antwortformen, schlecht zu erkennende Auswahlmöglichkeiten und Unklarheiten werden vermieden.			
4	Die Übungen und Lernaktivitäten sind abwechslungsreich gestaltet, ohne die Lernenden durch die unterschiedlichen Aufgabenstellungen zu verwirren.			

Erweiterte Prüfliste für Lernsysteme: Seiten 16 / 17 von 21 (Prüfliste)

	<i>Enthält das Lernsystem Aufgaben, die schwerpunktmäßig zum Üben und Wiederholen eines Lernstoffs dienen?</i>				
	<i>Die nächsten beiden Punkte nur ausfüllen, wenn das Lernsystem Aufgaben enthält, deren Schwerpunkt im Üben und Wiederholen eines Lernstoffs liegt:</i>				
5	Zum Üben eines Lernstoffs werden die Aufgaben bei jeder Wiederholung in einer anderen, zufälligen Reihenfolge gestellt.				
6	Beim Üben und Wiederholen eines Lernstoffs erscheinen bei jedem Bearbeitungsdurchgang andere Aufgaben, d.h. das Lernsystem enthält für jeden Übungsteil ein 'Aufgabenreservoir', aus dem immer andere Aufgaben gezogen werden.				
7	Die Anzahl der möglichen Antwortversuche für die Lösung einer Aufgabe ist ausreichend, z.B. bei erforschendem Lernen sind mehrere Antwortversuche sinnvoll.				
8	Der Umfang der Übungen und ihre durchschnittliche Bearbeitungsdauer sind angemessen und können von Lernenden und Lehrenden überschaut werden, d. h. lange Übungen, deren Ende nicht eingeschätzt werden kann, werden vermieden.				
9	Sofortiges Antworten ist möglich, ohne vorgegebene Pausen abwarten zu müssen. <i>Enthält das Lernsystem Aufgaben oder Übungen mit zeitlichem Bearbeitungslimit?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn Aufgaben oder Übungen mit zeitlichem Bearbeitungslimit vorhanden sind:</i>				
10	Die Zeitbegrenzung oder -messung bei Aufgaben oder Übungen ist didaktisch sinnvoll und motivierend.				
11	Künstliche und unbegründete Fehlerfallen werden vermieden, z.B. Aufgaben, die seltene oder zu ähnliche Fehlerquellen beinhalten.				
12	Die Antwortanalyse ist effektiv und sinnvoll gestaltet, d. h. alle richtigen Antworten werden auch als richtig bewertet, mögliche Alternativantworten werden anerkannt, unerhebliche Fehler werden toleriert oder können nach einem Hinweis korrigiert werden.				
13	Es erfolgen rechtzeitig Sperrmaßnahmen oder Hinweise, wenn eine Antworteingabe zu lang ist.				
14	Ausreichende und verständliche Hilfestellungen werden bei Beantwortungsproblemen gegeben oder sind abrufbar, d. h. es wird sichergestellt, dass Lernende, die eine Aufgabenstellung nicht verstehen, weiterarbeiten kann und nicht immer wieder die gleiche Aufgabe gestellt bekommt.				
15	Rückmeldungen und/oder Verzweigungen nach der Bearbeitung einzelner Aufgaben oder Teile sind, wo sie notwendig sind, vorhanden.				
16	Die Rückmeldungen und Leistungsauswertungen nach der Bearbeitung einzelner Aufgaben oder Übungen erfolgen durch schriftliche Kommentare, Angabe von absoluten Zahlen, Prozentangaben, Noten oder Grafiken.				
17	Wenn eine falsche Antwort abgegeben wird, bleibt diese stehen und zusätzlich wird die richtige Antwort eingeblendet, damit die Schüler kontrollieren können, was in ihren Eingaben falsch war.				
18	Zwingende Wiederholungsschleifen, in denen Aufgaben oder Übungen so lange vorgelegt werden, bis sie richtig beantwortet werden, werden vermieden.				
19	Die Rückmeldungen sind in Form und Inhalt für weibliche und männliche Benutzer geeignet und motivierend gestaltet.				
20	Rückmeldungen erfolgen sofort nach einer Antwort. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>				
21	Die sofortigen Rückmeldungen sind didaktisch sinnvoll, da z.B. ein neuer oder schwieriger Lerninhalt geübt wird.				
22	Rückmeldungen erfolgen verzögert, d. h. erst nach mehreren Antworten. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>				
23	Die verzögerten Rückmeldungen erfolgen spätestens nach 15-20 Minuten.				
24	Es erfolgen Rückmeldungen sowohl nach jeder Antwort als auch verzögert nach mehreren Antworten. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>				
25	Das Einbringen von sofortigen und verzögerten Rückmeldungen ist didaktisch sinnvoll und nicht verwirrend.				
26	Die Rückmeldungen sind abwechslungsreich gestaltet.				
27	Die Rückmeldungen nach richtigen Antworten und Arbeitsschritten sind positiv und verstärkend.				
28	Die Rückmeldungen, die zur Motivierung eingesetzt werden, sind angemessen lang, z.B. für Animationen nach einer Antwort maximal 2-3 Sekunden und nach einer Übung ca. 10 Sekunden.				
29	Die Rückmeldungen regen zur Nutzung weiterer Hilfsmittel an, z.B. eines Nachschlagewerks.				
30	Die Rückmeldungen regen zu weiteren Lernaktivitäten an, z.B. zu nachbereitenden Gruppenarbeiten.				
31	Die Rückmeldungen sind bei Bedarf abwählbar.				
32	Informierende Rückmeldungen nach falschen Antworten werden (wenigstens manchmal) gegeben und zeigen auf, wo ein Fehler gemacht wurde.				
33	Rückmeldungen nach falschen Antworten sind hilfreich und fördernd, d. h. sie benennen (wenigstens manchmal) die Fehlerursache, geben Hinweise, wie die Fehler zu vermeiden sind, und/oder sie motivieren die Lernenden zur Selbstkorrektur.				
34	Rückmeldungen nach Fehlern sind ermutigend. Abfällige oder vorwurfsvolle Rückmeldungen werden vermieden, statt dessen werden z.B. die richtigen Elemente in der Antwort aufgezeigt.				
35	Die Rückmeldungen bewerten die Antwort und nicht die Person, falsch wäre z.B. 'Du bist schlecht'.				
36	Rückmeldungen nach falschen Antworten sind weniger interessant gestaltet als die nach richtigen Antworten, um nicht zu falschen Antworteingaben zu reizen.				
Zsf.	Insgesamt sind die Aufgabenstellungen, Antwortformen und Lernaktivitäten sinnvoll gestaltet.				

Erweiterte Prüfliste für Lernsysteme: Seiten 18 / 19 von 21 (Prüfliste / Gesamtbewertungstabelle)

22.	Leistungsauswertung und Diagnose	j/n	+/-	GESAMTBEWERTUNGSTABELLE UND KURZE PRÜFLISTE	j/n
	<i>Ist eine Leistungsauswertung am Ende einer Übung oder eine Diagnose sinnvoll oder vorhanden? Wenn eine Leistungsauswertung am Ende einer Übung oder eine Diagnose weder sinnvoll noch vorhanden ist, weiter mit "23. Allgemeine Qualitätsmerkmale".</i>			I. Kennzeichnung des Lernsystems: siehe vorne	
1	Die Art und Weise der Leistungsauswertung stimmt mit den Angaben im Lernsystem oder der Beschreibung überein.			II. Beurteilung des Lieferumfangs 1. Zsf. Leistungen des Verlags Die Leistungen des Verlags sind angemessen, z.B. durch übersichtliches und verständliches Begleitmaterial und gute Verpackung (j/n).	
2	Der Leistungsstand der Lernenden wird festgestellt durch eine Analyse der Ergebnisse, z.B. durch Vor-, Zwischen- oder Nachtests, Vergleich der Lernergebnisse oder Diagnosen besonderer Lernschwierigkeiten.			III. Beurteilung der Systembeschreibung 2. Zsf. Angaben über die Hard- und Software Die Angaben über die erforderliche Hard- und Software (Geräte und Programme) sind vollständig, genau und verständlich (j/n).	
3	Die Feststellung und Bewertung der Lernergebnisse ist fachlich und didaktisch sinnvoll, z.B. werden die Schwierigkeitsstufen, der Lernfortschritt oder die richtigen Antworten beim ersten oder zweiten Lösungsversuch angemessen berücksichtigt.			3. Zsf. Angaben über die Systembenutzung Die Bedienung und Benutzung des Lernsystems werden vollständig, richtig und verständlich erklärt (j/n).	
4	Die Feststellung und Bewertung der Lernergebnisse ist statistisch korrekt, z.B. wird die Anzahl der Antworten richtig berechnet.			4. Zsf. Angaben über Zielgruppe und Lernziele Die Angaben über Zielgruppe und Lernziele sind genau, richtig und vollständig (j/n).	
5	Der Leistungsstand oder der Lernverlauf werden in verständlicher und ermutigender Form mitgeteilt.			5. Zsf. Angaben über den Einsatzbereich Die Einsatzbereiche und Bearbeitungsformen werden vollständig und verständlich beschrieben (j/n).	
6	Die Lernergebnisse sind auf Papier ausdrückbar. <i>Werden Leistungsstand oder Lernverlauf im Lernsystem diagnostiziert? Die nächsten zwei Punkte nur ausfüllen, wenn der Leistungsstand oder Lernverlauf diagnostiziert werden:</i>			6. Zsf. Angaben über den Inhalt Die Lerninhalte und ihre Vermittlung werden vollständig, verständlich und richtig beschrieben (j/n).	
7	Der Leistungsstand oder Lernverlauf der Lernenden wird diagnostiziert, z.B. nach Fehlerhäufigkeit, -art oder Lernstrategie.			IV. Beurteilung der Bedienung 7. Zsf. Bedienbarkeit Das Lernsystem arbeitet zuverlässig, fehlerfrei und schnell; die Bedienung ist den Aufgaben angemessen und leicht erlernbar (j/n).	
8	Die Diagnosen sind fachlich, didaktisch und statistisch sinnvoll und richtig.			8. Zsf. Adaptierbarkeit der Bedienung Das Lernsystem ist flexibel gestaltet und eröffnet vielseitige Auswahl- und Anpassungsmöglichkeiten (j/n).	
Zsf.	Insgesamt sind die Leistungsauswertungen oder Diagnosen fachlich und pädagogisch sinnvoll, statistisch richtig und können ausgedrückt werden.			9. Zsf. Datenspeicherung Die Möglichkeiten des Lernsystems zur Datenspeicherung sind den Aufgaben angemessen und einfach und komfortabel durchführbar (j/n).	
23.	Allgemeine Qualitätsmerkmale	j/n	+/-	10. Zsf. Eingabegestaltung Die Eingabegestaltung ist komfortabel und sinnvoll (j/n).	
1	Der gesamte Inhalt des Lernsystems ist frei von engen geschlechtsspezifischen Rollenbildern und Vorurteilen gegenüber gesellschaftlichen Gruppen.				
2	Die beinhalteten Normen und Werte (auch die indirekten) sind akzeptabel, frei von Gewalt oder starkem Konkurrenzdenken.				
3	Die Dialogformen, der sprachliche Ausdruck und der Stil der Ansprache innerhalb der Software sind korrekt und motivierend. Außerdem wird in den Anweisungen des Programms die Verwendung der 1. Person Singular (Ichform) vermieden.				
4	Rechtschreibung, Grammatik und Zeichensetzung sind innerhalb der gesamten Software und im Begleitmaterial korrekt.				
Zsf.	Insgesamt ist das Lernsystem frei von negativen Stereotypen, Vorurteilen, Normen und Werten. Der Dialogstil, die Rechtschreibung, Grammatik und Zeichensetzung sind richtig und angemessen.				

Erweiterte Prüfliste für Lernsysteme: Seiten 20 / 21 von 21 (Gesamtbewertungstabelle / Gesamtbewertung)

V. Beurteilung der medialen Gestaltung

11. Zsf. Bildschirmaufbau

Der Bildschirmaufbau ist übersichtlich und verständlich (j/n).

12. Zsf. Textgestaltung

Die Textgestaltung ist sinnvoll, übersichtlich und gut lesbar (j/n).

13. Zsf. Grafikgestaltung

Die Grafiken sind verständlich, sinnvoll und motivierend eingesetzt (j/n).

14. Zsf. Farbgestaltung

Die Farben sind effektiv, sinnvoll und motivierend eingesetzt (j/n).

15. Zsf. Animationen

Die Animationen sind verständlich, sinnvoll und motivierend (j/n).

16. Zsf. Akustische Gestaltung

Die akustischen Elemente sind sinnvoll, verständlich und motivierend (j/n).

VI. Beurteilung des Lerninhalts

17. Zsf. Gestaltung des Lerninhalts

Der Lerninhalt ist sachlich richtig und methodisch-didaktisch sinnvoll ausgewählt und dargestellt (j/n).

18. Zsf. Adaptierbarkeit des Lerninhalts

Die Möglichkeiten, den Inhalt des Lernsystems zu verändern, sind ausreichend und komfortabel (j/n).

19. Zsf. Adaptivität des Lernsystems

Das Lernsystem ist in sinnvoller Weise adaptiv gestaltet. Es reagiert flexibel und zielgruppengemäß auf unterschiedliche Lernfortschritte, Strategien und Fähigkeiten (j/n).

20. Zsf. Kommunikation und Kooperation

Das Lernsystem unterstützt kommunikatives und kooperatives Lernen; entsprechende Elemente sind sinnvoll gestaltet und leicht bedienbar (j/n).

21. Zsf. Aufgaben- und Antwortgestaltung

Die Aufgabenstellungen, Antwortformen und Lernaktivitäten sind sinnvoll gestaltet (j/n).

22. Zsf. Leistungsauswertung und Diagnose

Die Leistungsauswertungen oder Diagnosen sind fachlich und pädagogisch sinnvoll, statistisch richtig und können ausgedrückt werden (j/n).

23. Zsf. Allgemeine Qualitätsmerkmale

Das Lernsystem ist frei von negativen Stereotypen, Vorurteilen, Normen und Werten. Der Dialogstil, die Rechtschreibung, Grammatik und Zeichensetzung sind richtig und angemessen (j/n).

GESAMTBEWERTUNG DES LERNSYSTEMS

Beschreibung der besonderen Stärken des Lernsystems:

Bewertung in Zahlen:

Anzahl relevanter Abschnitte, deren notwendige Kriterien erfüllt sind (max. 23):

Anzahl relevanter notwendiger Kriterien (j/n), die erfüllt sind (max. 182):

Anzahl relevanter wünschenswerter Kriterien (+/-), die erfüllt sind (max. 71):

abs. in %

Wenn notwendige Kriterien in relevanten Abschnitten nicht erfüllt sind:

Die Qualität des Lernsystems ist in diesem(n) Bereich(en) mangelhaft:

Weitere Kommentare, Bedenken, Veränderungsvorschläge:

C Ergebnisse der Evaluation

Auf den folgenden Seiten sind die vollständigen Prüflisten zu „7 Evaluation ausgesuchter Beispiele“ wiedergegeben. Die Darstellung gliedert sich in die Unterkapitel:

C.1 Meer/Sudjic: Das Architektur-Paket (S. 181ff)

C.2 Heidt et al.: ISIS Architektur (S. 193ff)

C.3 Scartezzini et al.: Architecture et développement durable (S. 205ff)

C.4 University of Hong Kong: BEER – Web-based Learning Environment (S. 217ff)

C.5 University of California (Berkeley): The Vital Signs Project (S. 229ff)

C.6 University of Southern California: Master of Building Science Program (S. 241ff)

C.1 Meer/Sudjic: Das Architektur-Paket

KENNZEICHNUNG DES LERNSYSTEMS

Name des Lernsystems: Auflage/Version, Datum:	Das Architektur-Paket 1997
Entwicklung des Lernsystems (Autor/Autorin):	Ron van der Meer, Deyan Sudjic
Bezugsquelle für das Lernsystem (Verlag): Preis des Lernsystems (mit allen benötigten Materialien): Das Lernsystem ist Teil eines Pakets (z.B. mehrere zusammengehörige Programme) mit dem Namen:	München: arsEdition DM 98,- (€ 50,11) -
Anzahl und Art der Datenträger, bzw. Zugriffsmöglichkeit auf das Lernsystem (z.B. CD-ROM, Disketten, WWW):	1 Buch
Benötigte Rechnerausstattung: Benötigtes Betriebssystem: Speicherplatzanforderungen (Arbeitsspeicher, Festplatte): Grafikanforderungen (z.B. Bildschirmauflösung, Farbe): Sonstige Systemanforderungen:	- - - - -
Zielgruppe(n) des Lernsystems: Lerninhalt(e) des Lernsystems:	an Architektur interessierte Laien Architekturhistorie, Baustile, Konstruktionsprinzipien, Funktion von Architektur
Typische Lehr-/Lernumgebung für den Einsatz des Lernsystems: Klassifizierung des Lernsystems nach Lernparadigma: Interaktionspotenzial des Lernsystems:	Einzelplatzsystem kognitivistisch / konstruktivistisch mittel
Name der Beurteilerin/des Beurteilers: Organisation: Straße / PF: PLZ, Ort:	Stephan Benkert Universität-GH Siegen 57068 Siegen
Datum der Beurteilung:	23.01.2001

1.	Leistungen des Verlags	j/n	+/-
1	Begleitmaterial zum Lernsystem ist vorhanden. <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>	j	
2	Gemeinsames Begleitmaterial für Lernende und Lehrende ist vorhanden.		+
3	Spezielle Informationen für Lehrende sind vorhanden, z.B. in einem separaten Heft oder als Teil im Begleitmaterial.		-
4	Spezielle Informationen für Lernende sind im Begleitmaterial vorhanden.		+
5	Zusätzliches Arbeits- und Lernmaterial ist vorhanden, z.B. weitere Unterlagen.		+
6	Angaben über bereits durchgeführte Bewertungen des Lernsystems oder Informationen über Veröffentlichungen etc. sind vorhanden.		-
7	Das Begleitmaterial ist für Lernende und Lehrende verständlich und motivierend gestaltet.	j	
8	Das Begleitmaterial ist übersichtlich und hilfreich und enthält (wenn es umfangreich ist) ein Inhaltsverzeichnis.	j	
9	Zusätzlich ist ein Stichwortverzeichnis im Begleitmaterial enthalten.		+
10	Weitere Materialien, z.B. nachbestellte Datenträger, Begleithefte oder später erscheinende Neuauflagen, werden zu einem ermäßigten Preis angeboten. Auf diese Möglichkeiten wird hingewiesen.		-
11	Die Möglichkeiten wird angeboten, das Lernsystem vor dem Kauf durch Demonstrations- oder Probeexemplare kennenzulernen.		-
12	Der Preis für Lernende ist angemessen und - falls nötig - reduziert.		+
13	Das Anfertigen von Sicherheitskopien (Backups) ist erlaubt, oder sie werden mitgeliefert. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
14	Backups in unbegrenzter Anzahl dürfen angefertigt werden.		-
15	Der Verlag räumt Umtausch-, Rückgaberecht und Garantiefrieten ein, die über die gesetzlich vorgeschriebenen Bestimmungen hinausgehen. Auf diese Möglichkeit wird im Begleitmaterial oder auf der Verpackung hingewiesen.		
16	Die Verpackung ist stabil und gewährleistet eine sichere Aufbewahrung und einfache Entnahme der Datenträger ohne Beschädigungsgefahr. <i>Sollen umfangreiche Pakete beurteilt werden?</i> <i>Die nächsten Punkte bis 22 nur ausfüllen, wenn umfangreiche Pakete beurteilt werden sollen:</i>	j	
17	Falls Installationshilfe notwendig ist, wird sie angeboten? <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>		
18	Kosten für die Installationshilfe sind angemessen.		
19	Falls Training für die Lehrenden notwendig ist, wird es angeboten? <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>		
20	Kosten für das Training sind angemessen.		
21	Falls Beratung/Wartung notwendig ist, wird sie angeboten? <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>		
22	Kosten für die Beratung/Wartung sind angemessen.		
	<i>In folgende zusammenfassende Abschnittsbewertung sollte nur ein "j" eingetragen werden, wenn kein Kriterium im gesamten Abschnitt 1. mit "n" markiert wurde. Dies gilt für alle weiteren Abschnittsbewertungen.</i>		
Zsf.	Insgesamt sind die Leistungen des Verlags angemessen (z.B. übersichtliches, verständliches Begleitmaterial, gute Verpackung).	j	

2.	Angaben über die Hard- und Software	j/n	+/-
1	Die erforderliche Hardware (Geräteausstattung) wird genau und richtig im Begleitmaterial und/oder auf der Verpackung angegeben.		
2	Falls ein besonderes Betriebssystem vorhanden sein muss, wird dieses genannt?		
3	Falls eine besondere Arbeitsumgebung erforderlich ist, wird diese angegeben?		
4	Falls sonstige Software zur Benutzung notwendig ist, wird sie angegeben?		
Zsf.	Insgesamt sind die Angaben über die erforderliche Hard- und Software vollständig, genau und verständlich.		
3.	Angaben über die Systembenutzung	j/n	+/-
1	Die Bedienungsanleitung im Begleitmaterial ist übersichtlich und logisch strukturiert.	j	
2	Das Vorgehen beim Laden, Bearbeiten und Beenden des Lernsystems wird - auch für Computerunkundige - verständlich und richtig erklärt.		
3	Alle vorhandenen Arbeitsfunktionen des Lernsystems werden vollständig, richtig und eindeutig beschrieben.		
4	Alle Begriffe werden innerhalb der Beschreibungen einheitlich verwendet.	j	
	<i>Können eigene Inhalte oder Übungen in das Lernsystem eingefügt werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn eigene Inhalte oder Übungen eingefügt werden können;</i>		
5	Die Veränderungsmöglichkeiten des Lernsystems, z.B. die Eingabe eigener Inhalte, werden vollständig, richtig und verständlich angegeben. <i>Müssen Begrenzungen von Datenmengen beachtet werden oder sind eingeschränkte Nutzungsmöglichkeiten vorhanden, z.B. maximale Seitenzahl bei Textverarbeitung oder Höchstparameter bei Simulationen?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn Begrenzungen von Datenmengen beachtet werden müssen oder eingeschränkte Nutzungsmöglichkeiten vorhanden sind, z.B. maximale Seitenzahl bei Textverarbeitung oder Höchstparameter bei Simulationen:</i>		
6	Wichtige Grenzwerte für die Benutzung des Lernsystems sind angegeben. <i>Sollen ganze Pakete bewertet werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn ganze Pakete bewertet werden:</i>		
7	Bei Paketen wird die Reihenfolge und die Benutzung der verschiedenen Komponenten vollständig angegeben und erklärt.		
Zsf.	Insgesamt werden die Bedienung und Benutzung des Lernsystems vollständig, richtig und verständlich erklärt.	j	

4. Angaben über Zielgruppe und Lernziele		j/n	+/-
1	Alter oder Kenntnisstand der Zielgruppe, die mit dem Lernsystem arbeiten soll, werden angegeben. <i>Sind besondere Vorkenntnisse oder Fähigkeiten der Zielgruppe, z.B. Maschineschreiben, Programmieren oder Kenntnisse über den Lernerhalt als Benutzungsvoraussetzung unbedingt notwendig?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn besondere Vorkenntnisse oder Fähigkeiten der Zielgruppe, z.B. Maschineschreiben, Programmieren oder Kenntnisse über den Lernerhalt als Benutzungsvoraussetzung unbedingt notwendig sind:</i>	n	
2	Notwendige Vorkenntnisse und Fähigkeiten der Zielgruppe werden vollständig und richtig angegeben. <i>Können mehrere Lernende gleichzeitig mit dem Lernsystem arbeiten?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn mehrere Lernende gleichzeitig mit dem Lernsystem arbeiten können:</i>		
3	Die Anzahl der Benutzer, die gleichzeitig mit dem Lernsystem arbeiten können, wird angegeben, z.B. Paare, kleine Gruppen oder beliebig viele Personen.		
4	Die Lernziele werden beschrieben. <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>	n	
5	Die Lernziele werden ausführlich beschrieben und angegeben.		
6	Der Zusammenhang zwischen Zielen, Inhalten und Methoden wird angegeben.	n	
7	Die Lernziele werden auch für die Lernenden beschrieben und begründet.		-
Zsf.	Insgesamt sind die Angaben über Zielgruppe und Lernziele genau, richtig und vollständig.	n	
5. Angaben über den Einsatzbereich		j/n	+/-
1	Der Einsatzbereich für das Lernsystem wird angegeben und geeignete Bearbeitungsformen werden beschrieben. <i>Wird das Lernsystem speziell als lehrbegleitend empfohlen?</i> <i>Die nächsten zwei Punkte nur ausfüllen, wenn das Lernsystem speziell als lehrbegleitend empfohlen wird:</i>	n	
2	Die Integration des Lernsystems in die Lehre und die Organisation der Lernformen werden beschrieben.		
3	Die durchschnittlich notwendige Zeit für die Bearbeitung des Lernsystems oder einzelner Übungen wird angegeben.		
4	Die Benutzung anderer Lernmaterialien wird beschrieben und weiterführende Lernaktivitäten werden empfohlen.		+
5	Falls besondere Vorkenntnisse der Lehrenden für den Einsatz des Lernsystems, z.B. Programmierkenntnisse, erforderlich sind, werden sie angegeben?		
6	Falls besondere Vorbereitungen oder Vorbereitungszeiten für Lernende oder Lehrende notwendig sind, werden sie richtig angegeben?		
Zsf.	Insgesamt werden die Einsatzbereiche und Bearbeitungsformen vollständig und verständlich beschrieben.	n	

6. Angaben über den Inhalt		j/n	+/-
1	Der (Lern-) Inhalt, seine Wichtigkeit, Auswahl und Vermittlung werden beschrieben.	j	
2	Der Lerninhalt wird möglichst vollständig angegeben, z.B. als Liste mit den wichtigsten Übungsinhalten.		-
3	Alle Inhalts- und Förderungsschwerpunkte des Lernsystems werden angegeben und entsprechen dem tatsächlichen Inhalt des Lernsystems.	n	
4	Die Aufgabenstellungen und Lernaktivitäten werden (mit Beispielen) beschrieben. <i>Soll das Lernsystem vor allem lehrbegleitend eingesetzt werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn ein Lernsystem beurteilt wird, das vor allem lehrbegleitend eingesetzt werden soll:</i>	n	
5	Eine Angabe ist vorhanden, inwieweit der Inhalt des Lernsystems mit Lehrplänen oder anderen Lernmaterialien übereinstimmt oder vereinbar ist.		
Zsf.	Insgesamt werden die Lerninhalte und ihre Vermittlung vollständig, verständlich und richtig beschrieben.	n	
7. Bedienbarkeit		j/n	+/-
1	Das Lernsystem ist sinnvoll, klar und logisch strukturiert, z.B. durch ein Inhaltsmenü.	j	
2	Im Inhaltsmenü oder in den Lerninhalten werden bereits bearbeitete Teile oder Übungen markiert.		-
3	Die Benutzer können das Lernsystem überblicken, z.B. an welcher Stelle sie sich befinden, wie umfangreich eine Übung ist oder wie sie in andere Teile wechseln können.	j	
4	Bei einem vorzeitigen Beenden können der momentane Arbeitsstand oder die Lernergebnisse zwischengespeichert oder markiert werden, z.B. mit einem 'elektronischen Lesezeichen'.		
5	Das Lernsystem ist einfach zu starten und zu beenden. <i>Kann das Lernsystem nach den Angaben des Verlags von den Lernenden selbstständig bearbeitet werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn das Lernsystem nach den Angaben des Verlags von den Lernenden selbstständig bearbeitet werden kann:</i>	j	
6	Das Lernsystem ist (nach einer Einführung) selbstständig von den Lernenden zu bearbeiten.		
7	Das Lernsystem erklärt seine Benutzung weitgehend selbst, da konkrete Bedienungsanleitungen auf dem Bildschirm erfolgen, z.B. durch den Hinweis 'Tippe eine Zahl ein'. <i>Werden am Anfang Benutzungshinweise auf dem Bildschirm gegeben?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn am Anfang Benutzungshinweise auf dem Bildschirm gegeben werden:</i>		
8	Die Benutzungshinweise, die am Anfang gegeben werden, sind klar und verständlich. Sie können auch übersprungen werden, z.B. bei einer Wiederholung, wenn sie sehr umfangreich sind.		
9	Der Befehlsumfang für die Benutzung ist klar, überschaubar und einfach.		
10	Befehle, Begriffe und Symbole für gleiche Sachverhalte und Bedienungsfunktionen werden einheitlich verwendet.		

11	Um zu gewährleisten, dass die Lernenden bei Bedienungsproblemen weiterarbeiten können, sind Hinweise über einen Hilfebefehl oder eine Hilfetaste aufrufbar oder erfolgen automatisch auf dem Bildschirm.		
12	Wenn Fehlermeldungen nach falschen Befehlseingaben gegeben werden, erfolgen sie sofort, sind verständlich und hilfreich, z.B. weisen sie auf den Fehler hin und bieten Korrekturmöglichkeiten an.		
13	Nicht benötigte Tasten sind zur Vermeidung von Eingabefehlern gesperrt, z.B. ist dies sinnvoll bei Menüauswahlen oder Antworteingaben, für die nur Zahlen zulässig sind.		
14	Eingaben zur Steuerung können abgekürzt werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
15	Die Eingabeabkürzungen sind einfach und gut merkbar.		
16	Wenn unerhebliche Eingabefehler bei den Steuerungsbefehlen möglich sind, werden sie toleriert, z.B. zwei Leerzeichen zwischen zwei Wörtern oder die Eingabe 'ja' oder 'j' statt 'Ja'.		
17	Das Lernsystem arbeitet fehlerfrei, zuverlässig und kontrollierbar, auch bei falschen Befehls- oder Antworteingaben.		
18	Das Lernsystem reagiert robust und informierend auf Bedienungsfehler, z.B. wird ein Hinweis gegeben, wenn keine Diskette im Laufwerk ist.		
19	Sämtliche Funktionen, die im Lernsystem oder der Beschreibung angegeben werden, sind vorhanden und arbeiten fehlerfrei und erwartungskonform.	j	
20	Das Lernsystem wird schnell gestartet, d. h. das Starten sollte nicht länger als 90 Sekunden dauern.	j	
21	Das Laden einzelner Teile geht schnell, z.B. bei Disketten unter 30 Sekunden.	j	
22	Der Aufbau der Bildschirmseite wird schnell durchgeführt. <i>Die nächsten drei Punkte nur ausfüllen, wenn die betreffenden Bereiche im Lernsystem enthalten sind:</i>	j	
23	Falls im Lernsystem enthalten: Die Arbeitsergebnisse und Leistungen werden schnell berechnet.		
24	Falls im Lernsystem enthalten: Arbeitsergebnisse und Leistungen werden schnell gespeichert.		
25	Falls im Lernsystem enthalten: Grafiken oder Animationen werden schnell erstellt.	j	
26	Längere Wartezeiten werden auf dem Bildschirm begründet, z.B. erfolgt ein Hinweis, dass gerade geladen wird.		
Zsf.	Insgesamt arbeitet das Lernsystem zuverlässig, fehlerfrei und schnell; die Bedienung ist den Aufgaben angemessen und leicht erlernbar.	j	

8.	Adaptierbarkeit der Programmbedienung		j/n	+/-
1	Den Lernenden werden Kontroll- und Auswahlmöglichkeiten gegeben, das Lernsystem nach eigenen Wünschen und Interessen zu bearbeiten, z.B.			
	können sie die Inhaltsteile, Aufgabenmenge, Schwierigkeitsstufe oder Hilfen auswählen oder die Schnelligkeit der Bearbeitung bestimmen.		j	
2	Klare Angaben über den zulässigen Wahlbereich bei Auswahlen sind vorhanden, z.B. Angabe der wählbaren Aufgabenzahl von 1-20.			
3	Alle zulässigen Wahlbereiche sind ausreichend groß.			
4	Die vorhandenen Auswahlmöglichkeiten sind ausreichend und sinnvoll eingesetzt.		j	
Zsf.	Insgesamt ist das Lernsystem flexibel gestaltet und eröffnet vielseitige Auswahl- und Anpassungsmöglichkeiten.		j	
9.	Datenspeicherung		j/n	+/-
1	Einzelne Teile des Inhalts, Arbeitsschritte oder Arbeitsergebnisse sind mit einem Drucker auf Papier ausdrückbar.			
2	Einzelne Teile des Inhalts, Arbeitsschritte oder Arbeitsergebnisse lassen sich über die Zwischenablage in andere Anwendungen kopieren. <i>Sind Möglichkeiten zum Speichern von Arbeitsergebnissen aus dem Lernsystem sinnvoll oder vorhanden?</i> <i>Wenn Möglichkeiten zum Speichern von Arbeitsergebnissen aus dem Lernsystem weder sinnvoll noch vorhanden sind, die nächsten Punkte überspringen.</i>			-
3	Können Arbeitsergebnisse gespeichert werden?			
4	Alle Speicherungsmöglichkeiten, die angegeben werden, sind vorhanden.			
5	Das Speichern der Arbeitsergebnisse ist einfach und schnell durchführbar.			
6	Arbeitsergebnisse lassen sich kompatibel zu anderen Programmen und Betriebssystemen speichern.			
7	Verschiedene Arbeitsergebnisse können gespeichert werden, z.B. Ergebnisse, Lernstrategien, Leistungsfortschritte oder Diagnosen einzelner Lernender oder ganzer Lerngruppen.			
8	Die Ergebnisse sind zu bereits früher gespeicherten Ergebnissen hinzufügbare. <i>Sind Möglichkeiten zum Laden von Eingabedaten in das Lernsystem sinnvoll oder vorhanden?</i> <i>Wenn Möglichkeiten zum Laden von Eingabedaten in das Lernsystem weder sinnvoll noch vorhanden sind, die nächsten Punkte überspringen.</i>			
9	Können Eingabedaten geladen werden?			
10	Alle Lademöglichkeiten, die angegeben werden, sind vorhanden.			
11	Das Laden von Eingabedaten ist einfach und schnell durchführbar.			
12	Daten lassen sich aus anderen Programmen und Betriebssystemen laden.			
13	Daten lassen sich zu bereits vorhandenen Eingaben hinzufügen.			

14	Wenn Daten vom Lernsystem gespeichert oder weitergegeben werden, werden die Lernenden informiert; alle Daten werden ausschließlich für Aufgaben des Lernsystems verwendet und sind vor unbefugtem Zugriff geschützt.	j	
Zsf.	Insgesamt sind die Möglichkeiten der Datenspeicherung den Aufgaben des Lernsystems angemessen und einfach und komfortabel durchführbar.	j	
10. Eingabegestaltung		j/n	+/-
	<i>Wird die Tastatur als Eingabegerät genutzt? Wenn andere Eingabegeräte als die Tastatur benutzt werden, weiter mit Punkt 10.7. Müssen oder sollen bei der Arbeit mit dem Lernsystem Sonderzeichen eingegeben werden (z.B. Umlaute oder Formelzeichen)? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn bei der Arbeit mit dem Lernsystem Sonderzeichen eingegeben werden müssen oder sollen:</i>		
1	Eine Tastatur mit Sonderzeichen wird verwendet oder zumindest simuliert, so dass Sonderzeichen eingetippt werden können und auf dem Bildschirm erscheinen.	j	
	<i>Wird eine Tastatur mit Sonderzeichen nur simuliert? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn eine Tastatur mit Sonderzeichen nur simuliert wird:</i>		
2	Die Benutzer können Sonderzeichen einfach und ohne mehrfache Tastenbedienung eintippen. Sie erhalten z.B. immer direkte Hinweise auf dem Bildschirm und nicht nur im Begleitmaterial.	j	
3	Die Tastaturbedienung ist einfach, z.B. bei der Steuerung des Cursors. Werden Funktionstasten oder andere Tasten mit besonderen Funktionen benutzt? <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn Funktionstasten oder andere Tasten mit besonderen Funktionen benutzt werden.</i>	j	
4	Der Sinn und die Benutzung der Funktionstasten, werden auf dem Bildschirm oder im Begleitmaterial erklärt.	j	
5	Tippfehler können vor Ausführen einer Eingabe korrigiert werden.	j	
6	Die Menge der geforderten Eingaben ist den Fähigkeiten der Zielgruppe angemessen, d. h. für jüngere Schüler weniger Tastaturbenutzung (außer bei Textverarbeitungsprogrammen).	j	
7	Andere Eingabegeräte als die Tastatur können benutzt werden, um die Schwierigkeit des Eintippens zu umgehen, z.B. Maus oder Joystick. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
8	Die Eingabemöglichkeiten sind sinnvoll.	j	
9	Die Eingabe ist übersichtlich und einfach durchführbar.	j	
Zsf.	Insgesamt ist die Eingabegestaltung komfortabel und sinnvoll.	j	

11. Bildschirmaufbau		j/n	+/-
1	Die technische Qualität der Bildschirmgestaltung ist gut, z.B. klare Auflösung, gleichmäßige Leuchtdichte, gute Kontraste.	j	
2	Die Menge der Informationen, die auf den Bildschirmseiten erscheinen, ist angemessen, eine Überfrachtung wird vermieden.	j	
3	Die gezeigten Informationen oder Texte sind über die ganze Bildschirmseite ausgewogen verteilt.	j	
4	Der Bildschirm ist in Abschnitte gegliedert, die verschiedene Informationen beinhalten, z.B. kann der mittlere Abschnitt für die Schülereingaben und der untere Rand immer für Hilfsinformationen vorgesehen sein.		+
5	Die Reihenfolge der Informationen auf dem Bildschirm ist sinnvoll und entspricht dem Lese- und Handlungsablauf.	j	
6	Zusammengehörnde Informationen stehen immer beieinander.	j	
7	Der Inhalt wird im allgemeinen auf die Bildschirmseiten geblättert und nicht ohne Unterbrechung als Bandwurm gescrollt.	j	
8	Jede Seite schließt mit einer vollständigen Information oder einem ganzen Satz ab, d. h. fliegende Texte über das Seitenende werden vermieden - außer bei Textverarbeitungsprogrammen.	j	
9	Alle wichtigen Informationen bleiben lange genug auf dem Bildschirm stehen, dass man sie lesen, erkennen und verstehen kann.	j	
Zsf.	Insgesamt ist der Bildschirmaufbau übersichtlich und verständlich.	j	
12. Textgestaltung		j/n	+/-
1	Die Textgestaltung erleichtert das Lesen auf dem Bildschirm, z.B. werden lange Texte mit einzeiligem Abstand vermieden.	j	
2	Die Textgestaltung betont wichtige Informationen durch Hervorhebungen, z.B. durch Unterstreichungen, andere Proportionen oder Farben.	j	
3	Alle Buchstaben und Sonderzeichen erscheinen in üblicher Form auf dem Bildschirm.	j	
4	Der Zeichensatz ist in seiner Form und Größe geeignet und gut lesbar, vor allem unter Berücksichtigung der Darstellung am Bildschirm.	j	
Zsf.	Insgesamt ist die Textgestaltung sinnvoll, übersichtlich und gut lesbar.	j	
13. Grafikgestaltung		j/n	+/-
	Sind Grafiken (unbewegliche Bilder oder Darstellungen) im Lernsystem vorhanden? <i>Wenn keine Grafiken vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "14. Farbgestaltung".</i>		
1	Die Qualität der Grafiken ist gut, d. h. klare Linien, Formen, Kontraste und verständliche Darstellungen.	j	
2	Durch die Grafiken soll der Lerninhalt verdeutlicht werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
3	Die Grafiken sind mehr als nur ein Zusatz oder einfacher Wortsatz. Durch sie wird Wichtiges betont und das Verstehen erleichtert, z.B. durch grafische Hinweise auf besondere Details.	j	

4	Durch die Grafiken soll die Bedienung des Lernsystems erleichtert und erklärt werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		-
5	Die Grafiken sind nach Form, Inhalt und Häufigkeit zur Erleichterung und Erklärung der Bedienung des Lernsystems geeignet.		
6	Die Grafiken sollen zur Motivierung der Zielgruppe beitragen. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
7	Die Grafiken sind nach Form, Inhalt und Häufigkeit zur Motivierung der Zielgruppe geeignet.	j	
Zsf.	Insgesamt sind die Grafiken verständlich, sinnvoll und motivierend eingesetzt.	j	
14. Farbgestaltung		j/n	+/-
	Ist die Bildschirmgestaltung mehrfarbig? <i>Wenn keine mehrfarbige Bildschirmgestaltung vorhanden ist, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "15. Animationen".</i>		
1	Die Qualität der Farben ist gut, z.B. durch klare Kontraste.	j	
2	Wichtige Informationen durch mehrfarbige Hinweise sind so gestaltet, dass sie z.B. auch für Farbblinde durch eine andere Form oder einen anderen Grauwert erkannt werden können.	j	
3	Durch die Farbgestaltung soll der Lerninhalt verdeutlicht werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
4	Durch die mehrfarbige Gestaltung werden Informationen auf anderer Ebene vermittelt, das Verstehen erleichtert oder Wichtiges betont, z.B. durch farbliche Hinweise auf besondere Zusammenhänge.	j	
5	Die Farben zur Verdeutlichung des Lerninhalts werden einheitlich eingesetzt.	j	
6	Durch farbliche Hinweise wird die Bedienung des Lernsystems erleichtert und erklärt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
7	Die Farbgestaltung trägt sinnvoll zur Erleichterung und Erklärung der Bedienung des Lernsystems bei.	j	
8	Die Farben zur Verdeutlichung der Bedienung werden einheitlich eingesetzt.	j	
9	Die Farben werden zur Motivierung der Zielgruppe eingesetzt, z.B. bei der Rückmeldung. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		-
10	Die Farben werden sinnvoll zur Motivierung der Zielgruppe eingesetzt.		
Zsf.	Insgesamt sind die Farben effektiv, sinnvoll und motivierend eingesetzt.	j	

15. Animationen		j/n	+/-
	Sind Animationen (bewegliche Bilder und Darstellungen) im Lernsystem vorhanden? <i>Wenn keine Animationen vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "16. Akustische Gestaltung".</i>		
1	Die Qualität der Animationen ist gut, d. h. klare und gleichmäßige Bewegungsabläufe und verständliche Darstellungen.	j	
2	Durch die Animationen soll der Lerninhalt verdeutlicht werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
3	Durch die Animationen werden Informationen auf einer bildlichen Ebene vermittelt, wodurch das Verstehen erleichtert und Wichtiges betont wird.	j	
4	Durch Animationen werden Bedienungshinweise gegeben. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		-
5	Die Animationen (lenken nicht vom Lerninhalt ab und) sind nach Form, Inhalt, Häufigkeit und Dauer zur Erleichterung und Erklärung der Bedienung des Lernsystems geeignet.		
6	Die Animationen sollen die Zielgruppe motivieren oder werden als Rückmeldungen eingesetzt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		-
7	Die Animationen (lenken nicht vom Lerninhalt ab und) sind nach Form, Inhalt, Häufigkeit und Dauer der Zielgruppe angemessen, z.B. durch kurze Dauer, damit sie nach mehreren Wiederholungen nicht langweilig werden.		
Zsf.	Insgesamt sind die Animationen verständlich, sinnvoll und motivierend.	j	
16. Akustische Gestaltung		j/n	+/-
	Sind akustische Elemente wie Töne oder Sprachausgaben in der Software vorhanden? <i>Wenn keine akustischen Elemente wie Töne oder Sprachausgaben vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "17. Gestaltung des Lerninhalts".</i>		
1	Die Qualität der akustischen Elemente ist gut, z.B. das Klangbild der Töne. Falls Sprachausgaben vorhanden sind, weisen sie einen verständlichen und natürlichen Redefluss, Rhythmus und eine angemessene Geschwindigkeit und Intonation auf.	j	
2	Sprachliche Ausgaben sind vorhanden.		+
3	Die akustischen Elemente sollen zur Verdeutlichung des Lerninhalts beitragen. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
4	Durch die akustischen Elemente werden Hinweise gegeben, die die Bildschirmausgabe unterstützen, das Verstehen erleichtern und auf Wichtiges hinweisen.		
5	Durch die akustischen Elemente werden Hinweise zur Bedienung des Lernsystems gegeben. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		-
6	Durch die akustischen Elemente werden Hinweise gegeben, die die Bedienung erleichtern und auf Wichtiges hinweisen, z.B. dass eine Eingabe zu lang ist.		

7	Die akustischen Elemente sollen die Zielgruppe motivieren und werden auch als Rückmeldungen eingesetzt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		-
8	Die akustischen Elemente (lenken nicht vom Lerninhalt ab und) sind in ihrer Gestaltung und Häufigkeit für die Zielgruppe angemessen.	j	
9	Soll das Lernsystem in einem Raum mit mehreren Lernenden eingesetzt werden, so lassen sich die akustischen Ausgaben durch Bildschirminformationen ersetzen, bzw. das Lernsystem ist auch ohne akustische Ausgaben verständlich und sinnvoll verwendbar.	j	
Zsf.	Insgesamt sind die akustischen Elemente sinnvoll, verständlich und motivierend.	j	
17.	Gestaltung des Lerninhalts	j/n	+/-
1	Die Auswahl und Vermittlung des Lerninhalts ist in fachlicher Hinsicht richtig, d. h. der Lerngegenstand wird sachlich korrekt dargestellt.	j	
2	Die Auswahl und Vermittlung des Lerninhalts ist in fachlicher und pädagogischer Hinsicht wichtig, d. h. der Lerngegenstand muss relevant sein.	j	
3	Die Gestaltung des Lerninhalts und seine didaktische Vermittlung stimmt mit den Angaben im Begleitmaterial überein.	j	
4	Die Auswahl und die didaktische Vermittlung des Lerninhalts ist für die angegebene Zielgruppe geeignet, wichtig und motivierend. <i>Soll das Lernsystem vor allem lehrbegleitend eingesetzt werden? Die nächsten zwei Punkte nur ausfüllen, wenn das Lernsystem vor allem lehrbegleitend eingesetzt werden soll:</i>		
5	Die Auswahl und Vermittlung des Lerninhalts ist vereinbar mit den Lehrplänen und Richtlinien.		
6	Die Auswahl und Vermittlung des Lerninhalts ist vereinbar mit den in der Lehre verwendeten Materialien.		
7	Die Vermittlung von isoliertem oder von schnell veraltendem Faktenwissen wird vermieden.	j	
8	Der Bezug des Inhalts zu ähnlichen Lernbereichen und Aufgaben wird durch vielfältige Übertragungen (Transfer) hergestellt und ermöglicht.	j	
9	Der Lerninhalt enthält externe Verknüpfungen zu weiterführenden Informationen.		+
10	Der Lerninhalt wird fachdidaktisch angemessen vermittelt. Alle Kategorien, Informationen und Darstellungen werden verständlich, richtig und eindeutig vermittelt.	j	
11	Die Kategorien und Begriffe, z.B. Fachtermini, werden einheitlich verwendet.	j	
12	Neue Kategorien und Begriffe werden verständlich eingeführt und erklärt.	j	
13	Falls notwendig, werden den Lernenden zur Verdeutlichung Beispiele etc. gegeben, die ihnen Assoziationen zu bestehenden Kenntnissen erlauben.	j	
14	Der Umfang des Lerninhalts ist quantitativ ausreichend und komplett und entspricht seiner fachdidaktischen Wichtigkeit, z.B. wird genügend Übungsmöglichkeit entsprechend der Relevanz des Lernstoffs oder der Fehlerhäufigkeit angeboten.	j	
15	Die Untergliederung und Reihenfolge des Lerninhalts ist fachdidaktisch und lernpsychologisch sinnvoll, z.B. bezogen auf die Schwierigkeit der verschiedenen Lernaufgaben und den Aufbau der Lernschritte vom Leichten zum Schweren.	j	

16	Der Lerninhalt enthält interne Verknüpfungen zwischen verwandten Informationen.		+
17	Die Vermittlung und Untergliederung ist sinnvoll, z.B. wird der Lernstoff auf induktivem oder deduktivem Weg (vom Einzelnen zum Allgemeinen oder umgekehrt) vermittelt.	j	
18	Die Vermittlung und Untergliederung eröffnet Lernmöglichkeiten, die verschiedene sensorische Wahrnehmungskomponenten (visuelle und auditive) berücksichtigen.		+
19	Der Schwierigkeitsgrad ist den Voraussetzungen und Kenntnissen der Zielgruppe angemessen.	j	
20	Der Lerninhalt wird in mehreren Schwierigkeitsstufen behandelt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		-
21	Die Differenzierung in mehrere Schwierigkeitsstufen basiert auf einem qualitativen fachdidaktischen Konzept, d. h. die Stufen sind z.B. nach Zielgruppe oder Vorwissen variiert.		
Zsf.	Insgesamt ist der Lerninhalt sachlich richtig und methodisch-didaktisch sinnvoll ausgewählt und dargestellt.	j	
18.	Adaptierbarkeit des Lerninhalts	j/n	+/-
1	Ist eine Veränderung des Inhalts des Lernsystems möglich? Eine Inhaltsveränderung bedeutet, dass Lernende oder Lehrende z.B. eigene Notizen anlegen können oder Verknüpfungen im Lernsystem bearbeiten können. <i>Wenn diese Möglichkeit nicht besteht, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "19. Adaptivität".</i>		+
2	Die Veränderungsmöglichkeiten sind für die angegebenen Ziele des Lernsystems ausreichend, z.B. können in Simulationen eigene Simulationsumgebungen geschaffen werden.	j	
3	Eigene Dokumente können in das Lernsystem importiert und integriert werden.		+
4	Alle Veränderungen und Hinzufügungen sind ohne Programmierkenntnisse einfach und schnell durchführbar, z.B. durch klare, vollständige Hilfen.	j	
5	Alle im Lernsystem oder der Beschreibung angegebenen Veränderungsmöglichkeiten sind durchführbar.		
Zsf.	Insgesamt sind die Möglichkeiten, den Inhalt des Lernsystems zu verändern, ausreichend und komfortabel.	j	
19.	Adaptivität des Lernsystems	j/n	+/-
	<i>Sind automatische Anpassungen des Lernsystems an Erfordernisse der Lernenden sinnvoll oder vorhanden? Wenn automatische Anpassungen des Lernsystems an Erfordernisse der Lernenden weder sinnvoll noch vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "20. Kommunikation und Kooperation".</i>		
1	Das Lernsystem reagiert auf den Lernverlauf der Lernenden, indem der individuelle Leistungsstand analysiert wird und entsprechende Anpassungen im Lernsystem (z.B. Verzweigungen im Inhalt) empfohlen oder durchgeführt werden.		

2	Gibt es Anpassungen, die sich nicht auf die Leistung, sondern auf den Arbeitsstand oder die Bedienung beziehen? <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
3	Diese Anpassungen sind hilfreich, verständlich und sinnvoll.		
4	Die Anpassungen werden nach einer Antwort- oder Lernverlaufsanalyse automatisch durchgeführt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
5	Es ist sinnvoll, dass die Anpassungen automatisch erfolgen. Sie sind überschaubar und verständlich.		
6	Die Anpassungen nach einer Antwort- oder Lernverlaufsanalyse werden empfohlen und können von den Lernenden gewählt oder ignoriert werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
7	Es ist sinnvoll, dass die Lernenden Anpassungen wählen können.		
8	Die Häufigkeit und der Zeitpunkt von Anpassungen sind angemessen, z.B. gibt es ausreichende Verzweigungen nach Übungen oder mehreren falschen Antworten.		
9	Die Leistungskriterien, aufgrund derer Anpassungen erfolgen oder empfohlen werden, sind dem Schwierigkeitsgrad der Übungen und dem Niveau der Zielgruppe angemessen.		
10	Verzweigungen zum Üben und Wiederholen fehlerhaft bearbeiteter Aufgaben sind vorhanden. <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>		
11	Die fehlerhaft bearbeiteten Aufgaben erscheinen in anderer Reihenfolge.		
12	Die Verzweigungen während oder nach einer Übung enthalten leichtere oder schwierigere Aufgaben, die den Kenntnissen und Fähigkeiten der Lernenden entsprechen.		
13	Die Verzweigungen während oder nach einer Übung enthalten anderes, förderndes und wichtiges Lernmaterial. <i>Wird den Lernenden ein bislang unbekannter Lerninhalt vermittelt? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn den Lernenden ein bislang unbekannter Lerninhalt vermittelt wird;</i>		
14	Durch die Anpassungen werden variierte Lern- und Präsentationsformen angeboten, z.B. wird derselbe Inhalt auf andere Weise erklärt oder das Lernen durch zusätzliche Hilfestellungen erleichtert.		
Zsf.	Das Lernsystem ist in sinnvoller Weise adaptiv gestaltet. Es reagiert flexibel und zielgruppengemäß auf unterschiedliche Lernfortschritte, Strategien und Fähigkeiten.		
20. Kommunikation und Kooperation		j/n	+/-
1	Bietet das Lernsystem Kommunikationsmöglichkeiten für die Lernenden, z.B. mit anderen Lernenden oder Lehrenden? <i>Wenn diese Möglichkeit nicht besteht, die nächsten Punkte überspringen.</i>		-
2	Informations- und Kommunikationsangebote sind aufeinander abgestimmt und ineinander integriert.		
3	Kommunikationsangebote unterstützen Zusatzfunktionen wie das Versenden von Dateien, Präsentationen und Diskussionen.		
4	Kommunikationsmöglichkeiten umfassen Angebote für Lernende untereinander sowie zwischen Lernenden und Lehrenden.		

5	Das Lernsystem integriert Kommunikationsangebote in vielfältiger Weise, z.B. als E-Mail, Mailinglist, Chat.		
6	Kommunikationsangebote lassen sich für private Kommunikation und für Gruppenkommunikation nutzen.		
7	Kommunikationsangebote lassen sich - falls nötig - an individuelle Wünsche und Bedürfnisse, z.B. technische Ausstattungen anpassen.		
8	Kommunikationsvorgänge lassen sich protokollieren, um für spätere Bearbeitung und Nutzung zur Verfügung zu stehen.		
9	Bietet das Lernsystem Möglichkeiten zum kooperativen Lernen? <i>Wenn diese Möglichkeit nicht besteht, die nächsten Punkte überspringen.</i>		-
10	Der Zugriff auf kooperativ bearbeitbare Materialien ist in geeigneter Weise z.B. durch Zugriffsberechtigungen geregelt.		
11	Die Bearbeitung von Materialien ist einfach und ohne technische Kenntnisse möglich.		
12	Teilnehmende an Gruppenarbeit können ihre Rolle in der Gruppe im Laufe der Arbeit verändern, z.B. durch Erweiterung von Zugriffsberechtigungen.		
13	Kooperationsfunktionen lassen sich auf an individuelle Wünsche und Bedürfnisse, z.B. technische Ausstattungen anpassen.		
14	Kooperationsdienste unterstützen die Koordination von Gruppenarbeit, z.B. die Verteilung von Aufgaben und die Einhaltung von Terminen. Kooperationsdienste unterstützen die Entscheidungsfindung bei Gruppenarbeiten.		
15	Bei Veränderungen des Lernmaterials werden alle Betroffenen informiert, Veränderungen werden dokumentiert.		
16	Das Lernsystem stellt sicher, dass kooperativ bearbeitete Informationen stets für alle Lernenden aktuell und konsistent verfügbar sind.		
Zsf.	Das Lernsystem unterstützt kommunikatives und kooperatives Lernen; entsprechende Elemente sind sinnvoll gestaltet und leicht bedienbar.		
21. Aufgaben- und Antwortgestaltung		j/n	+/-
	<i>Sind Aufgaben oder Übungen im Lernsystem sinnvoll oder vorhanden? Wenn Aufgaben oder Übungen weder sinnvoll noch vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "22. Leistungsauswertung und Diagnose".</i>		
1	Die Aufgaben und Fragen sind verständlich, eindeutig und klar.		
2	Die Aufgaben und Fragen sind so gestaltet, dass ein mechanisches Antworten umgangen wird, d.h. zu viele Hinweise oder zu einfache Aufgaben und zu ähnliche Antwortmöglichkeiten werden vermieden.		
3	Die Antworteingaben sind verständlich und sinnvoll gestaltet, d. h. verwirrende, ablenkende Antwortformen, schlecht zu erkennende Auswahlmöglichkeiten und Unklarheiten werden vermieden.		
4	Die Übungen und Lernaktivitäten sind abwechslungsreich gestaltet, ohne die Lernenden durch die unterschiedlichen Aufgabenstellungen zu verwirren.		

Enthält das Lernsystem Aufgaben, die schwerpunktmäßig zum Üben und Wiederholen eines Lernstoffs dienen?
 Die nächsten beiden Punkte nur ausfüllen, wenn das Lernsystem Aufgaben enthält, deren Schwerpunkt im Üben und Wiederholen eines Lernstoffs liegt:

5 Zum Üben eines Lernstoffs werden die Aufgaben bei jeder Wiederholung in einer anderen, zufälligen Reihenfolge gestellt.

6 Beim Üben und Wiederholen eines Lernstoffs erscheinen bei jedem Bearbeitungsdurchgang andere Aufgaben, d.h. das Lernsystem enthält für jeden Übungsteil ein 'Aufgabenreservoir', aus dem immer andere Aufgaben gezogen werden.

7 Die Anzahl der möglichen Antwortversuche für die Lösung einer Aufgabe ist ausreichend, z.B. bei erforschendem Lernen sind mehrere Antwortversuche sinnvoll.

8 Der Umfang der Übungen und ihre durchschnittliche Bearbeitungsdauer sind angemessen und können von Lernenden und Lehrenden überschaut werden, d. h. lange Übungen, deren Ende nicht eingeschätzt werden kann, werden vermieden.

9 Sofortiges Antworten ist möglich, ohne vorgegebene Pausen abwarten zu müssen.
 Enthält das Lernsystem Aufgaben oder Übungen mit zeitlichem Bearbeitungslimit?
 Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn Aufgaben oder Übungen mit zeitlichem Bearbeitungslimit vorhanden sind:

10 Die Zeitbegrenzung oder -messung bei Aufgaben oder Übungen ist didaktisch sinnvoll und motivierend.

11 Künstliche und unbegründete Fehlerfallen werden vermieden, z.B. Aufgaben, die seltene oder zu ähnliche Fehlerquellen beinhalten.

12 Die Antwortanalyse ist effektiv und sinnvoll gestaltet, d. h. alle richtigen Antworten werden auch als richtig bewertet, mögliche Alternativantworten werden anerkannt, unerhebliche Fehler werden toleriert oder können nach einem Hinweis korrigiert werden.

13 Es erfolgen rechtzeitig Sperrmaßnahmen oder Hinweise, wenn eine Antworteingabe zu lang ist.

14 Ausreichende und verständliche Hilfestellungen werden bei Beantwortungsproblemen gegeben oder sind abrufbar, d. h. es wird sichergestellt, dass Lernende, die eine Aufgabenstellung nicht verstehen, weiterarbeiten kann und nicht immer wieder die gleiche Aufgabe gestellt bekommt.

15 Rückmeldungen und/oder Verzweigungen nach der Bearbeitung einzelner Aufgaben oder Teile sind, wo sie notwendig sind, vorhanden.

16 Die Rückmeldungen und Leistungsauswertungen nach der Bearbeitung einzelner Aufgaben oder Übungen erfolgen durch schriftliche Kommentare, Angabe von absoluten Zahlen, Prozentangaben, Noten oder Grafiken.

17 Wenn eine falsche Antwort abgegeben wird, bleibt diese stehen und zusätzlich wird die richtige Antwort eingeblendet, damit die Schüler kontrollieren können, was in ihren Eingaben falsch war.

18 Zwingende Wiederholungsschleifen, in denen Aufgaben oder Übungen so lange vorgelegt werden, bis sie richtig beantwortet werden, werden vermieden.

19 Die Rückmeldungen sind in Form und Inhalt für weibliche und männliche Benutzer geeignet und motivierend gestaltet.

20 Rückmeldungen erfolgen sofort nach einer Antwort.
 Wenn "+" eingetragen wurde:

21 Die sofortigen Rückmeldungen sind didaktisch sinnvoll, da z.B. ein neuer oder schwieriger Lerninhalt geübt wird.

22 Rückmeldungen erfolgen verzögert, d. h. erst nach mehreren Antworten.
 Wenn "+" eingetragen wurde:

23 Die verzögerten Rückmeldungen erfolgen spätestens nach 15-20 Minuten.

24 Es erfolgen Rückmeldungen sowohl nach jeder Antwort als auch verzögert nach mehreren Antworten.
 Wenn "+" eingetragen wurde:

25 Das Einbringen von sofortigen und verzögerten Rückmeldungen ist didaktisch sinnvoll und nicht verwirrend.

26 Die Rückmeldungen sind abwechslungsreich gestaltet.

27 Die Rückmeldungen nach richtigen Antworten und Arbeitsschritten sind positiv und verstärkend.

28 Die Rückmeldungen, die zur Motivierung eingesetzt werden, sind angemessen lang, z.B. für Animationen nach einer Antwort maximal 2-3 Sekunden und nach einer Übung ca. 10 Sekunden.

29 Die Rückmeldungen regen zur Nutzung weiterer Hilfsmittel an, z.B. eines Nachschlagewerks.

30 Die Rückmeldungen regen zu weiteren Lernaktivitäten an, z.B. zu nachbereitenden Gruppenarbeiten.

31 Die Rückmeldungen sind bei Bedarf abwählbar.

32 Informierende Rückmeldungen nach falschen Antworten werden (wenigstens manchmal) gegeben und zeigen auf, wo ein Fehler gemacht wurde.

33 Rückmeldungen nach falschen Antworten sind hilfreich und fördernd, d. h. sie benennen (wenigstens manchmal) die Fehlerursache, geben Hinweise, wie die Fehler zu vermeiden sind, und/oder sie motivieren die Lernenden zur Selbstkorrektur.

34 Rückmeldungen nach Fehlern sind ermutigend. Abfällige oder vorwurfsvolle Rückmeldungen werden vermieden, statt dessen werden z.B. die richtigen Elemente in der Antwort aufgezeigt.

35 Die Rückmeldungen bewerten die Antwort und nicht die Person, falsch wäre z.B. 'Du bist schlecht!'

36 Rückmeldungen nach falschen Antworten sind weniger interessant gestaltet als die nach richtigen Antworten, um nicht zu falschen Antworteingaben zu reizen.

Zsf. Insgesamt sind die Aufgabenstellungen, Antwortformen und Lernaktivitäten sinnvoll gestaltet.

22. Leistungsauswertung und Diagnose j/n +/-

*Ist eine Leistungsauswertung am Ende einer Übung oder eine Diagnose sinnvoll oder vorhanden?
Wenn eine Leistungsauswertung am Ende einer Übung oder eine Diagnose weder sinnvoll noch vorhanden ist, weiter mit "23. Allgemeine Qualitätsmerkmale".*

1	Die Art und Weise der Leistungsauswertung stimmt mit den Angaben im Lernsystem oder der Beschreibung überein.	j	
2	Der Leistungsstand der Lernenden wird festgestellt durch eine Analyse der Ergebnisse, z.B. durch Vor-, Zwischen- oder Nachtests, Vergleich der Lernergebnisse oder Diagnosen besonderer Lernschwierigkeiten.	j	
3	Die Feststellung und Bewertung der Lernergebnisse ist fachlich und didaktisch sinnvoll, z.B. werden die Schwierigkeitsstufen, der Lernfortschritt oder die richtigen Antworten beim ersten oder zweiten Lösungsversuch angemessen berücksichtigt.	j	
4	Die Feststellung und Bewertung der Lernergebnisse ist statistisch korrekt, z.B. wird die Anzahl der Antworten richtig berechnet.	j	
5	Der Leistungsstand oder der Lernverlauf werden in verständlicher und ermutigender Form mitgeteilt.	j	
6	Die Lernergebnisse sind auf Papier ausdrückbar. <i>Werden Leistungsstand oder Lernverlauf im Lernsystem diagnostiziert? Die nächsten zwei Punkte nur ausfüllen, wenn der Leistungsstand oder Lernverlauf diagnostiziert werden:</i>	j	
7	Der Leistungsstand oder Lernverlauf der Lernenden wird diagnostiziert, z.B. nach Fehlerhäufigkeit, -art oder Lernstrategie.		j
8	Die Diagnosen sind fachlich, didaktisch und statistisch sinnvoll und richtig.	j	
Zsf.	Insgesamt sind die Leistungsauswertungen oder Diagnosen fachlich und pädagogisch sinnvoll, statistisch richtig und können ausgedrückt werden.	j	

23. Allgemeine Qualitätsmerkmale j/n +/-

1	Der gesamte Inhalt des Lernsystems ist frei von engen geschlechtsspezifischen Rollenbildern und Vorurteilen gegenüber gesellschaftlichen Gruppen.	j	
2	Die beinhalteten Normen und Werte (auch die indirekten) sind akzeptabel, frei von Gewalt oder starkem Konkurrenzdenken.	j	
3	Die Dialogformen, der sprachliche Ausdruck und der Stil der Ansprache innerhalb der Software sind korrekt und motivierend. Außerdem wird in den Anweisungen des Programms die Verwendung der 1. Person Singular (Ichform) vermieden.	j	
4	Rechtschreibung, Grammatik und Zeichensetzung sind innerhalb der gesamten Software und im Begleitmaterial korrekt.	j	
Zsf.	Insgesamt ist das Lernsystem frei von negativen Stereotypen, Vorurteilen, Normen und Werten. Der Dialogstil, die Rechtschreibung, Grammatik und Zeichensetzung sind richtig und angemessen.	j	

GESAMTBEWERTUNGSTABELLE UND KURZE PRÜFLISTE j/n

I. Kennzeichnung des Lernsystems: siehe vorne

II. Beurteilung des Lieferumfangs

1. Zsf. Leistungen des Verlags Die Leistungen des Verlags sind angemessen, z.B. durch übersichtliches und verständliches Begleitmaterial und gute Verpackung (j/n).	j
--	---

III. Beurteilung der Systembeschreibung

2. Zsf. Angaben über die Hard- und Software Die Angaben über die erforderliche Hard- und Software (Geräte und Programme) sind vollständig, genau und verständlich (j/n).	j
3. Zsf. Angaben über die Systembenutzung Die Bedienung und Benutzung des Lernsystems werden vollständig, richtig und verständlich erklärt (j/n).	j
4. Zsf. Angaben über Zielgruppe und Lernziele Die Angaben über Zielgruppe und Lernziele sind genau, richtig und vollständig (j/n).	n
5. Zsf. Angaben über den Einsatzbereich Die Einsatzbereiche und Bearbeitungsformen werden vollständig und verständlich beschrieben (j/n).	n
6. Zsf. Angaben über den Inhalt Die Lerninhalte und ihre Vermittlung werden vollständig, verständlich und richtig beschrieben (j/n).	n

IV. Beurteilung der Programmbedienung

7. Zsf. Bedienbarkeit Das Lernsystem arbeitet zuverlässig, fehlerfrei und schnell; die Bedienung ist den Aufgaben angemessen und leicht erlernbar (j/n).	j
8. Zsf. Adaptierbarkeit der Programmbedienung Das Lernsystem ist flexibel gestaltet und eröffnet vielseitige Auswahl- und Anpassungsmöglichkeiten (j/n).	j
9. Zsf. Datenspeicherung Die Möglichkeiten des Lernsystems zur Datenspeicherung sind den Aufgaben angemessen und einfach und komfortabel durchführbar (j/n).	j
10. Zsf. Eingabegestaltung Die Eingabegestaltung ist komfortabel und sinnvoll (j/n).	j

V. Beurteilung der medialen Gestaltung

11. Zsf. Bildschirmaufbau Der Bildschirmaufbau ist übersichtlich und verständlich (j/n).	j
12. Zsf. Textgestaltung Die Textgestaltung ist sinnvoll, übersichtlich und gut lesbar (j/n).	j
13. Zsf. Grafikgestaltung Die Grafiken sind verständlich, sinnvoll und motivierend eingesetzt (j/n).	j
14. Zsf. Farbgestaltung Die Farben sind effektiv, sinnvoll und motivierend eingesetzt (j/n).	j
15. Zsf. Animationen Die Animationen sind verständlich, sinnvoll und motivierend (j/n).	j
16. Zsf. Akustische Gestaltung Die akustischen Elemente sind sinnvoll, verständlich und motivierend (j/n).	j

VI. Beurteilung des Programminhalts

17. Zsf. Gestaltung des Lerninhalts Der Lerninhalt ist sachlich richtig und methodisch-didaktisch sinnvoll ausgewählt und dargestellt (j/n).	j
18. Zsf. Adaptierbarkeit des Lerninhalts Die Möglichkeiten, den Inhalt des Lernsystems zu verändern, sind ausreichend und komfortabel (j/n).	j
19. Zsf. Adaptivität des Lernsystems Das Lernsystem ist in sinnvoller Weise adaptiv gestaltet. Es reagiert flexibel und zielgruppengemäß auf unterschiedliche Lernfortschritte, Strategien und Fähigkeiten (j/n).	j
20. Zsf. Kommunikation und Kooperation Das Lernsystem unterstützt kommunikatives und kooperatives Lernen; entsprechende Elemente sind sinnvoll gestaltet und leicht bedienbar (j/n).	j
21. Zsf. Aufgaben- und Antwortgestaltung Die Aufgabenstellungen, Antwortformen und Lernaktivitäten sind sinnvoll gestaltet (j/n).	j
22. Zsf. Leistungsauswertung und Diagnose Die Leistungsauswertungen oder Diagnosen sind fachlich und pädagogisch sinnvoll, statistisch richtig und können ausgedrückt werden (j/n).	j
23. Zsf. Allgemeine Qualitätsmerkmale Das Lernsystem ist frei von negativen Stereotypen, Vorurteilen, Normen und Werten. Der Dialogstil, die Rechtschreibung, Grammatik und Zeichensetzung sind richtig und angemessen (j/n).	j

GESAMTBEWERTUNG DES LERNSYSTEMS

Beschreibung der besonderen Stärken des Lernsystems:

"Das Architektur-Paket" zeigt, wie mit dem klassischen Medium Buch eine anregende und interaktive Präsentation von Architektur möglich ist. Der geschriebene Text wird durch Falt-Modelle, Werkzeuge und Ton (auf Kassette) ergänzt, um Architektur im Wortsinn greifbar und begreifbar zu machen.

Bewertung in Zahlen:

	abs.	in %
Anzahl relevanter Abschnitte, deren notwendige Kriterien erfüllt sind (max. 23):	14	61 %
Anzahl relevanter notwendiger Kriterien (j/n), die erfüllt sind (max. 182):	63	35 %
Anzahl relevanter wünschenswerter Kriterien (+/-), die erfüllt sind (max. 71):	20	28 %

Wenn notwendige Kriterien in relevanten Abschnitten nicht erfüllt sind:

Die Qualität des Lernsystems ist in diesem(n) Bereich(en) mangelhaft:

- 4. Die Angaben über Zielgruppe und Lernziele sind nicht genau, richtig und vollständig.**
- 5. Die Einsatzbereiche und Bearbeitungsformen werden nicht vollständig und verständlich beschrieben.**
- 6. Die Lerninhalte und ihre Vermittlung werden nicht vollständig, verständlich und richtig beschrieben.**

Weitere Kommentare, Bedenken, Veränderungsvorschläge:

Um "Das Architektur-Paket" besser zur Lehre und zum Lernen verwenden zu können, sollten Angaben zu Einsatzbereichen, zu Zielgruppen und zu Lernzielen ergänzt werden.

C.2 Heidt et al.: ISIS Architektur

KENNZEICHNUNG DES LERNSYSTEMS

Name des Lernsystems:	Interaktives Studium & Seminar Innovativer Solarer Architektur - ISIS Architektur 1.0, 2001
Auflage/Version, Datum:	
Entwicklung des Lernsystems (Autor/Autorin):	Frank-Dietrich Heidt, Stephan Benkert, Joachim Clemens Siegen: Universität-GH Siegen, Fachgebiet Bauphysik & Solarenergie
Bezugsquelle für das Lernsystem (Verlag):	
Preis des Lernsystems (mit allen benötigten Materialien): Das Lernsystem ist Teil eines Pakets (z.B. mehrere zusammengehörige Programme) mit dem Namen:	€ 220,- (€ 75,- für Studierende) -
Anzahl und Art der Datenträger, bzw. Zugriffsmöglichkeit auf das Lernsystem (z.B. CD-ROM, Disketten, WWW):	1 CD-ROM
Benötigte Rechnerausstattung: Benötigtes Betriebssystem: Speicherplatzanforderungen (Arbeitsspeicher, Festplatte): Grafikanforderungen (z.B. Bildschirmauflösung, Farbe): Sonstige Systemanforderungen:	PC Pentium oder K6 Windows 95/98/NT 8 MB, 100 MB 800 x 600, 256 Farben
<hr/>	
Zielgruppe(n) des Lernsystems:	Studierende der Architektur, praktizierende Architektinnen und Architekten
Lerninhalt(e) des Lernsystems:	Konzepte und Umsetzung von Niedrigenergie- und Solararchitektur
Typische Lehr-/Lernumgebung für den Einsatz des Lernsystems: Klassifizierung des Lernsystems nach Lernparadigma: Interaktionspotenzial des Lernsystems:	Einzelplatzsystem kognitivistisch / konstruktivistisch groß
<hr/>	
Name der Beurteilerin/des Beurteilers: Organisation: Straße / PF: PLZ, Ort:	Stephan Benkert Universität-GH Siegen 57068 Siegen
Datum der Beurteilung:	25.01.2001

1.	Leistungen des Verlags	j/n	+/-
1	Begleitmaterial zum Lernsystem ist vorhanden. <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>	n	
2	Gemeinsames Begleitmaterial für Lernende und Lehrende ist vorhanden.		
3	Spezielle Informationen für Lehrende sind vorhanden, z.B. in einem separaten Heft oder als Teil im Begleitmaterial.		
4	Spezielle Informationen für Lernende sind im Begleitmaterial vorhanden.		
5	Zusätzliches Arbeits- und Lernmaterial ist vorhanden, z.B. weitere Unterlagen.		
6	Angaben über bereits durchgeführte Bewertungen des Lernsystems oder Informationen über Veröffentlichungen etc. sind vorhanden.		
7	Das Begleitmaterial ist für Lernende und Lehrende verständlich und motivierend gestaltet.		
8	Das Begleitmaterial ist übersichtlich und hilfreich und enthält (wenn es umfangreich ist) ein Inhaltsverzeichnis.		
9	Zusätzlich ist ein Stichwortverzeichnis im Begleitmaterial enthalten.		
10	Weitere Materialien, z.B. nachbestellte Datenträger, Begleithefte oder später erscheinende Neuauflagen, werden zu einem ermäßigten Preis angeboten. Auf diese Möglichkeiten wird hingewiesen.		-
11	Die Möglichkeiten wird angeboten, das Lernsystem vor dem Kauf durch Demonstrations- oder Probeexemplare kennenzulernen.		+
12	Der Preis für Lernende ist angemessen und - falls nötig - reduziert.		+
13	Das Anfertigen von Sicherheitskopien (Backups) ist erlaubt, oder sie werden mitgeliefert. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		-
14	Backups in unbegrenzter Anzahl dürfen angefertigt werden.		-
15	Der Verlag räumt Umtausch-, Rückgaberecht und Garantiefrieten ein, die über die gesetzlich vorgeschriebenen Bestimmungen hinausgehen. Auf diese Möglichkeit wird im Begleitmaterial oder auf der Verpackung hingewiesen.		-
16	Die Verpackung ist stabil und gewährleistet eine sichere Aufbewahrung und einfache Entnahme der Datenträger ohne Beschädigungsgefahr. <i>Sollen umfangreiche Pakete beurteilt werden?</i> <i>Die nächsten Punkte bis 22 nur ausfüllen, wenn umfangreiche Pakete beurteilt werden sollen:</i>	j	
17	Falls Installationshilfe notwendig ist, wird sie angeboten? <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>		
18	Kosten für die Installationshilfe sind angemessen.		
19	Falls Training für die Lehrenden notwendig ist, wird es angeboten? <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>		
20	Kosten für das Training sind angemessen.		
21	Falls Beratung/Wartung notwendig ist, wird sie angeboten? <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>		
22	Kosten für die Beratung/Wartung sind angemessen.		
	<i>In folgende zusammenfassende Abschnittsbewertung sollte nur ein "j" eingetragen werden, wenn kein Kriterium im gesamten Abschnitt 1. mit "n" markiert wurde. Dies gilt für alle weiteren Abschnittsbewertungen.</i>		
Zsf.	Insgesamt sind die Leistungen des Verlags angemessen (z.B. übersichtliches, verständliches Begleitmaterial, gute Verpackung).	n	

2.	Angaben über die Hard- und Software	j/n	+/-
1	Die erforderliche Hardware (Geräteausstattung) wird genau und richtig im Begleitmaterial und/oder auf der Verpackung angegeben.	j	
2	Falls ein besonderes Betriebssystem vorhanden sein muss, wird dieses genannt?	j	
3	Falls eine besondere Arbeitsumgebung erforderlich ist, wird diese angegeben?		
4	Falls sonstige Software zur Benutzung notwendig ist, wird sie angegeben?		
Zsf.	Insgesamt sind die Angaben über die erforderliche Hard- und Software vollständig, genau und verständlich.	j	
3.	Angaben über die Systembenutzung	j/n	+/-
1	Die Bedienungsanleitung im Begleitmaterial ist übersichtlich und logisch strukturiert.		
2	Das Vorgehen beim Laden, Bearbeiten und Beenden des Lernsystems wird - auch für Computerunkundige - verständlich und richtig erklärt.		
3	Alle vorhandenen Arbeitsfunktionen des Lernsystems werden vollständig, richtig und eindeutig beschrieben.	j	
4	Alle Begriffe werden innerhalb der Beschreibungen einheitlich verwendet.	j	
	<i>Können eigene Inhalte oder Übungen in das Lernsystem eingefügt werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn eigene Inhalte oder Übungen eingefügt werden können;</i>		
5	Die Veränderungsmöglichkeiten des Lernsystems, z.B. die Eingabe eigener Inhalte, werden vollständig, richtig und verständlich angegeben. <i>Müssen Begrenzungen von Datenmengen beachtet werden oder sind eingeschränkte Nutzungsmöglichkeiten vorhanden, z.B. maximale Seitenzahl bei Textverarbeitung oder Höchstparameter bei Simulationen?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn Begrenzungen von Datenmengen beachtet werden müssen oder eingeschränkte Nutzungsmöglichkeiten vorhanden sind, z.B. maximale Seitenzahl bei Textverarbeitung oder Höchstparameter bei Simulationen:</i>	j	
6	Wichtige Grenzwerte für die Benutzung des Lernsystems sind angegeben. <i>Sollen ganze Pakete bewertet werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn ganze Pakete bewertet werden:</i>		
7	Bei Paketen wird die Reihenfolge und die Benutzung der verschiedenen Komponenten vollständig angegeben und erklärt.		
Zsf.	Insgesamt werden die Bedienung und Benutzung des Lernsystems vollständig, richtig und verständlich erklärt.	j	

4. Angaben über Zielgruppe und Lernziele		j/n	+/-
1	Alter oder Kenntnisstand der Zielgruppe, die mit dem Lernsystem arbeiten soll, werden angegeben. <i>Sind besondere Vorkenntnisse oder Fähigkeiten der Zielgruppe, z.B. Maschineschreiben, Programmieren oder Kenntnisse über den Lernerhalt als Benutzungsvoraussetzung unbedingt notwendig?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn besondere Vorkenntnisse oder Fähigkeiten der Zielgruppe, z.B. Maschineschreiben, Programmieren oder Kenntnisse über den Lernerhalt als Benutzungsvoraussetzung unbedingt notwendig sind:</i>	j	
2	Notwendige Vorkenntnisse und Fähigkeiten der Zielgruppe werden vollständig und richtig angegeben. <i>Können mehrere Lernende gleichzeitig mit dem Lernsystem arbeiten?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn mehrere Lernende gleichzeitig mit dem Lernsystem arbeiten können:</i>		
3	Die Anzahl der Benutzer, die gleichzeitig mit dem Lernsystem arbeiten können, wird angegeben, z.B. Paare, kleine Gruppen oder beliebig viele Personen.		
4	Die Lernziele werden beschrieben. <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>	j	
5	Die Lernziele werden ausführlich beschrieben und angegeben.		+
6	Der Zusammenhang zwischen Zielen, Inhalten und Methoden wird angegeben.	j	
7	Die Lernziele werden auch für die Lernenden beschrieben und begründet.		+
Zsf.	Insgesamt sind die Angaben über Zielgruppe und Lernziele genau, richtig und vollständig.	j	
5. Angaben über den Einsatzbereich		j/n	+/-
1	Der Einsatzbereich für das Lernsystem wird angegeben und geeignete Bearbeitungsformen werden beschrieben. <i>Wird das Lernsystem speziell als lehrbegleitend empfohlen?</i> <i>Die nächsten zwei Punkte nur ausfüllen, wenn das Lernsystem speziell als lehrbegleitend empfohlen wird:</i>	j	
2	Die Integration des Lernsystems in die Lehre und die Organisation der Lernformen werden beschrieben.		
3	Die durchschnittlich notwendige Zeit für die Bearbeitung des Lernsystems oder einzelner Übungen wird angegeben.		
4	Die Benutzung anderer Lernmaterialien wird beschrieben und weiterführende Lernaktivitäten werden empfohlen.		-
5	Falls besondere Vorkenntnisse der Lehrenden für den Einsatz des Lernsystems, z.B. Programmierkenntnisse, erforderlich sind, werden sie angegeben?		
6	Falls besondere Vorbereitungen oder Vorbereitungszeiten für Lernende oder Lehrende notwendig sind, werden sie richtig angegeben?		
Zsf.	Insgesamt werden die Einsatzbereiche und Bearbeitungsformen vollständig und verständlich beschrieben.	j	

6. Angaben über den Inhalt		j/n	+/-
1	Der (Lern-) Inhalt, seine Wichtigkeit, Auswahl und Vermittlung werden beschrieben.	j	
2	Der Lerninhalt wird möglichst vollständig angegeben, z.B. als Liste mit den wichtigsten Übungsinhalten.		-
3	Alle Inhalts- und Förderungsschwerpunkte des Lernsystems werden angegeben und entsprechen dem tatsächlichen Inhalt des Lernsystems.	j	
4	Die Aufgabenstellungen und Lernaktivitäten werden (mit Beispielen) beschrieben. <i>Soll das Lernsystem vor allem lehrbegleitend eingesetzt werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn ein Lernsystem beurteilt wird, das vor allem lehrbegleitend eingesetzt werden soll:</i>	n	
5	Eine Angabe ist vorhanden, inwieweit der Inhalt des Lernsystems mit Lehrplänen oder anderen Lernmaterialien übereinstimmt oder vereinbar ist.		
Zsf.	Insgesamt werden die Lerninhalte und ihre Vermittlung vollständig, verständlich und richtig beschrieben.	n	
7. Bedienbarkeit		j/n	+/-
1	Das Lernsystem ist sinnvoll, klar und logisch strukturiert, z.B. durch ein Inhaltsmenü.	j	
2	Im Inhaltsmenü oder in den Lerninhalten werden bereits bearbeitete Teile oder Übungen markiert.		+
3	Die Benutzer können das Lernsystem überblicken, z.B. an welcher Stelle sie sich befinden, wie umfangreich eine Übung ist oder wie sie in andere Teile wechseln können.	j	
4	Bei einem vorzeitigen Beenden können der momentane Arbeitsstand oder die Lernergebnisse zwischengespeichert oder markiert werden, z.B. mit einem 'elektronischen Lesezeichen'.		+
5	Das Lernsystem ist einfach zu starten und zu beenden. <i>Kann das Lernsystem nach den Angaben des Verlags von den Lernenden selbstständig bearbeitet werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn das Lernsystem nach den Angaben des Verlags von den Lernenden selbstständig bearbeitet werden kann:</i>	j	
6	Das Lernsystem ist (nach einer Einführung) selbstständig von den Lernenden zu bearbeiten.	j	
7	Das Lernsystem erklärt seine Benutzung weitgehend selbst, da konkrete Bedienungsanleitungen auf dem Bildschirm erfolgen, z.B. durch den Hinweis 'Tippe eine Zahl ein'. <i>Werden am Anfang Benutzungshinweise auf dem Bildschirm gegeben?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn am Anfang Benutzungshinweise auf dem Bildschirm gegeben werden:</i>		
8	Die Benutzungshinweise, die am Anfang gegeben werden, sind klar und verständlich. Sie können auch übersprungen werden, z.B. bei einer Wiederholung, wenn sie sehr umfangreich sind.	j	
9	Der Befehlsumfang für die Benutzung ist klar, überschaubar und einfach.	j	
10	Befehle, Begriffe und Symbole für gleiche Sachverhalte und Bedienungsfunktionen werden einheitlich verwendet.	j	

11	Um zu gewährleisten, dass die Lernenden bei Bedienungsproblemen weiterarbeiten können, sind Hinweise über einen Hilfebefehl oder eine Hilfetaste aufrufbar oder erfolgen automatisch auf dem Bildschirm.	n	
12	Wenn Fehlermeldungen nach falschen Befehlseingaben gegeben werden, erfolgen sie sofort, sind verständlich und hilfreich, z.B. weisen sie auf den Fehler hin und bieten Korrekturmöglichkeiten an.	j	
13	Nicht benötigte Tasten sind zur Vermeidung von Eingabefehlern gesperrt, z.B. ist dies sinnvoll bei Menüauswahlen oder Antworteingaben, für die nur Zahlen zulässig sind.		+
14	Eingaben zur Steuerung können abgekürzt werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
15	Die Eingabeabkürzungen sind einfach und gut merkbar.		
16	Wenn unerhebliche Eingabefehler bei den Steuerungsbefehlen möglich sind, werden sie toleriert, z.B. zwei Leerzeichen zwischen zwei Wörtern oder die Eingabe 'ja' oder 'j' statt 'Ja'.		
17	Das Lernsystem arbeitet fehlerfrei, zuverlässig und kontrollierbar, auch bei falschen Befehls- oder Antworteingaben.	j	
18	Das Lernsystem reagiert robust und informierend auf Bedienungsfehler, z.B. wird ein Hinweis gegeben, wenn keine Diskette im Laufwerk ist.	j	
19	Sämtliche Funktionen, die im Lernsystem oder der Beschreibung angegeben werden, sind vorhanden und arbeiten fehlerfrei und erwartungskonform.	j	
20	Das Lernsystem wird schnell gestartet, d. h. das Starten sollte nicht länger als 90 Sekunden dauern.	j	
21	Das Laden einzelner Teile geht schnell, z.B. bei Disketten unter 30 Sekunden.	j	
22	Der Aufbau der Bildschirmseite wird schnell durchgeführt. <i>Die nächsten drei Punkte nur ausfüllen, wenn die betreffenden Bereiche im Lernsystem enthalten sind:</i>	j	
23	Falls im Lernsystem enthalten: Die Arbeitsergebnisse und Leistungen werden schnell berechnet.	j	
24	Falls im Lernsystem enthalten: Arbeitsergebnisse und Leistungen werden schnell gespeichert.	j	
25	Falls im Lernsystem enthalten: Grafiken oder Animationen werden schnell erstellt.	j	
26	Längere Wartezeiten werden auf dem Bildschirm begründet, z.B. erfolgt ein Hinweis, dass gerade geladen wird.	j	
Zsf.	Insgesamt arbeitet das Lernsystem zuverlässig, fehlerfrei und schnell; die Bedienung ist den Aufgaben angemessen und leicht erlernbar.	n	

8. Adaptierbarkeit der Programmbedienung		j/n	+/-
1	Den Lernenden werden Kontroll- und Auswahlmöglichkeiten gegeben, das Lernsystem nach eigenen Wünschen und Interessen zu bearbeiten, z.B. können sie die Inhaltsteile, Aufgabenmenge, Schwierigkeitsstufe oder Hilfen auswählen oder die Schnelligkeit der Bearbeitung bestimmen.	j	
2	Klare Angaben über den zulässigen Wahlbereich bei Auswahlen sind vorhanden, z.B. Angabe der wählbaren Aufgabenzahl von 1-20.		
3	Alle zulässigen Wahlbereiche sind ausreichend groß.		
4	Die vorhandenen Auswahlmöglichkeiten sind ausreichend und sinnvoll eingesetzt.	j	
Zsf.	Insgesamt ist das Lernsystem flexibel gestaltet und eröffnet vielseitige Auswahl- und Anpassungsmöglichkeiten.	j	
9. Datenspeicherung		j/n	+/-
1	Einzelne Teile des Inhalts, Arbeitsschritte oder Arbeitsergebnisse sind mit einem Drucker auf Papier ausdrückbar.	j	
2	Einzelne Teile des Inhalts, Arbeitsschritte oder Arbeitsergebnisse lassen sich über die Zwischenablage in andere Anwendungen kopieren. <i>Sind Möglichkeiten zum Speichern von Arbeitsergebnissen aus dem Lernsystem sinnvoll oder vorhanden?</i> <i>Wenn Möglichkeiten zum Speichern von Arbeitsergebnissen aus dem Lernsystem weder sinnvoll noch vorhanden sind, die nächsten Punkte überspringen.</i>		+
3	Können Arbeitsergebnisse gespeichert werden?	j	
4	Alle Speicherungsmöglichkeiten, die angegeben werden, sind vorhanden.	j	
5	Das Speichern der Arbeitsergebnisse ist einfach und schnell durchführbar.	j	
6	Arbeitsergebnisse lassen sich kompatibel zu anderen Programmen und Betriebssystemen speichern.		+
7	Verschiedene Arbeitsergebnisse können gespeichert werden, z.B. Ergebnisse, Lernstrategien, Leistungsfortschritte oder Diagnosen einzelner Lernender oder ganzer Lerngruppen.		+
8	Die Ergebnisse sind zu bereits früher gespeicherten Ergebnissen hinzufügbare. <i>Sind Möglichkeiten zum Laden von Eingabedaten in das Lernsystem sinnvoll oder vorhanden?</i> <i>Wenn Möglichkeiten zum Laden von Eingabedaten in das Lernsystem weder sinnvoll noch vorhanden sind, die nächsten Punkte überspringen.</i>		-
9	Können Eingabedaten geladen werden?		
10	Alle Lademöglichkeiten, die angegeben werden, sind vorhanden.		
11	Das Laden von Eingabedaten ist einfach und schnell durchführbar.		
12	Daten lassen sich aus anderen Programmen und Betriebssystemen laden.		
13	Daten lassen sich zu bereits vorhandenen Eingaben hinzufügen.		

14	Wenn Daten vom Lernsystem gespeichert oder weitergegeben werden, werden die Lernenden informiert; alle Daten werden ausschließlich für Aufgaben des Lernsystems verwendet und sind vor unbefugtem Zugriff geschützt.	j	
Zsf.	Insgesamt sind die Möglichkeiten der Datenspeicherung den Aufgaben des Lernsystems angemessen und einfach und komfortabel durchführbar.	j	
10. Eingabegestaltung		j/n	+/-
	<i>Wird die Tastatur als Eingabegerät genutzt? Wenn andere Eingabegeräte als die Tastatur benutzt werden, weiter mit Punkt 10.7. Müssen oder sollen bei der Arbeit mit dem Lernsystem Sonderzeichen eingegeben werden (z.B. Umlaute oder Formelzeichen)? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn bei der Arbeit mit dem Lernsystem Sonderzeichen eingegeben werden müssen oder sollen:</i>		
1	Eine Tastatur mit Sonderzeichen wird verwendet oder zumindest simuliert, so dass Sonderzeichen eingetippt werden können und auf dem Bildschirm erscheinen. <i>Wird eine Tastatur mit Sonderzeichen nur simuliert? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn eine Tastatur mit Sonderzeichen nur simuliert wird:</i>		
2	Die Benutzer können Sonderzeichen einfach und ohne mehrfache Tastenbedienung eintippen. Sie erhalten z.B. immer direkte Hinweise auf dem Bildschirm und nicht nur im Begleitmaterial.		
3	Die Tastaturbedienung ist einfach, z.B. bei der Steuerung des Cursors. <i>Werden Funktionstasten oder andere Tasten mit besonderen Funktionen benutzt? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn Funktionstasten oder andere Tasten mit besonderen Funktionen benutzt werden.</i>	j	
4	Der Sinn und die Benutzung der Funktionstasten, werden auf dem Bildschirm oder im Begleitmaterial erklärt.		
5	Tippfehler können vor Ausführen einer Eingabe korrigiert werden.	j	
6	Die Menge der geforderten Eingaben ist den Fähigkeiten der Zielgruppe angemessen, d. h. für jüngere Schüler weniger Tastaturbenutzung (außer bei Textverarbeitungsprogrammen).	j	
7	Andere Eingabegeräte als die Tastatur können benutzt werden, um die Schwierigkeit des Eintippens zu umgehen, z.B. Maus oder Joystick. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
8	Die Eingabemöglichkeiten sind sinnvoll.	j	
9	Die Eingabe ist übersichtlich und einfach durchführbar.	j	
Zsf.	Insgesamt ist die Eingabegestaltung komfortabel und sinnvoll.	j	

11. Bildschirmaufbau		j/n	+/-
1	Die technische Qualität der Bildschirmgestaltung ist gut, z.B. klare Auflösung, gleichmäßige Leuchtdichte, gute Kontraste.	j	
2	Die Menge der Informationen, die auf den Bildschirmseiten erscheinen, ist angemessen, eine Überfrachtung wird vermieden.	j	
3	Die gezeigten Informationen oder Texte sind über die ganze Bildschirmseite ausgewogen verteilt.	j	
4	Der Bildschirm ist in Abschnitte gegliedert, die verschiedene Informationen beinhalten, z.B. kann der mittlere Abschnitt für die Schülereingaben und der untere Rand immer für Hilfsinformationen vorgesehen sein.		+
5	Die Reihenfolge der Informationen auf dem Bildschirm ist sinnvoll und entspricht dem Lese- und Handlungsablauf.	j	
6	Zusammengehörende Informationen stehen immer beieinander.	j	
7	Der Inhalt wird im allgemeinen auf die Bildschirmseiten geblättert und nicht ohne Unterbrechung als Bandwurm gescrollt.	j	
8	Jede Seite schließt mit einer vollständigen Information oder einem ganzen Satz ab, d. h. fliegende Texte über das Seitenende werden vermieden - außer bei Textverarbeitungsprogrammen.	j	
9	Alle wichtigen Informationen bleiben lange genug auf dem Bildschirm stehen, dass man sie lesen, erkennen und verstehen kann.	j	
Zsf.	Insgesamt ist der Bildschirmaufbau übersichtlich und verständlich.	j	
12. Textgestaltung		j/n	+/-
1	Die Textgestaltung erleichtert das Lesen auf dem Bildschirm, z.B. werden lange Texte mit einzeiligem Abstand vermieden.	j	
2	Die Textgestaltung betont wichtige Informationen durch Hervorhebungen, z.B. durch Unterstreichungen, andere Proportionen oder Farben.	j	
3	Alle Buchstaben und Sonderzeichen erscheinen in üblicher Form auf dem Bildschirm.	j	
4	Der Zeichensatz ist in seiner Form und Größe geeignet und gut lesbar, vor allem unter Berücksichtigung der Darstellung am Bildschirm.	j	
Zsf.	Insgesamt ist die Textgestaltung sinnvoll, übersichtlich und gut lesbar.	j	
13. Grafikgestaltung		j/n	+/-
	Sind Grafiken (unbewegliche Bilder oder Darstellungen) im Lernsystem vorhanden? <i>Wenn keine Grafiken vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "14. Farbgestaltung".</i>		
1	Die Qualität der Grafiken ist gut, d. h. klare Linien, Formen, Kontraste und verständliche Darstellungen.	j	
2	Durch die Grafiken soll der Lerninhalt verdeutlicht werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
3	Die Grafiken sind mehr als nur ein Zusatz oder einfacher Wordersatz. Durch sie wird Wichtiges betont und das Verstehen erleichtert, z.B. durch grafische Hinweise auf besondere Details.	j	

4	Durch die Grafiken soll die Bedienung des Lernsystems erleichtert und erklärt werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
5	Die Grafiken sind nach Form, Inhalt und Häufigkeit zur Erleichterung und Erklärung der Bedienung des Lernsystems geeignet.	j	
6	Die Grafiken sollen zur Motivierung der Zielgruppe beitragen. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
7	Die Grafiken sind nach Form, Inhalt und Häufigkeit zur Motivierung der Zielgruppe geeignet.	j	
Zsf.	Insgesamt sind die Grafiken verständlich, sinnvoll und motivierend eingesetzt.	j	
14. Farbgestaltung		j/n	+/-
	Ist die Bildschirmgestaltung mehrfarbig? <i>Wenn keine mehrfarbige Bildschirmgestaltung vorhanden ist, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "15. Animationen".</i>		
1	Die Qualität der Farben ist gut, z.B. durch klare Kontraste.	j	
2	Wichtige Informationen durch mehrfarbige Hinweise sind so gestaltet, dass sie z.B. auch für Farbblinde durch eine andere Form oder einen anderen Grauwert erkannt werden können.	j	
3	Durch die Farbgestaltung soll der Lerninhalt verdeutlicht werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
4	Durch die mehrfarbige Gestaltung werden Informationen auf anderer Ebene vermittelt, das Verstehen erleichtert oder Wichtiges betont, z.B. durch farbliche Hinweise auf besondere Zusammenhänge.	j	
5	Die Farben zur Verdeutlichung des Lerninhalts werden einheitlich eingesetzt.	j	
6	Durch farbliche Hinweise wird die Bedienung des Lernsystems erleichtert und erklärt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
7	Die Farbgestaltung trägt sinnvoll zur Erleichterung und Erklärung der Bedienung des Lernsystems bei.	j	
8	Die Farben zur Verdeutlichung der Bedienung werden einheitlich eingesetzt.	j	
9	Die Farben werden zur Motivierung der Zielgruppe eingesetzt, z.B. bei der Rückmeldung. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		-
10	Die Farben werden sinnvoll zur Motivierung der Zielgruppe eingesetzt.		
Zsf.	Insgesamt sind die Farben effektiv, sinnvoll und motivierend eingesetzt.	j	

15. Animationen		j/n	+/-
	Sind Animationen (bewegliche Bilder und Darstellungen) im Lernsystem vorhanden? <i>Wenn keine Animationen vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "16. Akustische Gestaltung".</i>		
1	Die Qualität der Animationen ist gut, d. h. klare und gleichmäßige Bewegungsabläufe und verständliche Darstellungen.	j	
2	Durch die Animationen soll der Lerninhalt verdeutlicht werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
3	Durch die Animationen werden Informationen auf einer bildlichen Ebene vermittelt, wodurch das Verstehen erleichtert und Wichtiges betont wird.	j	
4	Durch Animationen werden Bedienungshinweise gegeben. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
5	Die Animationen (lenken nicht vom Lerninhalt ab und) sind nach Form, Inhalt, Häufigkeit und Dauer zur Erleichterung und Erklärung der Bedienung des Lernsystems geeignet.	j	
6	Die Animationen sollen die Zielgruppe motivieren oder werden als Rückmeldungen eingesetzt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		-
7	Die Animationen (lenken nicht vom Lerninhalt ab und) sind nach Form, Inhalt, Häufigkeit und Dauer der Zielgruppe angemessen, z.B. durch kurze Dauer, damit sie nach mehreren Wiederholungen nicht langweilig werden.		
Zsf.	Insgesamt sind die Animationen verständlich, sinnvoll und motivierend.	j	
16. Akustische Gestaltung		j/n	+/-
	Sind akustische Elemente wie Töne oder Sprachausgaben in der Software vorhanden? <i>Wenn keine akustischen Elemente wie Töne oder Sprachausgaben vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "17. Gestaltung des Lerninhalts".</i>		
1	Die Qualität der akustischen Elemente ist gut, z.B. das Klangbild der Töne. Falls Sprachausgaben vorhanden sind, weisen sie einen verständlichen und natürlichen Redefluss, Rhythmus und eine angemessene Geschwindigkeit und Intonation auf.		
2	Sprachliche Ausgaben sind vorhanden.		
3	Die akustischen Elemente sollen zur Verdeutlichung des Lerninhalts beitragen. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
4	Durch die akustischen Elemente werden Hinweise gegeben, die die Bildschirmausgabe unterstützen, das Verstehen erleichtern und auf Wichtiges hinweisen.		
5	Durch die akustischen Elemente werden Hinweise zur Bedienung des Lernsystems gegeben. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
6	Durch die akustischen Elemente werden Hinweise gegeben, die die Bedienung erleichtern und auf Wichtiges hinweisen, z.B. dass eine Eingabe zu lang ist.		

7	Die akustischen Elemente sollen die Zielgruppe motivieren und werden auch als Rückmeldungen eingesetzt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>			
8	Die akustischen Elemente (lenken nicht vom Lerninhalt ab und) sind in ihrer Gestaltung und Häufigkeit für die Zielgruppe angemessen.			
9	Soll das Lernsystem in einem Raum mit mehreren Lernenden eingesetzt werden, so lassen sich die akustischen Ausgaben durch Bildschirminformationen ersetzen, bzw. das Lernsystem ist auch ohne akustische Ausgaben verständlich und sinnvoll verwendbar.			
Zsf.	Insgesamt sind die akustischen Elemente sinnvoll, verständlich und motivierend.			
17.	Gestaltung des Lerninhalts	j/n	+/-	
1	Die Auswahl und Vermittlung des Lerninhalts ist in fachlicher Hinsicht richtig, d. h. der Lerngegenstand wird sachlich korrekt dargestellt.	j		
2	Die Auswahl und Vermittlung des Lerninhalts ist in fachlicher und pädagogischer Hinsicht wichtig, d. h. der Lerngegenstand muss relevant sein.	j		
3	Die Gestaltung des Lerninhalts und seine didaktische Vermittlung stimmt mit den Angaben im Begleitmaterial überein.	j		
4	Die Auswahl und die didaktische Vermittlung des Lerninhalts ist für die angegebene Zielgruppe geeignet, wichtig und motivierend. <i>Soll das Lernsystem vor allem lehrbegleitend eingesetzt werden? Die nächsten zwei Punkte nur ausfüllen, wenn das Lernsystem vor allem lehrbegleitend eingesetzt werden soll:</i>	j		
5	Die Auswahl und Vermittlung des Lerninhalts ist vereinbar mit den Lehrplänen und Richtlinien.			
6	Die Auswahl und Vermittlung des Lerninhalts ist vereinbar mit den in der Lehre verwendeten Materialien.			
7	Die Vermittlung von isoliertem oder von schnell veraltendem Faktenwissen wird vermieden.	j		
8	Der Bezug des Inhalts zu ähnlichen Lernbereichen und Aufgaben wird durch vielfältige Übertragungen (Transfer) hergestellt und ermöglicht.	j		
9	Der Lerninhalt enthält externe Verknüpfungen zu weiterführenden Informationen.			+
10	Der Lerninhalt wird fachdidaktisch angemessen vermittelt. Alle Kategorien, Informationen und Darstellungen werden verständlich, richtig und eindeutig vermittelt.	j		
11	Die Kategorien und Begriffe, z.B. Fachtermini, werden einheitlich verwendet.	j		
12	Neue Kategorien und Begriffe werden verständlich eingeführt und erklärt.	j		
13	Falls notwendig, werden den Lernenden zur Verdeutlichung Beispiele etc. gegeben, die ihnen Assoziationen zu bestehenden Kenntnissen erlauben.	j		
14	Der Umfang des Lerninhalts ist quantitativ ausreichend und komplett und entspricht seiner fachdidaktischen Wichtigkeit, z.B. wird genügend Übungsmöglichkeit entsprechend der Relevanz des Lernstoffs oder der Fehlerhäufigkeit angeboten.	j		
15	Die Untergliederung und Reihenfolge des Lerninhalts ist fachdidaktisch und lernpsychologisch sinnvoll, z.B. bezogen auf die Schwierigkeit der verschiedenen Lernaufgaben und den Aufbau der Lernschritte vom Leichten zum Schweren.	j		

16	Der Lerninhalt enthält interne Verknüpfungen zwischen verwandten Informationen.				+
17	Die Vermittlung und Untergliederung ist sinnvoll, z.B. wird der Lernstoff auf induktivem oder deduktivem Weg (vom Einzelnen zum Allgemeinen oder umgekehrt) vermittelt.	j			
18	Die Vermittlung und Untergliederung eröffnet Lernmöglichkeiten, die verschiedene sensorische Wahrnehmungskomponenten (visuelle und auditive) berücksichtigen.				+
19	Der Schwierigkeitsgrad ist den Voraussetzungen und Kenntnissen der Zielgruppe angemessen.	j			
20	Der Lerninhalt wird in mehreren Schwierigkeitsstufen behandelt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>				-
21	Die Differenzierung in mehrere Schwierigkeitsstufen basiert auf einem qualitativen fachdidaktischen Konzept, d. h. die Stufen sind z.B. nach Zielgruppe oder Vorwissen variiert.				
Zsf.	Insgesamt ist der Lerninhalt sachlich richtig und methodisch-didaktisch sinnvoll ausgewählt und dargestellt.	j			
18.	Adaptierbarkeit des Lerninhalts	j/n	+/-		
1	Ist eine Veränderung des Inhalts des Lernsystems möglich? Eine Inhaltsveränderung bedeutet, dass Lernende oder Lehrende z.B. eigene Notizen anlegen können oder Verknüpfungen im Lernsystem bearbeiten können. <i>Wenn diese Möglichkeit nicht besteht, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "19. Adaptivität".</i>				+
2	Die Veränderungsmöglichkeiten sind für die angegebenen Ziele des Lernsystems ausreichend, z.B. können in Simulationen eigene Simulationsumgebungen geschaffen werden.	j			
3	Eigene Dokumente können in das Lernsystem importiert und integriert werden.				-
4	Alle Veränderungen und Hinzufügungen sind ohne Programmierkenntnisse einfach und schnell durchführbar, z.B. durch klare, vollständige Hilfen.	j			
5	Alle im Lernsystem oder der Beschreibung angegebenen Veränderungsmöglichkeiten sind durchführbar.	j			
Zsf.	Insgesamt sind die Möglichkeiten, den Inhalt des Lernsystems zu verändern, ausreichend und komfortabel.	j			
19.	Adaptivität des Lernsystems	j/n	+/-		
	<i>Sind automatische Anpassungen des Lernsystems an Erfordernisse der Lernenden sinnvoll oder vorhanden? Wenn automatische Anpassungen des Lernsystems an Erfordernisse der Lernenden weder sinnvoll noch vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "20. Kommunikation und Kooperation".</i>				
1	Das Lernsystem reagiert auf den Lernverlauf der Lernenden, indem der individuelle Leistungsstand analysiert wird und entsprechende Anpassungen im Lernsystem (z.B. Verzweigungen im Inhalt) empfohlen oder durchgeführt werden.				

2	Gibt es Anpassungen, die sich nicht auf die Leistung, sondern auf den Arbeitsstand oder die Bedienung beziehen? <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
3	Diese Anpassungen sind hilfreich, verständlich und sinnvoll.		
4	Die Anpassungen werden nach einer Antwort- oder Lernverlaufsanalyse automatisch durchgeführt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
5	Es ist sinnvoll, dass die Anpassungen automatisch erfolgen. Sie sind überschaubar und verständlich.		
6	Die Anpassungen nach einer Antwort- oder Lernverlaufsanalyse werden empfohlen und können von den Lernenden gewählt oder ignoriert werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
7	Es ist sinnvoll, dass die Lernenden Anpassungen wählen können.		
8	Die Häufigkeit und der Zeitpunkt von Anpassungen sind angemessen, z.B. gibt es ausreichende Verzweigungen nach Übungen oder mehreren falschen Antworten.		
9	Die Leistungskriterien, aufgrund derer Anpassungen erfolgen oder empfohlen werden, sind dem Schwierigkeitsgrad der Übungen und dem Niveau der Zielgruppe angemessen.		
10	Verzweigungen zum Üben und Wiederholen fehlerhaft bearbeiteter Aufgaben sind vorhanden. <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>		
11	Die fehlerhaft bearbeiteten Aufgaben erscheinen in anderer Reihenfolge.		
12	Die Verzweigungen während oder nach einer Übung enthalten leichtere oder schwierigere Aufgaben, die den Kenntnissen und Fähigkeiten der Lernenden entsprechen.		
13	Die Verzweigungen während oder nach einer Übung enthalten anderes, förderndes und wichtiges Lernmaterial. <i>Wird den Lernenden ein bislang unbekannter Lerninhalt vermittelt? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn den Lernenden ein bislang unbekannter Lerninhalt vermittelt wird;</i>		
14	Durch die Anpassungen werden variierte Lern- und Präsentationsformen angeboten, z.B. wird derselbe Inhalt auf andere Weise erklärt oder das Lernen durch zusätzliche Hilfestellungen erleichtert.		
Zsf.	Das Lernsystem ist in sinnvoller Weise adaptiv gestaltet. Es reagiert flexibel und zielgruppengemäß auf unterschiedliche Lernfortschritte, Strategien und Fähigkeiten.		
20. Kommunikation und Kooperation		j/n	+/-
1	Bietet das Lernsystem Kommunikationsmöglichkeiten für die Lernenden, z.B. mit anderen Lernenden oder Lehrenden? <i>Wenn diese Möglichkeit nicht besteht, die nächsten Punkte überspringen.</i>		+
2	Informations- und Kommunikationsangebote sind aufeinander abgestimmt und ineinander integriert.	j	
3	Kommunikationsangebote unterstützen Zusatzfunktionen wie das Versenden von Dateien, Präsentationen und Diskussionen.		-
4	Kommunikationsmöglichkeiten umfassen Angebote für Lernende untereinander sowie zwischen Lernenden und Lehrenden.		+

5	Das Lernsystem integriert Kommunikationsangebote in vielfältiger Weise, z.B. als E-Mail, Mailinglist, Chat.		+
6	Kommunikationsangebote lassen sich für private Kommunikation und für Gruppenkommunikation nutzen.		-
7	Kommunikationsangebote lassen sich - falls nötig - an individuelle Wünsche und Bedürfnisse, z.B. technische Ausstattungen anpassen.		
8	Kommunikationsvorgänge lassen sich protokollieren, um für spätere Bearbeitung und Nutzung zur Verfügung zu stehen.		-
9	Bietet das Lernsystem Möglichkeiten zum kooperativen Lernen? <i>Wenn diese Möglichkeit nicht besteht, die nächsten Punkte überspringen.</i>		-
10	Der Zugriff auf kooperativ bearbeitbare Materialien ist in geeigneter Weise z.B. durch Zugriffsberechtigungen geregelt.		
11	Die Bearbeitung von Materialien ist einfach und ohne technische Kenntnisse möglich.		
12	Teilnehmende an Gruppenarbeit können ihre Rolle in der Gruppe im Laufe der Arbeit verändern, z.B. durch Erweiterung von Zugriffsberechtigungen.		
13	Kooperationsfunktionen lassen sich auf an individuelle Wünsche und Bedürfnisse, z.B. technische Ausstattungen anpassen.		
14	Kooperationsdienste unterstützen die Koordination von Gruppenarbeit, z.B. die Verteilung von Aufgaben und die Einhaltung von Terminen. Kooperationsdienste unterstützen die Entscheidungsfindung bei Gruppenarbeiten.		
15	Bei Veränderungen des Lernmaterials werden alle Betroffenen informiert, Veränderungen werden dokumentiert.		
16	Das Lernsystem stellt sicher, dass kooperativ bearbeitete Informationen stets für alle Lernenden aktuell und konsistent verfügbar sind.		
Zsf.	Das Lernsystem unterstützt kommunikatives und kooperatives Lernen; entsprechende Elemente sind sinnvoll gestaltet und leicht bedienbar.	j	
21. Aufgaben- und Antwortgestaltung		j/n	+/-
	<i>Sind Aufgaben oder Übungen im Lernsystem sinnvoll oder vorhanden? Wenn Aufgaben oder Übungen weder sinnvoll noch vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "22. Leistungsauswertung und Diagnose".</i>		
1	Die Aufgaben und Fragen sind verständlich, eindeutig und klar.	j	
2	Die Aufgaben und Fragen sind so gestaltet, dass ein mechanisches Antworten umgangen wird, d.h. zu viele Hinweise oder zu einfache Aufgaben und zu ähnliche Antwortmöglichkeiten werden vermieden.	j	
3	Die Antworteingaben sind verständlich und sinnvoll gestaltet, d. h. verwirrende, ablenkende Antwortformen, schlecht zu erkennende Auswahlmöglichkeiten und Unklarheiten werden vermieden.	j	
4	Die Übungen und Lernaktivitäten sind abwechslungsreich gestaltet, ohne die Lernenden durch die unterschiedlichen Aufgabenstellungen zu verwirren.	j	

	<i>Enthält das Lernsystem Aufgaben, die schwerpunktmäßig zum Üben und Wiederholen eines Lernstoffs dienen?</i> <i>Die nächsten beiden Punkte nur ausfüllen, wenn das Lernsystem Aufgaben enthält, deren Schwerpunkt im Üben und Wiederholen eines Lernstoffs liegt:</i>		
5	Zum Üben eines Lernstoffs werden die Aufgaben bei jeder Wiederholung in einer anderen, zufälligen Reihenfolge gestellt.	j	
6	Beim Üben und Wiederholen eines Lernstoffs erscheinen bei jedem Bearbeitungsdurchgang andere Aufgaben, d.h. das Lernsystem enthält für jeden Übungsteil ein 'Aufgabenreservoir', aus dem immer andere Aufgaben gezogen werden.		+
7	Die Anzahl der möglichen Antwortversuche für die Lösung einer Aufgabe ist ausreichend, z.B. bei erforschendem Lernen sind mehrere Antwortversuche sinnvoll.	j	
8	Der Umfang der Übungen und ihre durchschnittliche Bearbeitungsdauer sind angemessen und können von Lernenden und Lehrenden überschaut werden, d. h. lange Übungen, deren Ende nicht eingeschätzt werden kann, werden vermieden.	j	
9	Sofortiges Antworten ist möglich, ohne vorgegebene Pausen abwarten zu müssen. <i>Enthält das Lernsystem Aufgaben oder Übungen mit zeitlichem Bearbeitungslimit?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn Aufgaben oder Übungen mit zeitlichem Bearbeitungslimit vorhanden sind:</i>	j	
10	Die Zeitbegrenzung oder -messung bei Aufgaben oder Übungen ist didaktisch sinnvoll und motivierend.		
11	Künstliche und unbegründete Fehlerfallen werden vermieden, z.B. Aufgaben, die seltene oder zu ähnliche Fehlerquellen beinhalten.	j	
12	Die Antwortanalyse ist effektiv und sinnvoll gestaltet, d. h. alle richtigen Antworten werden auch als richtig bewertet, mögliche Alternativantworten werden anerkannt, unerhebliche Fehler werden toleriert oder können nach einem Hinweis korrigiert werden.	j	
13	Es erfolgen rechtzeitig Sperrmaßnahmen oder Hinweise, wenn eine Antworteingabe zu lang ist.		
14	Ausreichende und verständliche Hilfestellungen werden bei Beantwortungsproblemen gegeben oder sind abrufbar, d. h. es wird sichergestellt, dass Lernende, die eine Aufgabenstellung nicht verstehen, weiterarbeiten kann und nicht immer wieder die gleiche Aufgabe gestellt bekommt.	j	
15	Rückmeldungen und/oder Verzweigungen nach der Bearbeitung einzelner Aufgaben oder Teile sind, wo sie notwendig sind, vorhanden.		
16	Die Rückmeldungen und Leistungsauswertungen nach der Bearbeitung einzelner Aufgaben oder Übungen erfolgen durch schriftliche Kommentare, Angabe von absoluten Zahlen, Prozentangaben, Noten oder Grafiken.	j	
17	Wenn eine falsche Antwort abgegeben wird, bleibt diese stehen und zusätzlich wird die richtige Antwort eingeblendet, damit die Schüler kontrollieren können, was in ihren Eingaben falsch war.	n	
18	Zwingende Wiederholungsschleifen, in denen Aufgaben oder Übungen so lange vorgelegt werden, bis sie richtig beantwortet werden, werden vermieden.	j	
19	Die Rückmeldungen sind in Form und Inhalt für weibliche und männliche Benutzer geeignet und motivierend gestaltet.	j	

20	Rückmeldungen erfolgen sofort nach einer Antwort. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
21	Die sofortigen Rückmeldungen sind didaktisch sinnvoll, da z.B. ein neuer oder schwieriger Lerninhalt geübt wird.	j	
22	Rückmeldungen erfolgen verzögert, d. h. erst nach mehreren Antworten. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		-
23	Die verzögerten Rückmeldungen erfolgen spätestens nach 15-20 Minuten.		
24	Es erfolgen Rückmeldungen sowohl nach jeder Antwort als auch verzögert nach mehreren Antworten. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		-
25	Das Einbringen von sofortigen und verzögerten Rückmeldungen ist didaktisch sinnvoll und nicht verwirrend.		
26	Die Rückmeldungen sind abwechslungsreich gestaltet.	j	
27	Die Rückmeldungen nach richtigen Antworten und Arbeitsschritten sind positiv und verstärkend.	j	
28	Die Rückmeldungen, die zur Motivierung eingesetzt werden, sind angemessen lang, z.B. für Animationen nach einer Antwort maximal 2-3 Sekunden und nach einer Übung ca. 10 Sekunden.		
29	Die Rückmeldungen regen zur Nutzung weiterer Hilfsmittel an, z.B. eines Nachschlagewerks.		+
30	Die Rückmeldungen regen zu weiteren Lernaktivitäten an, z.B. zu nachbereitenden Gruppenarbeiten.		+
31	Die Rückmeldungen sind bei Bedarf abwählbar.		-
32	Informierende Rückmeldungen nach falschen Antworten werden (wenigstens manchmal) gegeben und zeigen auf, wo ein Fehler gemacht wurde.	j	
33	Rückmeldungen nach falschen Antworten sind hilfreich und fördernd, d. h. sie benennen (wenigstens manchmal) die Fehlerursache, geben Hinweise, wie die Fehler zu vermeiden sind, und/oder sie motivieren die Lernenden zur Selbstkorrektur.	j	
34	Rückmeldungen nach Fehlern sind ermutigend. Abfällige oder vorwurfsvolle Rückmeldungen werden vermieden, statt dessen werden z.B. die richtigen Elemente in der Antwort aufgezeigt.	j	
35	Die Rückmeldungen bewerten die Antwort und nicht die Person, falsch wäre z.B. 'Du bist schlecht'.	j	
36	Rückmeldungen nach falschen Antworten sind weniger interessant gestaltet als die nach richtigen Antworten, um nicht zu falschen Antworteingaben zu reizen.	j	
Zsf.	Insgesamt sind die Aufgabenstellungen, Antwortformen und Lernaktivitäten sinnvoll gestaltet.	n	

22.	Leistungsauswertung und Diagnose	j/n	+/-
	<i>Ist eine Leistungsauswertung am Ende einer Übung oder eine Diagnose sinnvoll oder vorhanden? Wenn eine Leistungsauswertung am Ende einer Übung oder eine Diagnose weder sinnvoll noch vorhanden ist, weiter mit "23. Allgemeine Qualitätsmerkmale".</i>		
1	Die Art und Weise der Leistungsauswertung stimmt mit den Angaben im Lernsystem oder der Beschreibung überein.	j	
2	Der Leistungsstand der Lernenden wird festgestellt durch eine Analyse der Ergebnisse, z.B. durch Vor-, Zwischen- oder Nachtests, Vergleich der Lernergebnisse oder Diagnosen besonderer Lernschwierigkeiten.	j	
3	Die Feststellung und Bewertung der Lernergebnisse ist fachlich und didaktisch sinnvoll, z.B. werden die Schwierigkeitsstufen, der Lernfortschritt oder die richtigen Antworten beim ersten oder zweiten Lösungsversuch angemessen berücksichtigt.	j	
4	Die Feststellung und Bewertung der Lernergebnisse ist statistisch korrekt, z.B. wird die Anzahl der Antworten richtig berechnet.	j	
5	Der Leistungsstand oder der Lernverlauf werden in verständlicher und ermutigender Form mitgeteilt.	j	
6	Die Lernergebnisse sind auf Papier ausdrückbar. <i>Werden Leistungsstand oder Lernverlauf im Lernsystem diagnostiziert? Die nächsten zwei Punkte nur ausfüllen, wenn der Leistungsstand oder Lernverlauf diagnostiziert werden:</i>		
7	Der Leistungsstand oder Lernverlauf der Lernenden wird diagnostiziert, z.B. nach Fehlerhäufigkeit, -art oder Lernstrategie.		j
8	Die Diagnosen sind fachlich, didaktisch und statistisch sinnvoll und richtig.	j	
Zsf.	Insgesamt sind die Leistungsauswertungen oder Diagnosen fachlich und pädagogisch sinnvoll, statistisch richtig und können ausgedrückt werden.	j	
23.	Allgemeine Qualitätsmerkmale	j/n	+/-
1	Der gesamte Inhalt des Lernsystems ist frei von engen geschlechtsspezifischen Rollenbildern und Vorurteilen gegenüber gesellschaftlichen Gruppen.	j	
2	Die beinhalteten Normen und Werte (auch die indirekten) sind akzeptabel, frei von Gewalt oder starkem Konkurrenzdenken.	j	
3	Die Dialogformen, der sprachliche Ausdruck und der Stil der Ansprache innerhalb der Software sind korrekt und motivierend. Außerdem wird in den Anweisungen des Programms die Verwendung der 1. Person Singular (Ichform) vermieden.	j	
4	Rechtschreibung, Grammatik und Zeichensetzung sind innerhalb der gesamten Software und im Begleitmaterial korrekt.	j	
Zsf.	Insgesamt ist das Lernsystem frei von negativen Stereotypen, Vorurteilen, Normen und Werten. Der Dialogstil, die Rechtschreibung, Grammatik und Zeichensetzung sind richtig und angemessen.	j	

GESAMTBEWERTUNGSTABELLE UND KURZE PRÜFLISTE		j/n
I. Kennzeichnung des Lernsystems: siehe vorne		
II. Beurteilung des Lieferumfangs		
1. Zsf. Leistungen des Verlags Die Leistungen des Verlags sind angemessen, z.B. durch übersichtliches und verständliches Begleitmaterial und gute Verpackung (j/n).		n
III. Beurteilung der Systembeschreibung		
2. Zsf. Angaben über die Hard- und Software Die Angaben über die erforderliche Hard- und Software (Geräte und Programme) sind vollständig, genau und verständlich (j/n).		j
3. Zsf. Angaben über die Systembenutzung Die Bedienung und Benutzung des Lernsystems werden vollständig, richtig und verständlich erklärt (j/n).		j
4. Zsf. Angaben über Zielgruppe und Lernziele Die Angaben über Zielgruppe und Lernziele sind genau, richtig und vollständig (j/n).		j
5. Zsf. Angaben über den Einsatzbereich Die Einsatzbereiche und Bearbeitungsformen werden vollständig und verständlich beschrieben (j/n).		j
6. Zsf. Angaben über den Inhalt Die Lerninhalte und ihre Vermittlung werden vollständig, verständlich und richtig beschrieben (j/n).		n
IV. Beurteilung der Programmbedienung		
7. Zsf. Bedienbarkeit Das Lernsystem arbeitet zuverlässig, fehlerfrei und schnell; die Bedienung ist den Aufgaben angemessen und leicht erlernbar (j/n).		n
8. Zsf. Adaptierbarkeit der Programmbedienung Das Lernsystem ist flexibel gestaltet und eröffnet vielseitige Auswahl- und Anpassungsmöglichkeiten (j/n).		j
9. Zsf. Datenspeicherung Die Möglichkeiten des Lernsystems zur Datenspeicherung sind den Aufgaben angemessen und einfach und komfortabel durchführbar (j/n).		j
10. Zsf. Eingabegestaltung Die Eingabegestaltung ist komfortabel und sinnvoll (j/n).		j

V. Beurteilung der medialen Gestaltung

11. Zsf. Bildschirmaufbau Der Bildschirmaufbau ist übersichtlich und verständlich (j/n).	j
12. Zsf. Textgestaltung Die Textgestaltung ist sinnvoll, übersichtlich und gut lesbar (j/n).	j
13. Zsf. Grafikgestaltung Die Grafiken sind verständlich, sinnvoll und motivierend eingesetzt (j/n).	j
14. Zsf. Farbgestaltung Die Farben sind effektiv, sinnvoll und motivierend eingesetzt (j/n).	j
15. Zsf. Animationen Die Animationen sind verständlich, sinnvoll und motivierend (j/n).	j
16. Zsf. Akustische Gestaltung Die akustischen Elemente sind sinnvoll, verständlich und motivierend (j/n).	j

VI. Beurteilung des Programminhalts

17. Zsf. Gestaltung des Lerninhalts Der Lerninhalt ist sachlich richtig und methodisch-didaktisch sinnvoll ausgewählt und dargestellt (j/n).	j
18. Zsf. Adaptierbarkeit des Lerninhalts Die Möglichkeiten, den Inhalt des Lernsystems zu verändern, sind ausreichend und komfortabel (j/n).	j
19. Zsf. Adaptivität des Lernsystems Das Lernsystem ist in sinnvoller Weise adaptiv gestaltet. Es reagiert flexibel und zielgruppengemäß auf unterschiedliche Lernfortschritte, Strategien und Fähigkeiten (j/n).	j
20. Zsf. Kommunikation und Kooperation Das Lernsystem unterstützt kommunikatives und kooperatives Lernen; entsprechende Elemente sind sinnvoll gestaltet und leicht bedienbar (j/n).	j
21. Zsf. Aufgaben- und Antwortgestaltung Die Aufgabenstellungen, Antwortformen und Lernaktivitäten sind sinnvoll gestaltet (j/n).	n
22. Zsf. Leistungsauswertung und Diagnose Die Leistungsauswertungen oder Diagnosen sind fachlich und pädagogisch sinnvoll, statistisch richtig und können ausgedrückt werden (j/n).	j
23. Zsf. Allgemeine Qualitätsmerkmale Das Lernsystem ist frei von negativen Stereotypen, Vorurteilen, Normen und Werten. Der Dialogstil, die Rechtschreibung, Grammatik und Zeichensetzung sind richtig und angemessen (j/n).	j

GESAMTBEWERTUNG DES LERNSYSTEMS

Beschreibung der besonderen Stärken des Lernsystems:
"ISIS Architektur" verknüpft Lerninhalte mit zahlreichen Berechnungswerkzeugen und eröffnet den Lernenden so weitreichende Möglichkeiten zu eigenem Handeln.

Bewertung in Zahlen:	abs.	in %
Anzahl relevanter Abschnitte, deren notwendige Kriterien erfüllt sind (max. 23):	16	70 %
Anzahl relevanter notwendiger Kriterien (j/n), die erfüllt sind (max. 182):	112	62 %
Anzahl relevanter wünschenswerter Kriterien (+/-), die erfüllt sind (max. 71):	30	42 %

Wenn notwendige Kriterien in relevanten Abschnitten nicht erfüllt sind:
 Die Qualität des Lernsystems ist in diesem(n) Bereich(en) mangelhaft:
1. Die Leistungen des Verlags sind mangelhaft, z.B. fehlt Begleitmaterial oder die Verpackung ist schlecht.
6. Die Lerninhalte und ihre Vermittlung werden nicht vollständig, verständlich und richtig beschrieben.
7. Das Lernsystem arbeitet nicht zuverlässig, fehlerfrei und schnell oder die Bedienung ist den Aufgaben nicht angemessen.
21. Die Aufgabenstellungen, Antwortformen oder Lernaktivitäten sind nicht sinnvoll gestaltet.

Weitere Kommentare, Bedenken, Veränderungsvorschläge:
Um den Lernenden die Arbeit mit "ISIS Architektur" zu erleichtern, sollte das Lernsystem mit Online-Hilfe und Begleitmaterial ergänzt werden.
Sowohl im Lernsystem als auch im Begleitmaterial sollten die Bedienung des Programms und die Lerninhalte mit möglichen Lernaktivitäten ausführlich beschrieben werden.

Das Quiz in "ISIS Architektur" sollte so überarbeitet werden, dass die Antwort zu einer Aufgabe neben der korrekten Lösung sichtbar bleibt, so dass die Lernenden ihre Antwort überprüfen können.
"ISIS Architektur" sollte um akustische Elemente, z.B. gesprochene Texte, erweitert werden, um den Lernenden zusätzliche Möglichkeiten zur Wissensaufnahme zu geben.

C.3 Scartezzini et al.: Architecture et développement durable

KENNZEICHNUNG DES LERNSYSTEMS

Name des Lernsystems:	Architecture et développement durable 2000
Auflage/Version, Datum:	
Entwicklung des Lernsystems (Autor/Autorin):	Jean-Louis Scartezzini, Jean-Bernard Gay, Catherine Merz, Florentzou Florentzos, Philippe Kräuchli, François Leresche Lausanne: EPFL, LESO-PB SFr 90,- -
Bezugsquelle für das Lernsystem (Verlag): Preis des Lernsystems (mit allen benötigten Materialien): Das Lernsystem ist Teil eines Pakets (z.B. mehrere zusammengehörige Programme) mit dem Namen:	
Anzahl und Art der Datenträger, bzw. Zugriffsmöglichkeit auf das Lernsystem (z.B. CD-ROM, Disketten, WWW):	1 CD-ROM
Benötigte Rechnerausstattung:	PC Pentium 166 / Mac PowerPC 133
Benötigtes Betriebssystem:	PC: Windows 9x/NT
Speicherplatzanforderungen (Arbeitsspeicher, Festplatte):	32 MB RAM
Grafikanforderungen (z.B. Bildschirmauflösung, Farbe):	800 x 600, 16 bit
Sonstige Systemanforderungen:	Soundkarte, Quicktime 4
<hr/>	
Zielgruppe(n) des Lernsystems:	Studierende der Architektur, praktizierende Architektinnen und Architekten
Lerninhalt(e) des Lernsystems:	nachhaltige Entwicklung und Architektur
Typische Lehr-/Lernumgebung für den Einsatz des Lernsystems:	Einzelplatzsystem
Klassifizierung des Lernsystems nach Lernparadigma:	kognitivistisch
Interaktionspotenzial des Lernsystems:	mittel
<hr/>	
Name der Beurteilerin/des Beurteilers:	Stephan Benkert
Organisation:	Universität-GH Siegen
Straße / PF:	
PLZ, Ort:	57068 Siegen
Datum der Beurteilung:	25.01.2001

1.	Leistungen des Verlags	j/n	+/-
1	Begleitmaterial zum Lernsystem ist vorhanden. <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>	j	
2	Gemeinsames Begleitmaterial für Lernende und Lehrende ist vorhanden.		+
3	Spezielle Informationen für Lehrende sind vorhanden, z.B. in einem separaten Heft oder als Teil im Begleitmaterial.		-
4	Spezielle Informationen für Lernende sind im Begleitmaterial vorhanden.		-
5	Zusätzliches Arbeits- und Lernmaterial ist vorhanden, z.B. weitere Unterlagen.		-
6	Angaben über bereits durchgeführte Bewertungen des Lernsystems oder Informationen über Veröffentlichungen etc. sind vorhanden.		-
7	Das Begleitmaterial ist für Lernende und Lehrende verständlich und motivierend gestaltet.	j	
8	Das Begleitmaterial ist übersichtlich und hilfreich und enthält (wenn es umfangreich ist) ein Inhaltsverzeichnis.	j	
9	Zusätzlich ist ein Stichwortverzeichnis im Begleitmaterial enthalten.		-
10	Weitere Materialien, z.B. nachbestellte Datenträger, Begleithefte oder später erscheinende Neuauflagen, werden zu einem ermäßigten Preis angeboten. Auf diese Möglichkeiten wird hingewiesen.		-
11	Die Möglichkeiten wird angeboten, das Lernsystem vor dem Kauf durch Demonstrations- oder Probeexemplare kennenzulernen.		
12	Der Preis für Lernende ist angemessen und - falls nötig - reduziert.		+
13	Das Anfertigen von Sicherheitskopien (Backups) ist erlaubt, oder sie werden mitgeliefert. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
14	Backups in unbegrenzter Anzahl dürfen angefertigt werden.		-
15	Der Verlag räumt Umtausch-, Rückgaberecht und Garantiefrieten ein, die über die gesetzlich vorgeschriebenen Bestimmungen hinausgehen. Auf diese Möglichkeit wird im Begleitmaterial oder auf der Verpackung hingewiesen.		-
16	Die Verpackung ist stabil und gewährleistet eine sichere Aufbewahrung und einfache Entnahme der Datenträger ohne Beschädigungsgefahr. <i>Sollen umfangreiche Pakete beurteilt werden?</i> <i>Die nächsten Punkte bis 22 nur ausfüllen, wenn umfangreiche Pakete beurteilt werden sollen:</i>	j	
17	Falls Installationshilfe notwendig ist, wird sie angeboten? <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>		
18	Kosten für die Installationshilfe sind angemessen.		
19	Falls Training für die Lehrenden notwendig ist, wird es angeboten? <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>		
20	Kosten für das Training sind angemessen.		
21	Falls Beratung/Wartung notwendig ist, wird sie angeboten? <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>		
22	Kosten für die Beratung/Wartung sind angemessen.		
	<i>In folgende zusammenfassende Abschnittsbewertung sollte nur ein "j" eingetragen werden, wenn kein Kriterium im gesamten Abschnitt 1. mit "n" markiert wurde. Dies gilt für alle weiteren Abschnittsbewertungen.</i>		
Zsf.	Insgesamt sind die Leistungen des Verlags angemessen (z.B. übersichtliches, verständliches Begleitmaterial, gute Verpackung).	j	

2.	Angaben über die Hard- und Software	j/n	+/-
1	Die erforderliche Hardware (Geräteausstattung) wird genau und richtig im Begleitmaterial und/oder auf der Verpackung angegeben.	j	
2	Falls ein besonderes Betriebssystem vorhanden sein muss, wird dieses genannt?	j	
3	Falls eine besondere Arbeitsumgebung erforderlich ist, wird diese angegeben?	j	
4	Falls sonstige Software zur Benutzung notwendig ist, wird sie angegeben?	j	
Zsf.	Insgesamt sind die Angaben über die erforderliche Hard- und Software vollständig, genau und verständlich.	j	
3.	Angaben über die Systembenutzung	j/n	+/-
1	Die Bedienungsanleitung im Begleitmaterial ist übersichtlich und logisch strukturiert.	j	
2	Das Vorgehen beim Laden, Bearbeiten und Beenden des Lernsystems wird - auch für Computerunkundige - verständlich und richtig erklärt.	j	
3	Alle vorhandenen Arbeitsfunktionen des Lernsystems werden vollständig, richtig und eindeutig beschrieben.	j	
4	Alle Begriffe werden innerhalb der Beschreibungen einheitlich verwendet.	j	
	<i>Können eigene Inhalte oder Übungen in das Lernsystem eingefügt werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn eigene Inhalte oder Übungen eingefügt werden können;</i>		
5	Die Veränderungsmöglichkeiten des Lernsystems, z.B. die Eingabe eigener Inhalte, werden vollständig, richtig und verständlich angegeben. <i>Müssen Begrenzungen von Datenmengen beachtet werden oder sind eingeschränkte Nutzungsmöglichkeiten vorhanden, z.B. maximale Seitenzahl bei Textverarbeitung oder Höchstparameter bei Simulationen?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn Begrenzungen von Datenmengen beachtet werden müssen oder eingeschränkte Nutzungsmöglichkeiten vorhanden sind, z.B. maximale Seitenzahl bei Textverarbeitung oder Höchstparameter bei Simulationen:</i>		
6	Wichtige Grenzwerte für die Benutzung des Lernsystems sind angegeben. <i>Sollen ganze Pakete bewertet werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn ganze Pakete bewertet werden:</i>		
7	Bei Paketen wird die Reihenfolge und die Benutzung der verschiedenen Komponenten vollständig angegeben und erklärt.		
Zsf.	Insgesamt werden die Bedienung und Benutzung des Lernsystems vollständig, richtig und verständlich erklärt.	j	

4. Angaben über Zielgruppe und Lernziele		j/n	+/-
1	Alter oder Kenntnisstand der Zielgruppe, die mit dem Lernsystem arbeiten soll, werden angegeben. <i>Sind besondere Vorkenntnisse oder Fähigkeiten der Zielgruppe, z.B. Maschineschreiben, Programmieren oder Kenntnisse über den Lernerhalt als Benutzungsvoraussetzung unbedingt notwendig?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn besondere Vorkenntnisse oder Fähigkeiten der Zielgruppe, z.B. Maschineschreiben, Programmieren oder Kenntnisse über den Lernerhalt als Benutzungsvoraussetzung unbedingt notwendig sind:</i>	n	
2	Notwendige Vorkenntnisse und Fähigkeiten der Zielgruppe werden vollständig und richtig angegeben. <i>Können mehrere Lernende gleichzeitig mit dem Lernsystem arbeiten?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn mehrere Lernende gleichzeitig mit dem Lernsystem arbeiten können:</i>		
3	Die Anzahl der Benutzer, die gleichzeitig mit dem Lernsystem arbeiten können, wird angegeben, z.B. Paare, kleine Gruppen oder beliebig viele Personen.		
4	Die Lernziele werden beschrieben. <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>	j	
5	Die Lernziele werden ausführlich beschrieben und angegeben.		+
6	Der Zusammenhang zwischen Zielen, Inhalten und Methoden wird angegeben.	j	
7	Die Lernziele werden auch für die Lernenden beschrieben und begründet.		+
Zsf.	Insgesamt sind die Angaben über Zielgruppe und Lernziele genau, richtig und vollständig.	n	
5. Angaben über den Einsatzbereich		j/n	+/-
1	Der Einsatzbereich für das Lernsystem wird angegeben und geeignete Bearbeitungsformen werden beschrieben. <i>Wird das Lernsystem speziell als lehrbegleitend empfohlen?</i> <i>Die nächsten zwei Punkte nur ausfüllen, wenn das Lernsystem speziell als lehrbegleitend empfohlen wird:</i>	j	
2	Die Integration des Lernsystems in die Lehre und die Organisation der Lernformen werden beschrieben.		
3	Die durchschnittlich notwendige Zeit für die Bearbeitung des Lernsystems oder einzelner Übungen wird angegeben.		
4	Die Benutzung anderer Lernmaterialien wird beschrieben und weiterführende Lernaktivitäten werden empfohlen.		-
5	Falls besondere Vorkenntnisse der Lehrenden für den Einsatz des Lernsystems, z.B. Programmierkenntnisse, erforderlich sind, werden sie angegeben?		
6	Falls besondere Vorbereitungen oder Vorbereitungszeiten für Lernende oder Lehrende notwendig sind, werden sie richtig angegeben?		
Zsf.	Insgesamt werden die Einsatzbereiche und Bearbeitungsformen vollständig und verständlich beschrieben.	j	
6. Angaben über den Inhalt		j/n	+/-
1	Der (Lern-) Inhalt, seine Wichtigkeit, Auswahl und Vermittlung werden beschrieben.	j	
2	Der Lerninhalt wird möglichst vollständig angegeben, z.B. als Liste mit den wichtigsten Übungsinhalten.		-
3	Alle Inhalts- und Förderungsschwerpunkte des Lernsystems werden angegeben und entsprechen dem tatsächlichen Inhalt des Lernsystems.	j	
4	Die Aufgabenstellungen und Lernaktivitäten werden (mit Beispielen) beschrieben. <i>Soll das Lernsystem vor allem lehrbegleitend eingesetzt werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn ein Lernsystem beurteilt wird, das vor allem lehrbegleitend eingesetzt werden soll:</i>	n	
5	Eine Angabe ist vorhanden, inwieweit der Inhalt des Lernsystems mit Lehrplänen oder anderen Lernmaterialien übereinstimmt oder vereinbar ist.		
Zsf.	Insgesamt werden die Lerninhalte und ihre Vermittlung vollständig, verständlich und richtig beschrieben.	n	
7. Bedienbarkeit		j/n	+/-
1	Das Lernsystem ist sinnvoll, klar und logisch strukturiert, z.B. durch ein Inhaltsmenü.	j	
2	Im Inhaltsmenü oder in den Lerninhalten werden bereits bearbeitete Teile oder Übungen markiert.		-
3	Die Benutzer können das Lernsystem überblicken, z.B. an welcher Stelle sie sich befinden, wie umfangreich eine Übung ist oder wie sie in andere Teile wechseln können.	j	
4	Bei einem vorzeitigen Beenden können der momentane Arbeitsstand oder die Lernergebnisse zwischengespeichert oder markiert werden, z.B. mit einem 'elektronischen Lesezeichen'.		-
5	Das Lernsystem ist einfach zu starten und zu beenden. <i>Kann das Lernsystem nach den Angaben des Verlags von den Lernenden selbstständig bearbeitet werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn das Lernsystem nach den Angaben des Verlags von den Lernenden selbstständig bearbeitet werden kann:</i>	j	
6	Das Lernsystem ist (nach einer Einführung) selbstständig von den Lernenden zu bearbeiten.	j	
7	Das Lernsystem erklärt seine Benutzung weitgehend selbst, da konkrete Bedienungsanleitungen auf dem Bildschirm erfolgen, z.B. durch den Hinweis 'Tippe eine Zahl ein'. <i>Werden am Anfang Benutzungshinweise auf dem Bildschirm gegeben?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn am Anfang Benutzungshinweise auf dem Bildschirm gegeben werden:</i>		
8	Die Benutzungshinweise, die am Anfang gegeben werden, sind klar und verständlich. Sie können auch übersprungen werden, z.B. bei einer Wiederholung, wenn sie sehr umfangreich sind.		
9	Der Befehlsumfang für die Benutzung ist klar, überschaubar und einfach.	j	
10	Befehle, Begriffe und Symbole für gleiche Sachverhalte und Bedienfunktionen werden einheitlich verwendet.	j	

11	Um zu gewährleisten, dass die Lernenden bei Bedienungsproblemen weiterarbeiten können, sind Hinweise über einen Hilfebefehl oder eine Hilfetaste aufrufbar oder erfolgen automatisch auf dem Bildschirm.	j	
12	Wenn Fehlermeldungen nach falschen Befehlseingaben gegeben werden, erfolgen sie sofort, sind verständlich und hilfreich, z.B. weisen sie auf den Fehler hin und bieten Korrekturmöglichkeiten an.	j	
13	Nicht benötigte Tasten sind zur Vermeidung von Eingabefehlern gesperrt, z.B. ist dies sinnvoll bei Menüauswahlen oder Antworteingaben, für die nur Zahlen zulässig sind.		+
14	Eingaben zur Steuerung können abgekürzt werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
15	Die Eingabeabkürzungen sind einfach und gut merkbar.		
16	Wenn unerhebliche Eingabefehler bei den Steuerungsbefehlen möglich sind, werden sie toleriert, z.B. zwei Leerzeichen zwischen zwei Wörtern oder die Eingabe 'ja' oder 'j' statt 'Ja'.		
17	Das Lernsystem arbeitet fehlerfrei, zuverlässig und kontrollierbar, auch bei falschen Befehls- oder Antworteingaben.	j	
18	Das Lernsystem reagiert robust und informierend auf Bedienungsfehler, z.B. wird ein Hinweis gegeben, wenn keine Diskette im Laufwerk ist.	j	
19	Sämtliche Funktionen, die im Lernsystem oder der Beschreibung angegeben werden, sind vorhanden und arbeiten fehlerfrei und erwartungskonform.	j	
20	Das Lernsystem wird schnell gestartet, d. h. das Starten sollte nicht länger als 90 Sekunden dauern.	j	
21	Das Laden einzelner Teile geht schnell, z.B. bei Disketten unter 30 Sekunden.	j	
22	Der Aufbau der Bildschirmseite wird schnell durchgeführt. <i>Die nächsten drei Punkte nur ausfüllen, wenn die betreffenden Bereiche im Lernsystem enthalten sind:</i>	j	
23	Falls im Lernsystem enthalten: Die Arbeitsergebnisse und Leistungen werden schnell berechnet.		
24	Falls im Lernsystem enthalten: Arbeitsergebnisse und Leistungen werden schnell gespeichert.		
25	Falls im Lernsystem enthalten: Grafiken oder Animationen werden schnell erstellt.	j	
26	Längere Wartezeiten werden auf dem Bildschirm begründet, z.B. erfolgt ein Hinweis, dass gerade geladen wird.	j	
Zsf.	Insgesamt arbeitet das Lernsystem zuverlässig, fehlerfrei und schnell; die Bedienung ist den Aufgaben angemessen und leicht erlernbar.	j	

8.	Adaptierbarkeit der Programmbedienung		j/n	+/-
1	Den Lernenden werden Kontroll- und Auswahlmöglichkeiten gegeben, das Lernsystem nach eigenen Wünschen und Interessen zu bearbeiten, z.B.			
	können sie die Inhaltsteile, Aufgabenmenge, Schwierigkeitsstufe oder Hilfen auswählen oder die Schnelligkeit der Bearbeitung bestimmen.	j		
2	Klare Angaben über den zulässigen Wahlbereich bei Auswahlen sind vorhanden, z.B. Angabe der wählbaren Aufgabenzahl von 1-20.			
3	Alle zulässigen Wahlbereiche sind ausreichend groß.			
4	Die vorhandenen Auswahlmöglichkeiten sind ausreichend und sinnvoll eingesetzt.	j		
Zsf.	Insgesamt ist das Lernsystem flexibel gestaltet und eröffnet vielseitige Auswahl- und Anpassungsmöglichkeiten.	j		
9.	Datenspeicherung		j/n	+/-
1	Einzelne Teile des Inhalts, Arbeitsschritte oder Arbeitsergebnisse sind mit einem Drucker auf Papier ausdrückbar.	n		
2	Einzelne Teile des Inhalts, Arbeitsschritte oder Arbeitsergebnisse lassen sich über die Zwischenablage in andere Anwendungen kopieren. <i>Sind Möglichkeiten zum Speichern von Arbeitsergebnissen aus dem Lernsystem sinnvoll oder vorhanden?</i> <i>Wenn Möglichkeiten zum Speichern von Arbeitsergebnissen aus dem Lernsystem weder sinnvoll noch vorhanden sind, die nächsten Punkte überspringen.</i>			-
3	Können Arbeitsergebnisse gespeichert werden?			
4	Alle Speicherungsmöglichkeiten, die angegeben werden, sind vorhanden.			
5	Das Speichern der Arbeitsergebnisse ist einfach und schnell durchführbar.			
6	Arbeitsergebnisse lassen sich kompatibel zu anderen Programmen und Betriebssystemen speichern.			
7	Verschiedene Arbeitsergebnisse können gespeichert werden, z.B. Ergebnisse, Lernstrategien, Leistungsfortschritte oder Diagnosen einzelner Lernender oder ganzer Lerngruppen.			
8	Die Ergebnisse sind zu bereits früher gespeicherten Ergebnissen hinzufügbare. <i>Sind Möglichkeiten zum Laden von Eingabedaten in das Lernsystem sinnvoll oder vorhanden?</i> <i>Wenn Möglichkeiten zum Laden von Eingabedaten in das Lernsystem weder sinnvoll noch vorhanden sind, die nächsten Punkte überspringen.</i>			
9	Können Eingabedaten geladen werden?			
10	Alle Lademöglichkeiten, die angegeben werden, sind vorhanden.			
11	Das Laden von Eingabedaten ist einfach und schnell durchführbar.			
12	Daten lassen sich aus anderen Programmen und Betriebssystemen laden.			
13	Daten lassen sich zu bereits vorhandenen Eingaben hinzufügen.			

14	Wenn Daten vom Lernsystem gespeichert oder weitergegeben werden, werden die Lernenden informiert; alle Daten werden ausschließlich für Aufgaben des Lernsystems verwendet und sind vor unbefugtem Zugriff geschützt.		
Zsf.	Insgesamt sind die Möglichkeiten der Datenspeicherung den Aufgaben des Lernsystems angemessen und einfach und komfortabel durchführbar.	n	
10. Eingabegestaltung		j/n	+/-
	<i>Wird die Tastatur als Eingabegerät genutzt? Wenn andere Eingabegeräte als die Tastatur benutzt werden, weiter mit Punkt 10.7. Müssen oder sollen bei der Arbeit mit dem Lernsystem Sonderzeichen eingegeben werden (z.B. Umlaute oder Formelzeichen)? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn bei der Arbeit mit dem Lernsystem Sonderzeichen eingegeben werden müssen oder sollen:</i>		
1	Eine Tastatur mit Sonderzeichen wird verwendet oder zumindest simuliert, so dass Sonderzeichen eingetippt werden können und auf dem Bildschirm erscheinen.		
	<i>Wird eine Tastatur mit Sonderzeichen nur simuliert? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn eine Tastatur mit Sonderzeichen nur simuliert wird:</i>		
2	Die Benutzer können Sonderzeichen einfach und ohne mehrfache Tastenbedienung eintippen. Sie erhalten z.B. immer direkte Hinweise auf dem Bildschirm und nicht nur im Begleitmaterial.		
3	Die Tastaturbedienung ist einfach, z.B. bei der Steuerung des Cursors. <i>Werden Funktionstasten oder andere Tasten mit besonderen Funktionen benutzt? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn Funktionstasten oder andere Tasten mit besonderen Funktionen benutzt werden.</i>		
4	Der Sinn und die Benutzung der Funktionstasten, werden auf dem Bildschirm oder im Begleitmaterial erklärt.		
5	Tippfehler können vor Ausführen einer Eingabe korrigiert werden.		
6	Die Menge der geforderten Eingaben ist den Fähigkeiten der Zielgruppe angemessen, d. h. für jüngere Schüler weniger Tastaturbenutzung (außer bei Textverarbeitungsprogrammen).		
7	Andere Eingabegeräte als die Tastatur können benutzt werden, um die Schwierigkeit des Eintippens zu umgehen, z.B. Maus oder Joystick. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
8	Die Eingabemöglichkeiten sind sinnvoll.	j	
9	Die Eingabe ist übersichtlich und einfach durchführbar.	j	
Zsf.	Insgesamt ist die Eingabegestaltung komfortabel und sinnvoll.	j	

11. Bildschirmaufbau		j/n	+/-
1	Die technische Qualität der Bildschirmgestaltung ist gut, z.B. klare Auflösung, gleichmäßige Leuchtdichte, gute Kontraste.	j	
2	Die Menge der Informationen, die auf den Bildschirmseiten erscheinen, ist angemessen, eine Überfrachtung wird vermieden.	j	
3	Die gezeigten Informationen oder Texte sind über die ganze Bildschirmseite ausgewogen verteilt.	j	
4	Der Bildschirm ist in Abschnitte gegliedert, die verschiedene Informationen beinhalten, z.B. kann der mittlere Abschnitt für die Schülereingaben und der untere Rand immer für Hilfsinformationen vorgesehen sein.		+
5	Die Reihenfolge der Informationen auf dem Bildschirm ist sinnvoll und entspricht dem Lese- und Handlungsablauf.	j	
6	Zusammengehörende Informationen stehen immer beieinander.	j	
7	Der Inhalt wird im allgemeinen auf die Bildschirmseiten geblättert und nicht ohne Unterbrechung als Bandwurm gescrollt.	j	
8	Jede Seite schließt mit einer vollständigen Information oder einem ganzen Satz ab, d. h. fliegende Texte über das Seitenende werden vermieden - außer bei Textverarbeitungsprogrammen.	j	
9	Alle wichtigen Informationen bleiben lange genug auf dem Bildschirm stehen, dass man sie lesen, erkennen und verstehen kann.	j	
Zsf.	Insgesamt ist der Bildschirmaufbau übersichtlich und verständlich.	j	
12. Textgestaltung		j/n	+/-
1	Die Textgestaltung erleichtert das Lesen auf dem Bildschirm, z.B. werden lange Texte mit einzeiligem Abstand vermieden.	j	
2	Die Textgestaltung betont wichtige Informationen durch Hervorhebungen, z.B. durch Unterstreichungen, andere Proportionen oder Farben.	j	
3	Alle Buchstaben und Sonderzeichen erscheinen in üblicher Form auf dem Bildschirm.	j	
4	Der Zeichensatz ist in seiner Form und Größe geeignet und gut lesbar, vor allem unter Berücksichtigung der Darstellung am Bildschirm.	j	
Zsf.	Insgesamt ist die Textgestaltung sinnvoll, übersichtlich und gut lesbar.	j	
13. Grafikgestaltung		j/n	+/-
	Sind Grafiken (unbewegliche Bilder oder Darstellungen) im Lernsystem vorhanden? <i>Wenn keine Grafiken vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "14. Farbgestaltung".</i>		
1	Die Qualität der Grafiken ist gut, d. h. klare Linien, Formen, Kontraste und verständliche Darstellungen.	j	
2	Durch die Grafiken soll der Lerninhalt verdeutlicht werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
3	Die Grafiken sind mehr als nur ein Zusatz oder einfacher Wordersatz. Durch sie wird Wichtiges betont und das Verstehen erleichtert, z.B. durch grafische Hinweise auf besondere Details.	j	

4	Durch die Grafiken soll die Bedienung des Lernsystems erleichtert und erklärt werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
5	Die Grafiken sind nach Form, Inhalt und Häufigkeit zur Erleichterung und Erklärung der Bedienung des Lernsystems geeignet.	j	
6	Die Grafiken sollen zur Motivierung der Zielgruppe beitragen. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
7	Die Grafiken sind nach Form, Inhalt und Häufigkeit zur Motivierung der Zielgruppe geeignet.	j	
Zsf.	Insgesamt sind die Grafiken verständlich, sinnvoll und motivierend eingesetzt.	j	
14. Farbgestaltung		j/n	+/-
	Ist die Bildschirmgestaltung mehrfarbig? <i>Wenn keine mehrfarbige Bildschirmgestaltung vorhanden ist, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "15. Animationen".</i>		
1	Die Qualität der Farben ist gut, z.B. durch klare Kontraste.	j	
2	Wichtige Informationen durch mehrfarbige Hinweise sind so gestaltet, dass sie z.B. auch für Farbblinde durch eine andere Form oder einen anderen Grauwert erkannt werden können.	j	
3	Durch die Farbgestaltung soll der Lerninhalt verdeutlicht werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
4	Durch die mehrfarbige Gestaltung werden Informationen auf anderer Ebene vermittelt, das Verstehen erleichtert oder Wichtiges betont, z.B. durch farbliche Hinweise auf besondere Zusammenhänge.	j	
5	Die Farben zur Verdeutlichung des Lerninhalts werden einheitlich eingesetzt.	j	
6	Durch farbliche Hinweise wird die Bedienung des Lernsystems erleichtert und erklärt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
7	Die Farbgestaltung trägt sinnvoll zur Erleichterung und Erklärung der Bedienung des Lernsystems bei.	j	
8	Die Farben zur Verdeutlichung der Bedienung werden einheitlich eingesetzt.	j	
9	Die Farben werden zur Motivierung der Zielgruppe eingesetzt, z.B. bei der Rückmeldung. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		-
10	Die Farben werden sinnvoll zur Motivierung der Zielgruppe eingesetzt.		
Zsf.	Insgesamt sind die Farben effektiv, sinnvoll und motivierend eingesetzt.	j	

15. Animationen		j/n	+/-
	Sind Animationen (bewegliche Bilder und Darstellungen) im Lernsystem vorhanden? <i>Wenn keine Animationen vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "16. Akustische Gestaltung".</i>		
1	Die Qualität der Animationen ist gut, d. h. klare und gleichmäßige Bewegungsabläufe und verständliche Darstellungen.		
2	Durch die Animationen soll der Lerninhalt verdeutlicht werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
3	Durch die Animationen werden Informationen auf einer bildlichen Ebene vermittelt, wodurch das Verstehen erleichtert und Wichtiges betont wird.		
4	Durch Animationen werden Bedienungshinweise gegeben. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
5	Die Animationen (lenken nicht vom Lerninhalt ab und) sind nach Form, Inhalt, Häufigkeit und Dauer zur Erleichterung und Erklärung der Bedienung des Lernsystems geeignet.		
6	Die Animationen sollen die Zielgruppe motivieren oder werden als Rückmeldungen eingesetzt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
7	Die Animationen (lenken nicht vom Lerninhalt ab und) sind nach Form, Inhalt, Häufigkeit und Dauer der Zielgruppe angemessen, z.B. durch kurze Dauer, damit sie nach mehreren Wiederholungen nicht langweilig werden.		
Zsf.	Insgesamt sind die Animationen verständlich, sinnvoll und motivierend.		
16. Akustische Gestaltung		j/n	+/-
	Sind akustische Elemente wie Töne oder Sprachausgaben in der Software vorhanden? <i>Wenn keine akustischen Elemente wie Töne oder Sprachausgaben vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "17. Gestaltung des Lerninhalts".</i>		
1	Die Qualität der akustischen Elemente ist gut, z.B. das Klangbild der Töne. Falls Sprachausgaben vorhanden sind, weisen sie einen verständlichen und natürlichen Redefluss, Rhythmus und eine angemessene Geschwindigkeit und Intonation auf.	j	
2	Sprachliche Ausgaben sind vorhanden.		+
3	Die akustischen Elemente sollen zur Verdeutlichung des Lerninhalts beitragen. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
4	Durch die akustischen Elemente werden Hinweise gegeben, die die Bildschirmausgabe unterstützen, das Verstehen erleichtern und auf Wichtiges hinweisen.		
5	Durch die akustischen Elemente werden Hinweise zur Bedienung des Lernsystems gegeben. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		-
6	Durch die akustischen Elemente werden Hinweise gegeben, die die Bedienung erleichtern und auf Wichtiges hinweisen, z.B. dass eine Eingabe zu lang ist.		

7	Die akustischen Elemente sollen die Zielgruppe motivieren und werden auch als Rückmeldungen eingesetzt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		-
8	Die akustischen Elemente (lenken nicht vom Lerninhalt ab und) sind in ihrer Gestaltung und Häufigkeit für die Zielgruppe angemessen.		
9	Soll das Lernsystem in einem Raum mit mehreren Lernenden eingesetzt werden, so lassen sich die akustischen Ausgaben durch Bildschirminformationen ersetzen, bzw. das Lernsystem ist auch ohne akustische Ausgaben verständlich und sinnvoll verwendbar.	n	
Zsf.	Insgesamt sind die akustischen Elemente sinnvoll, verständlich und motivierend.	n	
17.	Gestaltung des Lerninhalts	j/n	+/-
1	Die Auswahl und Vermittlung des Lerninhalts ist in fachlicher Hinsicht richtig, d. h. der Lerngegenstand wird sachlich korrekt dargestellt.	j	
2	Die Auswahl und Vermittlung des Lerninhalts ist in fachlicher und pädagogischer Hinsicht wichtig, d. h. der Lerngegenstand muss relevant sein.	j	
3	Die Gestaltung des Lerninhalts und seine didaktische Vermittlung stimmt mit den Angaben im Begleitmaterial überein.	j	
4	Die Auswahl und die didaktische Vermittlung des Lerninhalts ist für die angegebene Zielgruppe geeignet, wichtig und motivierend. <i>Soll das Lernsystem vor allem lehrbegleitend eingesetzt werden? Die nächsten zwei Punkte nur ausfüllen, wenn das Lernsystem vor allem lehrbegleitend eingesetzt werden soll:</i>	j	
5	Die Auswahl und Vermittlung des Lerninhalts ist vereinbar mit den Lehrplänen und Richtlinien.		
6	Die Auswahl und Vermittlung des Lerninhalts ist vereinbar mit den in der Lehre verwendeten Materialien.		
7	Die Vermittlung von isoliertem oder von schnell veraltendem Faktenwissen wird vermieden.	j	
8	Der Bezug des Inhalts zu ähnlichen Lernbereichen und Aufgaben wird durch vielfältige Übertragungen (Transfer) hergestellt und ermöglicht.	n	
9	Der Lerninhalt enthält externe Verknüpfungen zu weiterführenden Informationen.		+
10	Der Lerninhalt wird fachdidaktisch angemessen vermittelt. Alle Kategorien, Informationen und Darstellungen werden verständlich, richtig und eindeutig vermittelt.	j	
11	Die Kategorien und Begriffe, z.B. Fachtermini, werden einheitlich verwendet.	j	
12	Neue Kategorien und Begriffe werden verständlich eingeführt und erklärt.	j	
13	Falls notwendig, werden den Lernenden zur Verdeutlichung Beispiele etc. gegeben, die ihnen Assoziationen zu bestehenden Kenntnissen erlauben.	j	
14	Der Umfang des Lerninhalts ist quantitativ ausreichend und komplett und entspricht seiner fachdidaktischen Wichtigkeit, z.B. wird genügend Übungsmöglichkeit entsprechend der Relevanz des Lernstoffs oder der Fehlerhäufigkeit angeboten.	j	
15	Die Untergliederung und Reihenfolge des Lerninhalts ist fachdidaktisch und lernpsychologisch sinnvoll, z.B. bezogen auf die Schwierigkeit der verschiedenen Lernaufgaben und den Aufbau der Lernschritte vom Leichten zum Schweren.	j	

16	Der Lerninhalt enthält interne Verknüpfungen zwischen verwandten Informationen.		+
17	Die Vermittlung und Untergliederung ist sinnvoll, z.B. wird der Lernstoff auf induktivem oder deduktivem Weg (vom Einzelnen zum Allgemeinen oder umgekehrt) vermittelt.	j	
18	Die Vermittlung und Untergliederung eröffnet Lernmöglichkeiten, die verschiedene sensorische Wahrnehmungskomponenten (visuelle und auditive) berücksichtigen.		+
19	Der Schwierigkeitsgrad ist den Voraussetzungen und Kenntnissen der Zielgruppe angemessen.	j	
20	Der Lerninhalt wird in mehreren Schwierigkeitsstufen behandelt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		-
21	Die Differenzierung in mehrere Schwierigkeitsstufen basiert auf einem qualitativen fachdidaktischen Konzept, d. h. die Stufen sind z.B. nach Zielgruppe oder Vorwissen variiert.		
Zsf.	Insgesamt ist der Lerninhalt sachlich richtig und methodisch-didaktisch sinnvoll ausgewählt und dargestellt.	n	
18.	Adaptierbarkeit des Lerninhalts	j/n	+/-
1	Ist eine Veränderung des Inhalts des Lernsystems möglich? Eine Inhaltsveränderung bedeutet, dass Lernende oder Lehrende z.B. eigene Notizen anlegen können oder Verknüpfungen im Lernsystem bearbeiten können. <i>Wenn diese Möglichkeit nicht besteht, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "19. Adaptivität".</i>		-
2	Die Veränderungsmöglichkeiten sind für die angegebenen Ziele des Lernsystems ausreichend, z.B. können in Simulationen eigene Simulationsumgebungen geschaffen werden.		
3	Eigene Dokumente können in das Lernsystem importiert und integriert werden.		
4	Alle Veränderungen und Hinzufügungen sind ohne Programmierkenntnisse einfach und schnell durchführbar, z.B. durch klare, vollständige Hilfen.		
5	Alle im Lernsystem oder der Beschreibung angegebenen Veränderungsmöglichkeiten sind durchführbar.		
Zsf.	Insgesamt sind die Möglichkeiten, den Inhalt des Lernsystems zu verändern, ausreichend und komfortabel.		
19.	Adaptivität des Lernsystems	j/n	+/-
	<i>Sind automatische Anpassungen des Lernsystems an Erfordernisse der Lernenden sinnvoll oder vorhanden? Wenn automatische Anpassungen des Lernsystems an Erfordernisse der Lernenden weder sinnvoll noch vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "20. Kommunikation und Kooperation".</i>		
1	Das Lernsystem reagiert auf den Lernverlauf der Lernenden, indem der individuelle Leistungsstand analysiert wird und entsprechende Anpassungen im Lernsystem (z.B. Verzweigungen im Inhalt) empfohlen oder durchgeführt werden.		

2	Gibt es Anpassungen, die sich nicht auf die Leistung, sondern auf den Arbeitsstand oder die Bedienung beziehen? <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
3	Diese Anpassungen sind hilfreich, verständlich und sinnvoll.		
4	Die Anpassungen werden nach einer Antwort- oder Lernverlaufsanalyse automatisch durchgeführt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
5	Es ist sinnvoll, dass die Anpassungen automatisch erfolgen. Sie sind überschaubar und verständlich.		
6	Die Anpassungen nach einer Antwort- oder Lernverlaufsanalyse werden empfohlen und können von den Lernenden gewählt oder ignoriert werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
7	Es ist sinnvoll, dass die Lernenden Anpassungen wählen können.		
8	Die Häufigkeit und der Zeitpunkt von Anpassungen sind angemessen, z.B. gibt es ausreichende Verzweigungen nach Übungen oder mehreren falschen Antworten.		
9	Die Leistungskriterien, aufgrund derer Anpassungen erfolgen oder empfohlen werden, sind dem Schwierigkeitsgrad der Übungen und dem Niveau der Zielgruppe angemessen.		
10	Verzweigungen zum Üben und Wiederholen fehlerhaft bearbeiteter Aufgaben sind vorhanden. <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>		
11	Die fehlerhaft bearbeiteten Aufgaben erscheinen in anderer Reihenfolge.		
12	Die Verzweigungen während oder nach einer Übung enthalten leichtere oder schwierigere Aufgaben, die den Kenntnissen und Fähigkeiten der Lernenden entsprechen.		
13	Die Verzweigungen während oder nach einer Übung enthalten anderes, förderndes und wichtiges Lernmaterial. <i>Wird den Lernenden ein bislang unbekannter Lerninhalt vermittelt? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn den Lernenden ein bislang unbekannter Lerninhalt vermittelt wird;</i>		
14	Durch die Anpassungen werden variierte Lern- und Präsentationsformen angeboten, z.B. wird derselbe Inhalt auf andere Weise erklärt oder das Lernen durch zusätzliche Hilfestellungen erleichtert.		
Zsf.	Das Lernsystem ist in sinnvoller Weise adaptiv gestaltet. Es reagiert flexibel und zielgruppengemäß auf unterschiedliche Lernfortschritte, Strategien und Fähigkeiten.		
20. Kommunikation und Kooperation		j/n	+/-
1	Bietet das Lernsystem Kommunikationsmöglichkeiten für die Lernenden, z.B. mit anderen Lernenden oder Lehrenden? <i>Wenn diese Möglichkeit nicht besteht, die nächsten Punkte überspringen.</i>		-
2	Informations- und Kommunikationsangebote sind aufeinander abgestimmt und ineinander integriert.		
3	Kommunikationsangebote unterstützen Zusatzfunktionen wie das Versenden von Dateien, Präsentationen und Diskussionen.		
4	Kommunikationsmöglichkeiten umfassen Angebote für Lernende untereinander sowie zwischen Lernenden und Lehrenden.		

5	Das Lernsystem integriert Kommunikationsangebote in vielfältiger Weise, z.B. als E-Mail, Mailinglist, Chat.		
6	Kommunikationsangebote lassen sich für private Kommunikation und für Gruppenkommunikation nutzen.		
7	Kommunikationsangebote lassen sich - falls nötig - an individuelle Wünsche und Bedürfnisse, z.B. technische Ausstattungen anpassen.		
8	Kommunikationsvorgänge lassen sich protokollieren, um für spätere Bearbeitung und Nutzung zur Verfügung zu stehen.		
9	Bietet das Lernsystem Möglichkeiten zum kooperativen Lernen? <i>Wenn diese Möglichkeit nicht besteht, die nächsten Punkte überspringen.</i>		-
10	Der Zugriff auf kooperativ bearbeitbare Materialien ist in geeigneter Weise z.B. durch Zugriffsberechtigungen geregelt.		
11	Die Bearbeitung von Materialien ist einfach und ohne technische Kenntnisse möglich.		
12	Teilnehmende an Gruppenarbeit können ihre Rolle in der Gruppe im Laufe der Arbeit verändern, z.B. durch Erweiterung von Zugriffsberechtigungen.		
13	Kooperationsfunktionen lassen sich auf an individuelle Wünsche und Bedürfnisse, z.B. technische Ausstattungen anpassen.		
14	Kooperationsdienste unterstützen die Koordination von Gruppenarbeit, z.B. die Verteilung von Aufgaben und die Einhaltung von Terminen. Kooperationsdienste unterstützen die Entscheidungsfindung bei Gruppenarbeiten.		
15	Bei Veränderungen des Lernmaterials werden alle Betroffenen informiert, Veränderungen werden dokumentiert.		
16	Das Lernsystem stellt sicher, dass kooperativ bearbeitete Informationen stets für alle Lernenden aktuell und konsistent verfügbar sind.		
Zsf.	Das Lernsystem unterstützt kommunikatives und kooperatives Lernen; entsprechende Elemente sind sinnvoll gestaltet und leicht bedienbar.		
21. Aufgaben- und Antwortgestaltung		j/n	+/-
	<i>Sind Aufgaben oder Übungen im Lernsystem sinnvoll oder vorhanden? Wenn Aufgaben oder Übungen weder sinnvoll noch vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "22. Leistungsauswertung und Diagnose".</i>		
1	Die Aufgaben und Fragen sind verständlich, eindeutig und klar.		
2	Die Aufgaben und Fragen sind so gestaltet, dass ein mechanisches Antworten umgangen wird, d.h. zu viele Hinweise oder zu einfache Aufgaben und zu ähnliche Antwortmöglichkeiten werden vermieden.		
3	Die Antworteingaben sind verständlich und sinnvoll gestaltet, d. h. verwirrende, ablenkende Antwortformen, schlecht zu erkennende Auswahlmöglichkeiten und Unklarheiten werden vermieden.		
4	Die Übungen und Lernaktivitäten sind abwechslungsreich gestaltet, ohne die Lernenden durch die unterschiedlichen Aufgabenstellungen zu verwirren.		

	<i>Enthält das Lernsystem Aufgaben, die schwerpunktmäßig zum Üben und Wiederholen eines Lernstoffs dienen?</i> <i>Die nächsten beiden Punkte nur ausfüllen, wenn das Lernsystem Aufgaben enthält, deren Schwerpunkt im Üben und Wiederholen eines Lernstoffs liegt:</i>	
5	Zum Üben eines Lernstoffs werden die Aufgaben bei jeder Wiederholung in einer anderen, zufälligen Reihenfolge gestellt.	
6	Beim Üben und Wiederholen eines Lernstoffs erscheinen bei jedem Bearbeitungsdurchgang andere Aufgaben, d.h. das Lernsystem enthält für jeden Übungsteil ein 'Aufgabenreservoir', aus dem immer andere Aufgaben gezogen werden.	
7	Die Anzahl der möglichen Antwortversuche für die Lösung einer Aufgabe ist ausreichend, z.B. bei erforschendem Lernen sind mehrere Antwortversuche sinnvoll.	
8	Der Umfang der Übungen und ihre durchschnittliche Bearbeitungsdauer sind angemessen und können von Lernenden und Lehrenden überschaut werden, d. h. lange Übungen, deren Ende nicht eingeschätzt werden kann, werden vermieden.	
9	Sofortiges Antworten ist möglich, ohne vorgegebene Pausen abwarten zu müssen. <i>Enthält das Lernsystem Aufgaben oder Übungen mit zeitlichem Bearbeitungslimit?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn Aufgaben oder Übungen mit zeitlichem Bearbeitungslimit vorhanden sind:</i>	
10	Die Zeitbegrenzung oder -messung bei Aufgaben oder Übungen ist didaktisch sinnvoll und motivierend.	
11	Künstliche und unbegründete Fehlerfallen werden vermieden, z.B. Aufgaben, die seltene oder zu ähnliche Fehlerquellen beinhalten.	
12	Die Antwortanalyse ist effektiv und sinnvoll gestaltet, d. h. alle richtigen Antworten werden auch als richtig bewertet, mögliche Alternativantworten werden anerkannt, unerhebliche Fehler werden toleriert oder können nach einem Hinweis korrigiert werden.	
13	Es erfolgen rechtzeitig Sperrmaßnahmen oder Hinweise, wenn eine Antworteingabe zu lang ist.	
14	Ausreichende und verständliche Hilfestellungen werden bei Beantwortungsproblemen gegeben oder sind abrufbar, d. h. es wird sichergestellt, dass Lernende, die eine Aufgabenstellung nicht verstehen, weiterarbeiten kann und nicht immer wieder die gleiche Aufgabe gestellt bekommt.	
15	Rückmeldungen und/oder Verzweigungen nach der Bearbeitung einzelner Aufgaben oder Teile sind, wo sie notwendig sind, vorhanden.	
16	Die Rückmeldungen und Leistungsauswertungen nach der Bearbeitung einzelner Aufgaben oder Übungen erfolgen durch schriftliche Kommentare, Angabe von absoluten Zahlen, Prozentangaben, Noten oder Grafiken.	
17	Wenn eine falsche Antwort abgegeben wird, bleibt diese stehen und zusätzlich wird die richtige Antwort eingeblendet, damit die Schüler kontrollieren können, was in ihren Eingaben falsch war.	
18	Zwingende Wiederholungsschleifen, in denen Aufgaben oder Übungen so lange vorgelegt werden, bis sie richtig beantwortet werden, werden vermieden.	
19	Die Rückmeldungen sind in Form und Inhalt für weibliche und männliche Benutzer geeignet und motivierend gestaltet.	

20	Rückmeldungen erfolgen sofort nach einer Antwort. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>	
21	Die sofortigen Rückmeldungen sind didaktisch sinnvoll, da z.B. ein neuer oder schwieriger Lerninhalt geübt wird.	
22	Rückmeldungen erfolgen verzögert, d. h. erst nach mehreren Antworten. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>	
23	Die verzögerten Rückmeldungen erfolgen spätestens nach 15-20 Minuten.	
24	Es erfolgen Rückmeldungen sowohl nach jeder Antwort als auch verzögert nach mehreren Antworten. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>	
25	Das Einbringen von sofortigen und verzögerten Rückmeldungen ist didaktisch sinnvoll und nicht verwirrend.	
26	Die Rückmeldungen sind abwechslungsreich gestaltet.	
27	Die Rückmeldungen nach richtigen Antworten und Arbeitsschritten sind positiv und verstärkend.	
28	Die Rückmeldungen, die zur Motivierung eingesetzt werden, sind angemessen lang, z.B. für Animationen nach einer Antwort maximal 2-3 Sekunden und nach einer Übung ca. 10 Sekunden.	
29	Die Rückmeldungen regen zur Nutzung weiterer Hilfsmittel an, z.B. eines Nachschlagewerks.	
30	Die Rückmeldungen regen zu weiteren Lernaktivitäten an, z.B. zu nachbereitenden Gruppenarbeiten.	
31	Die Rückmeldungen sind bei Bedarf abwählbar.	
32	Informierende Rückmeldungen nach falschen Antworten werden (wenigstens manchmal) gegeben und zeigen auf, wo ein Fehler gemacht wurde.	
33	Rückmeldungen nach falschen Antworten sind hilfreich und fördernd, d. h. sie benennen (wenigstens manchmal) die Fehlerursache, geben Hinweise, wie die Fehler zu vermeiden sind, und/oder sie motivieren die Lernenden zur Selbstkorrektur.	
34	Rückmeldungen nach Fehlern sind ermutigend. Abfällige oder vorwurfsvolle Rückmeldungen werden vermieden, statt dessen werden z.B. die richtigen Elemente in der Antwort aufgezeigt.	
35	Die Rückmeldungen bewerten die Antwort und nicht die Person, falsch wäre z.B. 'Du bist schlecht!'	
36	Rückmeldungen nach falschen Antworten sind weniger interessant gestaltet als die nach richtigen Antworten, um nicht zu falschen Antworteingaben zu reizen.	
Zsf.	Insgesamt sind die Aufgabenstellungen, Antwortformen und Lernaktivitäten sinnvoll gestaltet.	

22.	Leistungsauswertung und Diagnose	j/n	+/-
	<i>Ist eine Leistungsauswertung am Ende einer Übung oder eine Diagnose sinnvoll oder vorhanden? Wenn eine Leistungsauswertung am Ende einer Übung oder eine Diagnose weder sinnvoll noch vorhanden ist, weiter mit "23. Allgemeine Qualitätsmerkmale".</i>		
1	Die Art und Weise der Leistungsauswertung stimmt mit den Angaben im Lernsystem oder der Beschreibung überein.	j	
2	Der Leistungsstand der Lernenden wird festgestellt durch eine Analyse der Ergebnisse, z.B. durch Vor-, Zwischen- oder Nachtests, Vergleich der Lernergebnisse oder Diagnosen besonderer Lernschwierigkeiten.	j	
3	Die Feststellung und Bewertung der Lernergebnisse ist fachlich und didaktisch sinnvoll, z.B. werden die Schwierigkeitsstufen, der Lernfortschritt oder die richtigen Antworten beim ersten oder zweiten Lösungsversuch angemessen berücksichtigt.	j	
4	Die Feststellung und Bewertung der Lernergebnisse ist statistisch korrekt, z.B. wird die Anzahl der Antworten richtig berechnet.	j	
5	Der Leistungsstand oder der Lernverlauf werden in verständlicher und ermutigender Form mitgeteilt.	j	
6	Die Lernergebnisse sind auf Papier ausdrückbar. <i>Werden Leistungsstand oder Lernverlauf im Lernsystem diagnostiziert? Die nächsten zwei Punkte nur ausfüllen, wenn der Leistungsstand oder Lernverlauf diagnostiziert werden:</i>		
7	Der Leistungsstand oder Lernverlauf der Lernenden wird diagnostiziert, z.B. nach Fehlerhäufigkeit, -art oder Lernstrategie.		j
8	Die Diagnosen sind fachlich, didaktisch und statistisch sinnvoll und richtig.	j	
Zsf.	Insgesamt sind die Leistungsauswertungen oder Diagnosen fachlich und pädagogisch sinnvoll, statistisch richtig und können ausgedrückt werden.	j	
23.	Allgemeine Qualitätsmerkmale	j/n	+/-
1	Der gesamte Inhalt des Lernsystems ist frei von engen geschlechtsspezifischen Rollenbildern und Vorurteilen gegenüber gesellschaftlichen Gruppen.	j	
2	Die beinhalteten Normen und Werte (auch die indirekten) sind akzeptabel, frei von Gewalt oder starkem Konkurrenzdenken.	j	
3	Die Dialogformen, der sprachliche Ausdruck und der Stil der Ansprache innerhalb der Software sind korrekt und motivierend. Außerdem wird in den Anweisungen des Programms die Verwendung der 1. Person Singular (Ichform) vermieden.	j	
4	Rechtschreibung, Grammatik und Zeichensetzung sind innerhalb der gesamten Software und im Begleitmaterial korrekt.	j	
Zsf.	Insgesamt ist das Lernsystem frei von negativen Stereotypen, Vorurteilen, Normen und Werten. Der Dialogstil, die Rechtschreibung, Grammatik und Zeichensetzung sind richtig und angemessen.	j	

GESAMTBEWERTUNGSTABELLE UND KURZE PRÜFLISTE		j/n
I. Kennzeichnung des Lernsystems: siehe vorne		
II. Beurteilung des Lieferumfangs		
1. Zsf. Leistungen des Verlags Die Leistungen des Verlags sind angemessen, z.B. durch übersichtliches und verständliches Begleitmaterial und gute Verpackung (j/n).		j
III. Beurteilung der Systembeschreibung		
2. Zsf. Angaben über die Hard- und Software Die Angaben über die erforderliche Hard- und Software (Geräte und Programme) sind vollständig, genau und verständlich (j/n).		j
3. Zsf. Angaben über die Systembenutzung Die Bedienung und Benutzung des Lernsystems werden vollständig, richtig und verständlich erklärt (j/n).		j
4. Zsf. Angaben über Zielgruppe und Lernziele Die Angaben über Zielgruppe und Lernziele sind genau, richtig und vollständig (j/n).		n
5. Zsf. Angaben über den Einsatzbereich Die Einsatzbereiche und Bearbeitungsformen werden vollständig und verständlich beschrieben (j/n).		j
6. Zsf. Angaben über den Inhalt Die Lerninhalte und ihre Vermittlung werden vollständig, verständlich und richtig beschrieben (j/n).		n
IV. Beurteilung der Programmbedienung		
7. Zsf. Bedienbarkeit Das Lernsystem arbeitet zuverlässig, fehlerfrei und schnell; die Bedienung ist den Aufgaben angemessen und leicht erlernbar (j/n).		j
8. Zsf. Adaptierbarkeit der Programmbedienung Das Lernsystem ist flexibel gestaltet und eröffnet vielseitige Auswahl- und Anpassungsmöglichkeiten (j/n).		j
9. Zsf. Datenspeicherung Die Möglichkeiten des Lernsystems zur Datenspeicherung sind den Aufgaben angemessen und einfach und komfortabel durchführbar (j/n).		n
10. Zsf. Eingabegestaltung Die Eingabegestaltung ist komfortabel und sinnvoll (j/n).		j

V. Beurteilung der medialen Gestaltung

11. Zsf. Bildschirmaufbau Der Bildschirmaufbau ist übersichtlich und verständlich (j/n).	j
12. Zsf. Textgestaltung Die Textgestaltung ist sinnvoll, übersichtlich und gut lesbar (j/n).	j
13. Zsf. Grafikgestaltung Die Grafiken sind verständlich, sinnvoll und motivierend eingesetzt (j/n).	j
14. Zsf. Farbgestaltung Die Farben sind effektiv, sinnvoll und motivierend eingesetzt (j/n).	j
15. Zsf. Animationen Die Animationen sind verständlich, sinnvoll und motivierend (j/n).	
16. Zsf. Akustische Gestaltung Die akustischen Elemente sind sinnvoll, verständlich und motivierend (j/n).	n

VI. Beurteilung des Programminhalts

17. Zsf. Gestaltung des Lerninhalts Der Lerninhalt ist sachlich richtig und methodisch-didaktisch sinnvoll ausgewählt und dargestellt (j/n).	n
18. Zsf. Adaptierbarkeit des Lerninhalts Die Möglichkeiten, den Inhalt des Lernsystems zu verändern, sind ausreichend und komfortabel (j/n).	
19. Zsf. Adaptivität des Lernsystems Das Lernsystem ist in sinnvoller Weise adaptiv gestaltet. Es reagiert flexibel und zielgruppengemäß auf unterschiedliche Lernfortschritte, Strategien und Fähigkeiten (j/n).	
20. Zsf. Kommunikation und Kooperation Das Lernsystem unterstützt kommunikatives und kooperatives Lernen; entsprechende Elemente sind sinnvoll gestaltet und leicht bedienbar (j/n).	
21. Zsf. Aufgaben- und Antwortgestaltung Die Aufgabenstellungen, Antwortformen und Lernaktivitäten sind sinnvoll gestaltet (j/n).	
22. Zsf. Leistungsauswertung und Diagnose Die Leistungsauswertungen oder Diagnosen sind fachlich und pädagogisch sinnvoll, statistisch richtig und können ausgedrückt werden (j/n).	
23. Zsf. Allgemeine Qualitätsmerkmale Das Lernsystem ist frei von negativen Stereotypen, Vorurteilen, Normen und Werten. Der Dialogstil, die Rechtschreibung, Grammatik und Zeichensetzung sind richtig und angemessen (j/n).	j

GESAMTBEWERTUNG DES LERNSYSTEMS

Beschreibung der besonderen Stärken des Lernsystems:

Der Umfang und Detailgrad von "Architecture et développement durable" macht das Lernsystem sowohl für beginnende als auch erfahrene Lernende interessant. "Architecture et développement durable" vermittelt einen umfassenden Einblick in die Prinzipien nachhaltiger Architektur und gibt Anregungen für eigene Projekte.

Bewertung in Zahlen:

	abs.	in %
Anzahl relevanter Abschnitte, deren notwendige Kriterien erfüllt sind (max. 23):	12	52 %
Anzahl relevanter notwendiger Kriterien (j/n), die erfüllt sind (max. 182):	78	43 %
Anzahl relevanter wünschenswerter Kriterien (+/-), die erfüllt sind (max. 71):	17	24 %

Wenn notwendige Kriterien in relevanten Abschnitten nicht erfüllt sind:

Die Qualität des Lernsystems ist in diesem(n) Bereich(en) mangelhaft:

- 4. Die Angaben über Zielgruppe und Lernziele sind nicht genau, richtig und vollständig.**
- 6. Die Lerninhalte und ihre Vermittlung werden nicht vollständig, verständlich und richtig beschrieben.**
- 9. Die Möglichkeiten des Lernsystems zur Datenspeicherung sind mangelhaft.**
- 16. Die akustischen Elemente sind nicht verständlich oder nicht sinnvoll eingesetzt.**
- 17. Der Lerninhalt ist sachlich falsch oder methodisch-didaktisch nicht sinnvoll ausgewählt oder dargestellt.**

Weitere Kommentare, Bedenken, Veränderungsvorschläge:

Um "Architecture et développement durable" besser zur Lehre und zum Lernen verwenden zu können, sollten Angaben zu Zielgruppen und zu Lernzielen ergänzt werden. Sowohl im Lernsystem als auch im Begleitmaterial sollten die Lerninhalte mit möglichen Lernaktivitäten ausführlich beschrieben werden. "Architecture et développement durable" sollte ermöglichen, Teile des Inhalts zu kopieren und in andere Anwendungen zu übernehmen, oder zumindest auf Papier auszudrucken. Die akustischen Ausgaben sollten wahlweise abgeschaltet oder durch geschriebenen Text ersetzt werden können, um den Einsatz des Lernsystems zur Gruppenarbeit zu erleichtern. "Architecture et développement durable" sollte mehr interaktive Elemente bieten (z.B. steuerbare Animationen, Berechnungswerkzeuge etc.), um den Lernenden Möglichkeiten zum eigenen Handeln zu geben. Die Lerninhalte sollten Bezüge zu ähnlichen Lernbereichen aufweisen, um die Übertragungen des Gelernten (Wissenstransfer) zu unterstützen.

C.4 University of Hong Kong: BEER – Web-based Learning Environment

KENNZEICHNUNG DES LERNSYSTEMS

Name des Lernsystems:	BEER - Building Energy Efficiency Research November 2000
Auflage/Version, Datum:	
Entwicklung des Lernsystems (Autor/Autorin): Bezugsquelle für das Lernsystem (Verlag):	University of Hong Kong http://arch.hku.hk/~cmhui/teach/
Preis des Lernsystems (mit allen benötigten Materialien): Das Lernsystem ist Teil eines Pakets (z.B. mehrere zusammengehörige Programme) mit dem Namen:	- -
Anzahl und Art der Datenträger, bzw. Zugriffsmöglichkeit auf das Lernsystem (z.B. CD-ROM, Disketten, WWW):	WWW
Benötigte Rechnerausstattung: Benötigtes Betriebssystem: Speicherplatzanforderungen (Arbeitsspeicher, Festplatte): Grafikanforderungen (z.B. Bildschirmauflösung, Farbe): Sonstige Systemanforderungen:	- Browser - - -
Zielgruppe(n) des Lernsystems:	Studierende im Grundstudium Architektur, interessierte Fachleute
Lerninhalt(e) des Lernsystems:	Energie-effiziente und umweltfreundliche Planung und Ausführung von Architektur
Typische Lehr-/Lernumgebung für den Einsatz des Lernsystems: Klassifizierung des Lernsystems nach Lernparadigma: Interaktionspotenzial des Lernsystems:	Unidirektionales vernetztes System kognitivistisch gering
Name der Beurteilerin/des Beurteilers: Organisation: Straße / PF: PLZ, Ort:	Stephan Benkert Universität-GH Siegen 57068 Siegen
Datum der Beurteilung:	04.02.2001

1.	Leistungen des Verlags	j/n	+/-
1	Begleitmaterial zum Lernsystem ist vorhanden. <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>	j	
2	Gemeinsames Begleitmaterial für Lernende und Lehrende ist vorhanden.		+
3	Spezielle Informationen für Lehrende sind vorhanden, z.B. in einem separaten Heft oder als Teil im Begleitmaterial.		-
4	Spezielle Informationen für Lernende sind im Begleitmaterial vorhanden.		-
5	Zusätzliches Arbeits- und Lernmaterial ist vorhanden, z.B. weitere Unterlagen.		+
6	Angaben über bereits durchgeführte Bewertungen des Lernsystems oder Informationen über Veröffentlichungen etc. sind vorhanden.		+
7	Das Begleitmaterial ist für Lernende und Lehrende verständlich und motivierend gestaltet.	j	
8	Das Begleitmaterial ist übersichtlich und hilfreich und enthält (wenn es umfangreich ist) ein Inhaltsverzeichnis.	j	
9	Zusätzlich ist ein Stichwortverzeichnis im Begleitmaterial enthalten.		-
10	Weitere Materialien, z.B. nachbestellte Datenträger, Begleithefte oder später erscheinende Neuauflagen, werden zu einem ermäßigten Preis angeboten. Auf diese Möglichkeiten wird hingewiesen.		
11	Die Möglichkeiten wird angeboten, das Lernsystem vor dem Kauf durch Demonstrations- oder Probeexemplare kennenzulernen.		
12	Der Preis für Lernende ist angemessen und - falls nötig - reduziert.		+
13	Das Anfertigen von Sicherheitskopien (Backups) ist erlaubt, oder sie werden mitgeliefert. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
14	Backups in unbegrenzter Anzahl dürfen angefertigt werden.		
15	Der Verlag räumt Umtausch-, Rückgaberecht und Garantiefrieten ein, die über die gesetzlich vorgeschriebenen Bestimmungen hinausgehen. Auf diese Möglichkeit wird im Begleitmaterial oder auf der Verpackung hingewiesen.		
16	Die Verpackung ist stabil und gewährleistet eine sichere Aufbewahrung und einfache Entnahme der Datenträger ohne Beschädigungsgefahr. <i>Sollen umfangreiche Pakete beurteilt werden?</i> <i>Die nächsten Punkte bis 22 nur ausfüllen, wenn umfangreiche Pakete beurteilt werden sollen:</i>		
17	Falls Installationshilfe notwendig ist, wird sie angeboten? <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>		
18	Kosten für die Installationshilfe sind angemessen.		
19	Falls Training für die Lehrenden notwendig ist, wird es angeboten? <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>		
20	Kosten für das Training sind angemessen.		
21	Falls Beratung/Wartung notwendig ist, wird sie angeboten? <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>		
22	Kosten für die Beratung/Wartung sind angemessen.		
Zsf.	<i>In folgende zusammenfassende Abschnittsbewertung sollte nur ein "j" eingetragen werden, wenn kein Kriterium im gesamten Abschnitt 1. mit "n" markiert wurde. Dies gilt für alle weiteren Abschnittsbewertungen.</i> Insgesamt sind die Leistungen des Verlags angemessen (z.B. übersichtliches, verständliches Begleitmaterial, gute Verpackung).	j	

2.	Angaben über die Hard- und Software	j/n	+/-
1	Die erforderliche Hardware (Geräteausstattung) wird genau und richtig im Begleitmaterial und/oder auf der Verpackung angegeben.		
2	Falls ein besonderes Betriebssystem vorhanden sein muss, wird dieses genannt?		
3	Falls eine besondere Arbeitsumgebung erforderlich ist, wird diese angegeben?		
4	Falls sonstige Software zur Benutzung notwendig ist, wird sie angegeben?		
Zsf.	Insgesamt sind die Angaben über die erforderliche Hard- und Software vollständig, genau und verständlich.		
3.	Angaben über die Systembenutzung	j/n	+/-
1	Die Bedienungsanleitung im Begleitmaterial ist übersichtlich und logisch strukturiert.		
2	Das Vorgehen beim Laden, Bearbeiten und Beenden des Lernsystems wird - auch für Computerunkundige - verständlich und richtig erklärt.		
3	Alle vorhandenen Arbeitsfunktionen des Lernsystems werden vollständig, richtig und eindeutig beschrieben.	j	
4	Alle Begriffe werden innerhalb der Beschreibungen einheitlich verwendet.	j	
	<i>Können eigene Inhalte oder Übungen in das Lernsystem eingefügt werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn eigene Inhalte oder Übungen eingefügt werden können;</i>		
5	Die Veränderungsmöglichkeiten des Lernsystems, z.B. die Eingabe eigener Inhalte, werden vollständig, richtig und verständlich angegeben. <i>Müssen Begrenzungen von Datenmengen beachtet werden oder sind eingeschränkte Nutzungsmöglichkeiten vorhanden, z.B. maximale Seitenzahl bei Textverarbeitung oder Höchstparameter bei Simulationen?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn Begrenzungen von Datenmengen beachtet werden müssen oder eingeschränkte Nutzungsmöglichkeiten vorhanden sind, z.B. maximale Seitenzahl bei Textverarbeitung oder Höchstparameter bei Simulationen:</i>		
6	Wichtige Grenzwerte für die Benutzung des Lernsystems sind angegeben. <i>Sollen ganze Pakete bewertet werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn ganze Pakete bewertet werden:</i>		
7	Bei Paketen wird die Reihenfolge und die Benutzung der verschiedenen Komponenten vollständig angegeben und erklärt.	j	
Zsf.	Insgesamt werden die Bedienung und Benutzung des Lernsystems vollständig, richtig und verständlich erklärt.	j	

4. Angaben über Zielgruppe und Lernziele		j/n	+/-
1	Alter oder Kenntnisstand der Zielgruppe, die mit dem Lernsystem arbeiten soll, werden angegeben. <i>Sind besondere Vorkenntnisse oder Fähigkeiten der Zielgruppe, z.B. Maschineschreiben, Programmieren oder Kenntnisse über den Lernerhalt als Benutzungsvoraussetzung unbedingt notwendig?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn besondere Vorkenntnisse oder Fähigkeiten der Zielgruppe, z.B. Maschineschreiben, Programmieren oder Kenntnisse über den Lernerhalt als Benutzungsvoraussetzung unbedingt notwendig sind:</i>	j	
2	Notwendige Vorkenntnisse und Fähigkeiten der Zielgruppe werden vollständig und richtig angegeben. <i>Können mehrere Lernende gleichzeitig mit dem Lernsystem arbeiten?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn mehrere Lernende gleichzeitig mit dem Lernsystem arbeiten können:</i>		
3	Die Anzahl der Benutzer, die gleichzeitig mit dem Lernsystem arbeiten können, wird angegeben, z.B. Paare, kleine Gruppen oder beliebig viele Personen.		
4	Die Lernziele werden beschrieben. <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>	j	
5	Die Lernziele werden ausführlich beschrieben und angegeben.		+
6	Der Zusammenhang zwischen Zielen, Inhalten und Methoden wird angegeben.	j	
7	Die Lernziele werden auch für die Lernenden beschrieben und begründet.		+
Zsf.	Insgesamt sind die Angaben über Zielgruppe und Lernziele genau, richtig und vollständig.	j	
5. Angaben über den Einsatzbereich		j/n	+/-
1	Der Einsatzbereich für das Lernsystem wird angegeben und geeignete Bearbeitungsformen werden beschrieben. <i>Wird das Lernsystem speziell als lehrbegleitend empfohlen?</i> <i>Die nächsten zwei Punkte nur ausfüllen, wenn das Lernsystem speziell als lehrbegleitend empfohlen wird:</i>	j	
2	Die Integration des Lernsystems in die Lehre und die Organisation der Lernformen werden beschrieben.	j	
3	Die durchschnittlich notwendige Zeit für die Bearbeitung des Lernsystems oder einzelner Übungen wird angegeben.	j	
4	Die Benutzung anderer Lernmaterialien wird beschrieben und weiterführende Lernaktivitäten werden empfohlen.		+
5	Falls besondere Vorkenntnisse der Lehrenden für den Einsatz des Lernsystems, z.B. Programmierkenntnisse, erforderlich sind, werden sie angegeben?		
6	Falls besondere Vorbereitungen oder Vorbereitungszeiten für Lernende oder Lehrende notwendig sind, werden sie richtig angegeben?		
Zsf.	Insgesamt werden die Einsatzbereiche und Bearbeitungsformen vollständig und verständlich beschrieben.	j	

6. Angaben über den Inhalt		j/n	+/-
1	Der (Lern-) Inhalt, seine Wichtigkeit, Auswahl und Vermittlung werden beschrieben.	j	
2	Der Lerninhalt wird möglichst vollständig angegeben, z.B. als Liste mit den wichtigsten Übungsinhalten.		+
3	Alle Inhalts- und Förderungsschwerpunkte des Lernsystems werden angegeben und entsprechen dem tatsächlichen Inhalt des Lernsystems.	j	
4	Die Aufgabenstellungen und Lernaktivitäten werden (mit Beispielen) beschrieben. <i>Soll das Lernsystem vor allem lehrbegleitend eingesetzt werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn ein Lernsystem beurteilt wird, das vor allem lehrbegleitend eingesetzt werden soll:</i>	j	
5	Eine Angabe ist vorhanden, inwieweit der Inhalt des Lernsystems mit Lehrplänen oder anderen Lernmaterialien übereinstimmt oder vereinbar ist.	j	
Zsf.	Insgesamt werden die Lerninhalte und ihre Vermittlung vollständig, verständlich und richtig beschrieben.	j	
7. Bedienbarkeit		j/n	+/-
1	Das Lernsystem ist sinnvoll, klar und logisch strukturiert, z.B. durch ein Inhaltsmenü.	j	
2	Im Inhaltsmenü oder in den Lerninhalten werden bereits bearbeitete Teile oder Übungen markiert.		+
3	Die Benutzer können das Lernsystem überblicken, z.B. an welcher Stelle sie sich befinden, wie umfangreich eine Übung ist oder wie sie in andere Teile wechseln können.	n	
4	Bei einem vorzeitigen Beenden können der momentane Arbeitsstand oder die Lernergebnisse zwischengespeichert oder markiert werden, z.B. mit einem 'elektronischen Lesezeichen'.		-
5	Das Lernsystem ist einfach zu starten und zu beenden. <i>Kann das Lernsystem nach den Angaben des Verlags von den Lernenden selbstständig bearbeitet werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn das Lernsystem nach den Angaben des Verlags von den Lernenden selbstständig bearbeitet werden kann:</i>	j	
6	Das Lernsystem ist (nach einer Einführung) selbstständig von den Lernenden zu bearbeiten.	j	
7	Das Lernsystem erklärt seine Benutzung weitgehend selbst, da konkrete Bedienungsanleitungen auf dem Bildschirm erfolgen, z.B. durch den Hinweis 'Tippe eine Zahl ein'. <i>Werden am Anfang Benutzungshinweise auf dem Bildschirm gegeben?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn am Anfang Benutzungshinweise auf dem Bildschirm gegeben werden:</i>	j	
8	Die Benutzungshinweise, die am Anfang gegeben werden, sind klar und verständlich. Sie können auch übersprungen werden, z.B. bei einer Wiederholung, wenn sie sehr umfangreich sind.	j	
9	Der Befehlsumfang für die Benutzung ist klar, überschaubar und einfach.	j	
10	Befehle, Begriffe und Symbole für gleiche Sachverhalte und Bedienfunktionen werden einheitlich verwendet.	j	

11	Um zu gewährleisten, dass die Lernenden bei Bedienungsproblemen weiterarbeiten können, sind Hinweise über einen Hilfebefehl oder eine Hilfetaste aufrufbar oder erfolgen automatisch auf dem Bildschirm.		
12	Wenn Fehlermeldungen nach falschen Befehlseingaben gegeben werden, erfolgen sie sofort, sind verständlich und hilfreich, z.B. weisen sie auf den Fehler hin und bieten Korrekturmöglichkeiten an.		
13	Nicht benötigte Tasten sind zur Vermeidung von Eingabefehlern gesperrt, z.B. ist dies sinnvoll bei Menüauswahlen oder Antworteingaben, für die nur Zahlen zulässig sind.		
14	Eingaben zur Steuerung können abgekürzt werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
15	Die Eingabeabkürzungen sind einfach und gut merkbar.		
16	Wenn unerhebliche Eingabefehler bei den Steuerungsbefehlen möglich sind, werden sie toleriert, z.B. zwei Leerzeichen zwischen zwei Wörtern oder die Eingabe 'ja' oder 'j' statt 'Ja'.		
17	Das Lernsystem arbeitet fehlerfrei, zuverlässig und kontrollierbar, auch bei falschen Befehls- oder Antworteingaben.	j	
18	Das Lernsystem reagiert robust und informierend auf Bedienungsfehler, z.B. wird ein Hinweis gegeben, wenn keine Diskette im Laufwerk ist.	j	
19	Sämtliche Funktionen, die im Lernsystem oder der Beschreibung angegeben werden, sind vorhanden und arbeiten fehlerfrei und erwartungskonform.	j	
20	Das Lernsystem wird schnell gestartet, d. h. das Starten sollte nicht länger als 90 Sekunden dauern.	j	
21	Das Laden einzelner Teile geht schnell, z.B. bei Disketten unter 30 Sekunden.	j	
22	Der Aufbau der Bildschirmseite wird schnell durchgeführt. <i>Die nächsten drei Punkte nur ausfüllen, wenn die betreffenden Bereiche im Lernsystem enthalten sind:</i>	j	
23	Falls im Lernsystem enthalten: Die Arbeitsergebnisse und Leistungen werden schnell berechnet.		
24	Falls im Lernsystem enthalten: Arbeitsergebnisse und Leistungen werden schnell gespeichert.		
25	Falls im Lernsystem enthalten: Grafiken oder Animationen werden schnell erstellt.	j	
26	Längere Wartezeiten werden auf dem Bildschirm begründet, z.B. erfolgt ein Hinweis, dass gerade geladen wird.		
Zsf.	Insgesamt arbeitet das Lernsystem zuverlässig, fehlerfrei und schnell; die Bedienung ist den Aufgaben angemessen und leicht erlernbar.	n	

8.	Adaptierbarkeit der Bedienung		j/n	+/-
1	Den Lernenden werden Kontroll- und Auswahlmöglichkeiten gegeben, das Lernsystem nach eigenen Wünschen und Interessen zu bearbeiten, z.B.			
	können sie die Inhaltsteile, Aufgabenmenge, Schwierigkeitsstufe oder Hilfen auswählen oder die Schnelligkeit der Bearbeitung bestimmen.		j	
2	Klare Angaben über den zulässigen Wahlbereich bei Auswahlen sind vorhanden, z.B. Angabe der wählbaren Aufgabenzahl von 1-20.			
3	Alle zulässigen Wahlbereiche sind ausreichend groß.			
4	Die vorhandenen Auswahlmöglichkeiten sind ausreichend und sinnvoll eingesetzt.		j	
Zsf.	Insgesamt ist das Lernsystem flexibel gestaltet und eröffnet vielseitige Auswahl- und Anpassungsmöglichkeiten.		j	
9.	Datenspeicherung		j/n	+/-
1	Einzelne Teile des Inhalts, Arbeitsschritte oder Arbeitsergebnisse sind mit einem Drucker auf Papier ausdrückbar.		j	
2	Einzelne Teile des Inhalts, Arbeitsschritte oder Arbeitsergebnisse lassen sich über die Zwischenablage in andere Anwendungen kopieren. <i>Sind Möglichkeiten zum Speichern von Arbeitsergebnissen aus dem Lernsystem sinnvoll oder vorhanden?</i> <i>Wenn Möglichkeiten zum Speichern von Arbeitsergebnissen aus dem Lernsystem weder sinnvoll noch vorhanden sind, die nächsten Punkte überspringen.</i>			+
3	Können Arbeitsergebnisse gespeichert werden?			
4	Alle Speicherungsmöglichkeiten, die angegeben werden, sind vorhanden.			
5	Das Speichern der Arbeitsergebnisse ist einfach und schnell durchführbar.			
6	Arbeitsergebnisse lassen sich kompatibel zu anderen Programmen und Betriebssystemen speichern.			
7	Verschiedene Arbeitsergebnisse können gespeichert werden, z.B. Ergebnisse, Lernstrategien, Leistungsfortschritte oder Diagnosen einzelner Lernender oder ganzer Lerngruppen.			
8	Die Ergebnisse sind zu bereits früher gespeicherten Ergebnissen hinzufügbare. <i>Sind Möglichkeiten zum Laden von Eingabedaten in das Lernsystem sinnvoll oder vorhanden?</i> <i>Wenn Möglichkeiten zum Laden von Eingabedaten in das Lernsystem weder sinnvoll noch vorhanden sind, die nächsten Punkte überspringen.</i>			
9	Können Eingabedaten geladen werden?			
10	Alle Lademöglichkeiten, die angegeben werden, sind vorhanden.			
11	Das Laden von Eingabedaten ist einfach und schnell durchführbar.			
12	Daten lassen sich aus anderen Programmen und Betriebssystemen laden.			
13	Daten lassen sich zu bereits vorhandenen Eingaben hinzufügen.			

14	Wenn Daten vom Lernsystem gespeichert oder weitergegeben werden, werden die Lernenden informiert; alle Daten werden ausschließlich für Aufgaben des Lernsystems verwendet und sind vor unbefugtem Zugriff geschützt.	j	
Zsf.	Insgesamt sind die Möglichkeiten der Datenspeicherung den Aufgaben des Lernsystems angemessen und einfach und komfortabel durchführbar.	j	
10. Eingabegestaltung		j/n	+/-
	<i>Wird die Tastatur als Eingabegerät genutzt? Wenn andere Eingabegeräte als die Tastatur benutzt werden, weiter mit Punkt 10.7. Müssen oder sollen bei der Arbeit mit dem Lernsystem Sonderzeichen eingegeben werden (z.B. Umlaute oder Formelzeichen)? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn bei der Arbeit mit dem Lernsystem Sonderzeichen eingegeben werden müssen oder sollen:</i>		
1	Eine Tastatur mit Sonderzeichen wird verwendet oder zumindest simuliert, so dass Sonderzeichen eingetippt werden können und auf dem Bildschirm erscheinen. <i>Wird eine Tastatur mit Sonderzeichen nur simuliert? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn eine Tastatur mit Sonderzeichen nur simuliert wird:</i>	j	
2	Die Benutzer können Sonderzeichen einfach und ohne mehrfache Tastenbedienung eintippen. Sie erhalten z.B. immer direkte Hinweise auf dem Bildschirm und nicht nur im Begleitmaterial.	j	
3	Die Tastaturbedienung ist einfach, z.B. bei der Steuerung des Cursors. <i>Werden Funktionstasten oder andere Tasten mit besonderen Funktionen benutzt? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn Funktionstasten oder andere Tasten mit besonderen Funktionen benutzt werden.</i>	j	
4	Der Sinn und die Benutzung der Funktionstasten, werden auf dem Bildschirm oder im Begleitmaterial erklärt.	j	
5	Tippfehler können vor Ausführen einer Eingabe korrigiert werden.	j	
6	Die Menge der geforderten Eingaben ist den Fähigkeiten der Zielgruppe angemessen, d. h. für jüngere Schüler weniger Tastaturbenutzung (außer bei Textverarbeitungsprogrammen).	j	
7	Andere Eingabegeräte als die Tastatur können benutzt werden, um die Schwierigkeit des Eintippens zu umgehen, z.B. Maus oder Joystick. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>	j	+
8	Die Eingabemöglichkeiten sind sinnvoll.	j	
9	Die Eingabe ist übersichtlich und einfach durchführbar.	j	
Zsf.	Insgesamt ist die Eingabegestaltung komfortabel und sinnvoll.	j	

11. Bildschirmaufbau		j/n	+/-
1	Die technische Qualität der Bildschirmgestaltung ist gut, z.B. klare Auflösung, gleichmäßige Leuchtdichte, gute Kontraste.	j	
2	Die Menge der Informationen, die auf den Bildschirmseiten erscheinen, ist angemessen, eine Überfrachtung wird vermieden.	j	
3	Die gezeigten Informationen oder Texte sind über die ganze Bildschirmseite ausgewogen verteilt.	j	
4	Der Bildschirm ist in Abschnitte gegliedert, die verschiedene Informationen beinhalten, z.B. kann der mittlere Abschnitt für die Schülereingaben und der untere Rand immer für Hilfsinformationen vorgesehen sein.		+
5	Die Reihenfolge der Informationen auf dem Bildschirm ist sinnvoll und entspricht dem Lese- und Handlungsablauf.	j	
6	Zusammengehörende Informationen stehen immer beieinander.	j	
7	Der Inhalt wird im allgemeinen auf die Bildschirmseiten geblättert und nicht ohne Unterbrechung als Bandwurm gescrollt.	j	
8	Jede Seite schließt mit einer vollständigen Information oder einem ganzen Satz ab, d. h. fliegende Texte über das Seitenende werden vermieden - außer bei Textverarbeitungsprogrammen.	j	
9	Alle wichtigen Informationen bleiben lange genug auf dem Bildschirm stehen, dass man sie lesen, erkennen und verstehen kann.	j	
Zsf.	Insgesamt ist der Bildschirmaufbau übersichtlich und verständlich.	j	
12. Textgestaltung		j/n	+/-
1	Die Textgestaltung erleichtert das Lesen auf dem Bildschirm, z.B. werden lange Texte mit einzeiligem Abstand vermieden.	j	
2	Die Textgestaltung betont wichtige Informationen durch Hervorhebungen, z.B. durch Unterstreichungen, andere Proportionen oder Farben.	j	
3	Alle Buchstaben und Sonderzeichen erscheinen in üblicher Form auf dem Bildschirm.	j	
4	Der Zeichensatz ist in seiner Form und Größe geeignet und gut lesbar, vor allem unter Berücksichtigung der Darstellung am Bildschirm.	j	
Zsf.	Insgesamt ist die Textgestaltung sinnvoll, übersichtlich und gut lesbar.	j	
13. Grafikgestaltung		j/n	+/-
	Sind Grafiken (unbewegliche Bilder oder Darstellungen) im Lernsystem vorhanden? <i>Wenn keine Grafiken vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "14. Farbgestaltung".</i>		
1	Die Qualität der Grafiken ist gut, d. h. klare Linien, Formen, Kontraste und verständliche Darstellungen.	j	
2	Durch die Grafiken soll der Lerninhalt verdeutlicht werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
3	Die Grafiken sind mehr als nur ein Zusatz oder einfacher Wordersatz. Durch sie wird Wichtiges betont und das Verstehen erleichtert, z.B. durch grafische Hinweise auf besondere Details.	j	

4	Durch die Grafiken soll die Bedienung des Lernsystems erleichtert und erklärt werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
5	Die Grafiken sind nach Form, Inhalt und Häufigkeit zur Erleichterung und Erklärung der Bedienung des Lernsystems geeignet.	j	
6	Die Grafiken sollen zur Motivierung der Zielgruppe beitragen. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
7	Die Grafiken sind nach Form, Inhalt und Häufigkeit zur Motivierung der Zielgruppe geeignet.	j	
Zsf.	Insgesamt sind die Grafiken verständlich, sinnvoll und motivierend eingesetzt.	j	
14. Farbgestaltung		j/n	+/-
	Ist die Bildschirmgestaltung mehrfarbig? <i>Wenn keine mehrfarbige Bildschirmgestaltung vorhanden ist, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "15. Animationen".</i>		
1	Die Qualität der Farben ist gut, z.B. durch klare Kontraste.	j	
2	Wichtige Informationen durch mehrfarbige Hinweise sind so gestaltet, dass sie z.B. auch für Farbblinde durch eine andere Form oder einen anderen Grauwert erkannt werden können.	j	
3	Durch die Farbgestaltung soll der Lerninhalt verdeutlicht werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
4	Durch die mehrfarbige Gestaltung werden Informationen auf anderer Ebene vermittelt, das Verstehen erleichtert oder Wichtiges betont, z.B. durch farbliche Hinweise auf besondere Zusammenhänge.	j	
5	Die Farben zur Verdeutlichung des Lerninhalts werden einheitlich eingesetzt.	j	
6	Durch farbliche Hinweise wird die Bedienung des Lernsystems erleichtert und erklärt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		-
7	Die Farbgestaltung trägt sinnvoll zur Erleichterung und Erklärung der Bedienung des Lernsystems bei.		
8	Die Farben zur Verdeutlichung der Bedienung werden einheitlich eingesetzt.		
9	Die Farben werden zur Motivierung der Zielgruppe eingesetzt, z.B. bei der Rückmeldung. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		-
10	Die Farben werden sinnvoll zur Motivierung der Zielgruppe eingesetzt.		
Zsf.	Insgesamt sind die Farben effektiv, sinnvoll und motivierend eingesetzt.	j	

15. Animationen		j/n	+/-
	Sind Animationen (bewegliche Bilder und Darstellungen) im Lernsystem vorhanden? <i>Wenn keine Animationen vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "16. Akustische Gestaltung".</i>		
1	Die Qualität der Animationen ist gut, d. h. klare und gleichmäßige Bewegungsabläufe und verständliche Darstellungen.	j	
2	Durch die Animationen soll der Lerninhalt verdeutlicht werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		-
3	Durch die Animationen werden Informationen auf einer bildlichen Ebene vermittelt, wodurch das Verstehen erleichtert und Wichtiges betont wird.		
4	Durch Animationen werden Bedienungshinweise gegeben. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		-
5	Die Animationen (lenken nicht vom Lerninhalt ab und) sind nach Form, Inhalt, Häufigkeit und Dauer zur Erleichterung und Erklärung der Bedienung des Lernsystems geeignet.		
6	Die Animationen sollen die Zielgruppe motivieren oder werden als Rückmeldungen eingesetzt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
7	Die Animationen (lenken nicht vom Lerninhalt ab und) sind nach Form, Inhalt, Häufigkeit und Dauer der Zielgruppe angemessen, z.B. durch kurze Dauer, damit sie nach mehreren Wiederholungen nicht langweilig werden.	j	
Zsf.	Insgesamt sind die Animationen verständlich, sinnvoll und motivierend.	j	
16. Akustische Gestaltung		j/n	+/-
	Sind akustische Elemente wie Töne oder Sprachausgaben im Lernsystem vorhanden? <i>Wenn keine akustischen Elemente wie Töne oder Sprachausgaben vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "17. Gestaltung des Lerninhalts".</i>		
1	Die Qualität der akustischen Elemente ist gut, z.B. das Klangbild der Töne. Falls Sprachausgaben vorhanden sind, weisen sie einen verständlichen und natürlichen Redefluss, Rhythmus und eine angemessene Geschwindigkeit und Intonation auf.		
2	Sprachliche Ausgaben sind vorhanden.		
3	Die akustischen Elemente sollen zur Verdeutlichung des Lerninhalts beitragen. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
4	Durch die akustischen Elemente werden Hinweise gegeben, die die Bildschirmausgabe unterstützen, das Verstehen erleichtern und auf Wichtiges hinweisen.		
5	Durch die akustischen Elemente werden Hinweise zur Bedienung des Lernsystems gegeben. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
6	Durch die akustischen Elemente werden Hinweise gegeben, die die Bedienung erleichtern und auf Wichtiges hinweisen, z.B. dass eine Eingabe zu lang ist.		

2	Gibt es Anpassungen, die sich nicht auf die Leistung, sondern auf den Arbeitsstand oder die Bedienung beziehen? <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
3	Diese Anpassungen sind hilfreich, verständlich und sinnvoll.		
4	Die Anpassungen werden nach einer Antwort- oder Lernverlaufsanalyse automatisch durchgeführt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
5	Es ist sinnvoll, dass die Anpassungen automatisch erfolgen. Sie sind überschaubar und verständlich.		
6	Die Anpassungen nach einer Antwort- oder Lernverlaufsanalyse werden empfohlen und können von den Lernenden gewählt oder ignoriert werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
7	Es ist sinnvoll, dass die Lernenden Anpassungen wählen können.		
8	Die Häufigkeit und der Zeitpunkt von Anpassungen sind angemessen, z.B. gibt es ausreichende Verzweigungen nach Übungen oder mehreren falschen Antworten.		
9	Die Leistungskriterien, aufgrund derer Anpassungen erfolgen oder empfohlen werden, sind dem Schwierigkeitsgrad der Übungen und dem Niveau der Zielgruppe angemessen.		
10	Verzweigungen zum Üben und Wiederholen fehlerhaft bearbeiteter Aufgaben sind vorhanden. <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>		
11	Die fehlerhaft bearbeiteten Aufgaben erscheinen in anderer Reihenfolge.		
12	Die Verzweigungen während oder nach einer Übung enthalten leichtere oder schwierigere Aufgaben, die den Kenntnissen und Fähigkeiten der Lernenden entsprechen.		
13	Die Verzweigungen während oder nach einer Übung enthalten anderes, förderndes und wichtiges Lernmaterial. <i>Wird den Lernenden ein bislang unbekannter Lerninhalt vermittelt? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn den Lernenden ein bislang unbekannter Lerninhalt vermittelt wird;</i>		
14	Durch die Anpassungen werden variierte Lern- und Präsentationsformen angeboten, z.B. wird derselbe Inhalt auf andere Weise erklärt oder das Lernen durch zusätzliche Hilfestellungen erleichtert.		
Zsf.	Das Lernsystem ist in sinnvoller Weise adaptiv gestaltet. Es reagiert flexibel und zielgruppengemäß auf unterschiedliche Lernfortschritte, Strategien und Fähigkeiten.		
20. Kommunikation und Kooperation		j/n	+/-
1	Bietet das Lernsystem Kommunikationsmöglichkeiten für die Lernenden, z.B. mit anderen Lernenden oder Lehrenden? <i>Wenn diese Möglichkeit nicht besteht, die nächsten Punkte überspringen.</i>		+
2	Informations- und Kommunikationsangebote sind aufeinander abgestimmt und ineinander integriert.	j	
3	Kommunikationsangebote unterstützen Zusatzfunktionen wie das Versenden von Dateien, Präsentationen und Diskussionen.		-
4	Kommunikationsmöglichkeiten umfassen Angebote für Lernende untereinander sowie zwischen Lernenden und Lehrenden.		-

5	Das Lernsystem integriert Kommunikationsangebote in vielfältiger Weise, z.B. als E-Mail, Mailinglist, Chat.			-
6	Kommunikationsangebote lassen sich für private Kommunikation und für Gruppenkommunikation nutzen.			-
7	Kommunikationsangebote lassen sich - falls nötig - an individuelle Wünsche und Bedürfnisse, z.B. technische Ausstattungen anpassen.			
8	Kommunikationsvorgänge lassen sich protokollieren, um für spätere Bearbeitung und Nutzung zur Verfügung zu stehen.			-
9	Bietet das Lernsystem Möglichkeiten zum kooperativen Lernen? <i>Wenn diese Möglichkeit nicht besteht, die nächsten Punkte überspringen.</i>			-
10	Der Zugriff auf kooperativ bearbeitbare Materialien ist in geeigneter Weise z.B. durch Zugriffsberechtigungen geregelt.			
11	Die Bearbeitung von Materialien ist einfach und ohne technische Kenntnisse möglich.			
12	Teilnehmende an Gruppenarbeit können ihre Rolle in der Gruppe im Laufe der Arbeit verändern, z.B. durch Erweiterung von Zugriffsberechtigungen.			
13	Kooperationsfunktionen lassen sich auf an individuelle Wünsche und Bedürfnisse, z.B. technische Ausstattungen anpassen.			
14	Kooperationsdienste unterstützen die Koordination von Gruppenarbeit, z.B. die Verteilung von Aufgaben und die Einhaltung von Terminen. Kooperationsdienste unterstützen die Entscheidungsfindung bei Gruppenarbeiten.			
15	Bei Veränderungen des Lernmaterials werden alle Betroffenen informiert, Veränderungen werden dokumentiert.			
16	Das Lernsystem stellt sicher, dass kooperativ bearbeitete Informationen stets für alle Lernenden aktuell und konsistent verfügbar sind.			
Zsf.	Das Lernsystem unterstützt kommunikatives und kooperatives Lernen; entsprechende Elemente sind sinnvoll gestaltet und leicht bedienbar.	j		
21. Aufgaben- und Antwortgestaltung		j/n		+/-
	<i>Sind Aufgaben oder Übungen im Lernsystem sinnvoll oder vorhanden? Wenn Aufgaben oder Übungen weder sinnvoll noch vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "22. Leistungsauswertung und Diagnose".</i>			
1	Die Aufgaben und Fragen sind verständlich, eindeutig und klar.			
2	Die Aufgaben und Fragen sind so gestaltet, dass ein mechanisches Antworten umgangen wird, d.h. zu viele Hinweise oder zu einfache Aufgaben und zu ähnliche Antwortmöglichkeiten werden vermieden.			
3	Die Antworteingaben sind verständlich und sinnvoll gestaltet, d. h. verwirrende, ablenkende Antwortformen, schlecht zu erkennende Auswahlmöglichkeiten und Unklarheiten werden vermieden.			
4	Die Übungen und Lernaktivitäten sind abwechslungsreich gestaltet, ohne die Lernenden durch die unterschiedlichen Aufgabenstellungen zu verwirren.			

- Enthält das Lernsystem Aufgaben, die schwerpunktmäßig zum Üben und Wiederholen eines Lernstoffs dienen?
Die nächsten beiden Punkte nur ausfüllen, wenn das Lernsystem Aufgaben enthält, deren Schwerpunkt im Üben und Wiederholen eines Lernstoffs liegt:
- 5 Zum Üben eines Lernstoffs werden die Aufgaben bei jeder Wiederholung in einer anderen, zufälligen Reihenfolge gestellt.
 - 6 Beim Üben und Wiederholen eines Lernstoffs erscheinen bei jedem Bearbeitungsdurchgang andere Aufgaben, d.h. das Lernsystem enthält für jeden Übungsteil ein 'Aufgabenreservoir', aus dem immer andere Aufgaben gezogen werden.
 - 7 Die Anzahl der möglichen Antwortversuche für die Lösung einer Aufgabe ist ausreichend, z.B. bei erforschendem Lernen sind mehrere Antwortversuche sinnvoll.
 - 8 Der Umfang der Übungen und ihre durchschnittliche Bearbeitungsdauer sind angemessen und können von Lernenden und Lehrenden überschaut werden, d. h. lange Übungen, deren Ende nicht eingeschätzt werden kann, werden vermieden.
 - 9 Sofortiges Antworten ist möglich, ohne vorgegebene Pausen abwarten zu müssen.
Enthält das Lernsystem Aufgaben oder Übungen mit zeitlichem Bearbeitungslimit?
Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn Aufgaben oder Übungen mit zeitlichem Bearbeitungslimit vorhanden sind:
 - 10 Die Zeitbegrenzung oder -messung bei Aufgaben oder Übungen ist didaktisch sinnvoll und motivierend.
 - 11 Künstliche und unbegründete Fehlerfallen werden vermieden, z.B. Aufgaben, die seltene oder zu ähnliche Fehlerquellen beinhalten.
 - 12 Die Antwortanalyse ist effektiv und sinnvoll gestaltet, d. h. alle richtigen Antworten werden auch als richtig bewertet, mögliche Alternativantworten werden anerkannt, unerhebliche Fehler werden toleriert oder können nach einem Hinweis korrigiert werden.
 - 13 Es erfolgen rechtzeitig Sperrmaßnahmen oder Hinweise, wenn eine Antworteingabe zu lang ist.
 - 14 Ausreichende und verständliche Hilfestellungen werden bei Beantwortungsproblemen gegeben oder sind abrufbar, d. h. es wird sichergestellt, dass Lernende, die eine Aufgabenstellung nicht verstehen, weiterarbeiten kann und nicht immer wieder die gleiche Aufgabe gestellt bekommt.
 - 15 Rückmeldungen und/oder Verzweigungen nach der Bearbeitung einzelner Aufgaben oder Teile sind, wo sie notwendig sind, vorhanden.
 - 16 Die Rückmeldungen und Leistungsauswertungen nach der Bearbeitung einzelner Aufgaben oder Übungen erfolgen durch schriftliche Kommentare, Angabe von absoluten Zahlen, Prozentangaben, Noten oder Grafiken.
 - 17 Wenn eine falsche Antwort abgegeben wird, bleibt diese stehen und zusätzlich wird die richtige Antwort eingeblendet, damit die Schüler kontrollieren können, was in ihren Eingaben falsch war.
 - 18 Zwingende Wiederholungsschleifen, in denen Aufgaben oder Übungen so lange vorgelegt werden, bis sie richtig beantwortet werden, werden vermieden.
 - 19 Die Rückmeldungen sind in Form und Inhalt für weibliche und männliche Benutzer geeignet und motivierend gestaltet.

- 20 Rückmeldungen erfolgen sofort nach einer Antwort.
Wenn "+" eingetragen wurde:
- 21 Die sofortigen Rückmeldungen sind didaktisch sinnvoll, da z.B. ein neuer oder schwieriger Lerninhalt geübt wird.
- 22 Rückmeldungen erfolgen verzögert, d. h. erst nach mehreren Antworten.
Wenn "+" eingetragen wurde:
- 23 Die verzögerten Rückmeldungen erfolgen spätestens nach 15-20 Minuten.
- 24 Es erfolgen Rückmeldungen sowohl nach jeder Antwort als auch verzögert nach mehreren Antworten.
Wenn "+" eingetragen wurde:
- 25 Das Einbringen von sofortigen und verzögerten Rückmeldungen ist didaktisch sinnvoll und nicht verwirrend.
- 26 Die Rückmeldungen sind abwechslungsreich gestaltet.
- 27 Die Rückmeldungen nach richtigen Antworten und Arbeitsschritten sind positiv und verstärkend.
- 28 Die Rückmeldungen, die zur Motivierung eingesetzt werden, sind angemessen lang, z.B. für Animationen nach einer Antwort maximal 2-3 Sekunden und nach einer Übung ca. 10 Sekunden.
- 29 Die Rückmeldungen regen zur Nutzung weiterer Hilfsmittel an, z.B. eines Nachschlagewerks.
- 30 Die Rückmeldungen regen zu weiteren Lernaktivitäten an, z.B. zu nachbereitenden Gruppenarbeiten.
- 31 Die Rückmeldungen sind bei Bedarf abwählbar.
- 32 Informierende Rückmeldungen nach falschen Antworten werden (wenigstens manchmal) gegeben und zeigen auf, wo ein Fehler gemacht wurde.
- 33 Rückmeldungen nach falschen Antworten sind hilfreich und fördernd, d. h. sie benennen (wenigstens manchmal) die Fehlerursache, geben Hinweise, wie die Fehler zu vermeiden sind, und/oder sie motivieren die Lernenden zur Selbstkorrektur.
- 34 Rückmeldungen nach Fehlern sind ermutigend. Abfällige oder vorwurfsvolle Rückmeldungen werden vermieden, statt dessen werden z.B. die richtigen Elemente in der Antwort aufgezeigt.
- 35 Die Rückmeldungen bewerten die Antwort und nicht die Person, falsch wäre z.B. 'Du bist schlecht!'
- 36 Rückmeldungen nach falschen Antworten sind weniger interessant gestaltet als die nach richtigen Antworten, um nicht zu falschen Antworteingaben zu reizen.
- Zsf. Insgesamt sind die Aufgabenstellungen, Antwortformen und Lernaktivitäten sinnvoll gestaltet.

22.	Leistungsauswertung und Diagnose	j/n	+/-
	<i>Ist eine Leistungsauswertung am Ende einer Übung oder eine Diagnose sinnvoll oder vorhanden? Wenn eine Leistungsauswertung am Ende einer Übung oder eine Diagnose weder sinnvoll noch vorhanden ist, weiter mit "23. Allgemeine Qualitätsmerkmale".</i>		
1	Die Art und Weise der Leistungsauswertung stimmt mit den Angaben im Lernsystem oder der Beschreibung überein.	j	
2	Der Leistungsstand der Lernenden wird festgestellt durch eine Analyse der Ergebnisse, z.B. durch Vor-, Zwischen- oder Nachtests, Vergleich der Lernergebnisse oder Diagnosen besonderer Lernschwierigkeiten.	j	
3	Die Feststellung und Bewertung der Lernergebnisse ist fachlich und didaktisch sinnvoll, z.B. werden die Schwierigkeitsstufen, der Lernfortschritt oder die richtigen Antworten beim ersten oder zweiten Lösungsversuch angemessen berücksichtigt.	j	
4	Die Feststellung und Bewertung der Lernergebnisse ist statistisch korrekt, z.B. wird die Anzahl der Antworten richtig berechnet.	j	
5	Der Leistungsstand oder der Lernverlauf werden in verständlicher und ermutigender Form mitgeteilt.	j	
6	Die Lernergebnisse sind auf Papier ausdrückbar. <i>Werden Leistungsstand oder Lernverlauf im Lernsystem diagnostiziert? Die nächsten zwei Punkte nur ausfüllen, wenn der Leistungsstand oder Lernverlauf diagnostiziert werden:</i>		
7	Der Leistungsstand oder Lernverlauf der Lernenden wird diagnostiziert, z.B. nach Fehlerhäufigkeit, -art oder Lernstrategie.		j
8	Die Diagnosen sind fachlich, didaktisch und statistisch sinnvoll und richtig.	j	
Zsf.	Insgesamt sind die Leistungsauswertungen oder Diagnosen fachlich und pädagogisch sinnvoll, statistisch richtig und können ausgedrückt werden.	j	
23.	Allgemeine Qualitätsmerkmale	j/n	+/-
1	Der gesamte Inhalt des Lernsystems ist frei von engen geschlechtsspezifischen Rollenbildern und Vorurteilen gegenüber gesellschaftlichen Gruppen.	j	
2	Die beinhalteten Normen und Werte (auch die indirekten) sind akzeptabel, frei von Gewalt oder starkem Konkurrenzdenken.	j	
3	Die Dialogformen, der sprachliche Ausdruck und der Stil der Ansprache innerhalb der Software sind korrekt und motivierend. Außerdem wird in den Anweisungen des Programms die Verwendung der 1. Person Singular (Ichform) vermieden.	j	
4	Rechtschreibung, Grammatik und Zeichensetzung sind innerhalb der gesamten Software und im Begleitmaterial korrekt.	j	
Zsf.	Insgesamt ist das Lernsystem frei von negativen Stereotypen, Vorurteilen, Normen und Werten. Der Dialogstil, die Rechtschreibung, Grammatik und Zeichensetzung sind richtig und angemessen.	j	

GESAMTBEWERTUNGSTABELLE UND KURZE PRÜFLISTE		j/n
I. Kennzeichnung des Lernsystems: siehe vorne		
II. Beurteilung des Lieferumfangs		
1. Zsf. Leistungen des Verlags	Die Leistungen des Verlags sind angemessen, z.B. durch übersichtliches und verständliches Begleitmaterial und gute Verpackung (j/n).	j
III. Beurteilung der Systembeschreibung		
2. Zsf. Angaben über die Hard- und Software	Die Angaben über die erforderliche Hard- und Software (Geräte und Programme) sind vollständig, genau und verständlich (j/n).	
3. Zsf. Angaben über die Systembenutzung	Die Bedienung und Benutzung des Lernsystems werden vollständig, richtig und verständlich erklärt (j/n).	j
4. Zsf. Angaben über Zielgruppe und Lernziele	Die Angaben über Zielgruppe und Lernziele sind genau, richtig und vollständig (j/n).	j
5. Zsf. Angaben über den Einsatzbereich	Die Einsatzbereiche und Bearbeitungsformen werden vollständig und verständlich beschrieben (j/n).	j
6. Zsf. Angaben über den Inhalt	Die Lerninhalte und ihre Vermittlung werden vollständig, verständlich und richtig beschrieben (j/n).	j
IV. Beurteilung der Bedienung		
7. Zsf. Bedienbarkeit	Das Lernsystem arbeitet zuverlässig, fehlerfrei und schnell; die Bedienung ist den Aufgaben angemessen und leicht erlernbar (j/n).	n
8. Zsf. Adaptierbarkeit der Bedienung	Das Lernsystem ist flexibel gestaltet und eröffnet vielseitige Auswahl- und Anpassungsmöglichkeiten (j/n).	j
9. Zsf. Datenspeicherung	Die Möglichkeiten des Lernsystems zur Datenspeicherung sind den Aufgaben angemessen und einfach und komfortabel durchführbar (j/n).	j
10. Zsf. Eingabegestaltung	Die Eingabegestaltung ist komfortabel und sinnvoll (j/n).	j

V. Beurteilung der medialen Gestaltung

11. Zsf. Bildschirmaufbau Der Bildschirmaufbau ist übersichtlich und verständlich (j/n).	j
12. Zsf. Textgestaltung Die Textgestaltung ist sinnvoll, übersichtlich und gut lesbar (j/n).	j
13. Zsf. Grafikgestaltung Die Grafiken sind verständlich, sinnvoll und motivierend eingesetzt (j/n).	j
14. Zsf. Farbgestaltung Die Farben sind effektiv, sinnvoll und motivierend eingesetzt (j/n).	j
15. Zsf. Animationen Die Animationen sind verständlich, sinnvoll und motivierend (j/n).	j
16. Zsf. Akustische Gestaltung Die akustischen Elemente sind sinnvoll, verständlich und motivierend (j/n).	j

VI. Beurteilung des Lerninhalts

17. Zsf. Gestaltung des Lerninhalts Der Lerninhalt ist sachlich richtig und methodisch-didaktisch sinnvoll ausgewählt und dargestellt (j/n).	j
18. Zsf. Adaptierbarkeit des Lerninhalts Die Möglichkeiten, den Inhalt des Lernsystems zu verändern, sind ausreichend und komfortabel (j/n).	j
19. Zsf. Adaptivität des Lernsystems Das Lernsystem ist in sinnvoller Weise adaptiv gestaltet. Es reagiert flexibel und zielgruppengemäß auf unterschiedliche Lernfortschritte, Strategien und Fähigkeiten (j/n).	j
20. Zsf. Kommunikation und Kooperation Das Lernsystem unterstützt kommunikatives und kooperatives Lernen; entsprechende Elemente sind sinnvoll gestaltet und leicht bedienbar (j/n).	j
21. Zsf. Aufgaben- und Antwortgestaltung Die Aufgabenstellungen, Antwortformen und Lernaktivitäten sind sinnvoll gestaltet (j/n).	j
22. Zsf. Leistungsauswertung und Diagnose Die Leistungsauswertungen oder Diagnosen sind fachlich und pädagogisch sinnvoll, statistisch richtig und können ausgedrückt werden (j/n).	j
23. Zsf. Allgemeine Qualitätsmerkmale Das Lernsystem ist frei von negativen Stereotypen, Vorurteilen, Normen und Werten. Der Dialogstil, die Rechtschreibung, Grammatik und Zeichensetzung sind richtig und angemessen (j/n).	j

GESAMTBEWERTUNG DES LERNSYSTEMS

Beschreibung der besonderen Stärken des Lernsystems:
Die Website besticht durch die Fülle und die fachliche Qualität der Lernmaterialien zu energie-effizienter Architektur.

Bewertung in Zahlen:	abs.	in %
Anzahl relevanter Abschnitte, deren notwendige Kriterien erfüllt sind (max. 23):	16	70 %
Anzahl relevanter notwendiger Kriterien (j/n), die erfüllt sind (max. 182):	79	43 %
Anzahl relevanter wünschenswerter Kriterien (+/-), die erfüllt sind (max. 71):	21	30 %

Wenn notwendige Kriterien in relevanten Abschnitten nicht erfüllt sind:
 Die Qualität des Lernsystems ist in diesem(n) Bereich(en) mangelhaft:
7. Das Lernsystem arbeitet nicht zuverlässig, fehlerfrei und schnell oder die Bedienung ist den Aufgaben nicht angemessen.

Weitere Kommentare, Bedenken, Veränderungsvorschläge:
Die Inhalte des "Web-based Learning Environment" sollten besser miteinander verbunden werden, um so den Wechsel zwischen Teilen des Lernsystems zu erleichtern und den Lernenden einen besseren Überblick über die Gesamtheit der Inhalte zu verschaffen.
Die Website sollte interaktive Elemente integrieren (z.B. steuerbare Animationen, Berechnungswerkzeuge etc.), um den Lernenden Möglichkeiten zum eigenen Handeln zu geben.
Als Lernumgebung sollte die Website bessere Kommunikations- und Kooperationsangebote bieten, um z.B. auch Diskussionen und Gruppenarbeit zu unterstützen.

C.5 University of California (Berkeley): The Vital Signs Project

KENNZEICHNUNG DES LERNSYSTEMS

Name des Lernsystems: Auflage/Version, Datum:	The Vital Signs Project August 2000
Entwicklung des Lernsystems (Autor/Autorin):	University of California (Berkeley), Center for Environmental Design Research
Bezugsquelle für das Lernsystem (Verlag):	http://www.arch.ced.berkeley.edu/vitalsigns/
Preis des Lernsystems (mit allen benötigten Materialien): Das Lernsystem ist Teil eines Pakets (z.B. mehrere zusammengehörige Programme) mit dem Namen:	- -
Anzahl und Art der Datenträger, bzw. Zugriffsmöglichkeit auf das Lernsystem (z.B. CD-ROM, Disketten, WWW):	WWW
Benötigte Rechnerausstattung: Benötigtes Betriebssystem: Speicherplatzanforderungen (Arbeitsspeicher, Festplatte): Grafikanforderungen (z.B. Bildschirmauflösung, Farbe): Sonstige Systemanforderungen:	- Browser - - -
Zielgruppe(n) des Lernsystems:	Studierende der Architektur, interessierte Fachleute
Lerninhalt(e) des Lernsystems:	Umweltfreundliche und energieeffiziente Gestaltung von Architektur
Typische Lehr-/Lernumgebung für den Einsatz des Lernsystems:	Unidirektionales vernetztes System / Kooperatives vernetztes System
Klassifizierung des Lernsystems nach Lernparadigma: Interaktionspotenzial des Lernsystems:	kognitivistisch / konstruktivistisch mittel / groß
Name der Beurteilerin/des Beurteilers: Organisation: Straße / PF: PLZ, Ort:	Stephan Benkert Universität-GH Siegen 57068 Siegen
Datum der Beurteilung:	05.02.2001

1.	Leistungen des Verlags	j/n	+/-
1	Begleitmaterial zum Lernsystem ist vorhanden. <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>	j	
2	Gemeinsames Begleitmaterial für Lernende und Lehrende ist vorhanden.		+
3	Spezielle Informationen für Lehrende sind vorhanden, z.B. in einem separaten Heft oder als Teil im Begleitmaterial.		-
4	Spezielle Informationen für Lernende sind im Begleitmaterial vorhanden.		-
5	Zusätzliches Arbeits- und Lernmaterial ist vorhanden, z.B. weitere Unterlagen.		+
6	Angaben über bereits durchgeführte Bewertungen des Lernsystems oder Informationen über Veröffentlichungen etc. sind vorhanden.		+
7	Das Begleitmaterial ist für Lernende und Lehrende verständlich und motivierend gestaltet.	j	
8	Das Begleitmaterial ist übersichtlich und hilfreich und enthält (wenn es umfangreich ist) ein Inhaltsverzeichnis.	j	
9	Zusätzlich ist ein Stichwortverzeichnis im Begleitmaterial enthalten.		-
10	Weitere Materialien, z.B. nachbestellte Datenträger, Begleithefte oder später erscheinende Neuauflagen, werden zu einem ermäßigten Preis angeboten. Auf diese Möglichkeiten wird hingewiesen.		
11	Die Möglichkeiten wird angeboten, das Lernsystem vor dem Kauf durch Demonstrations- oder Probeexemplare kennenzulernen.		
12	Der Preis für Lernende ist angemessen und - falls nötig - reduziert.		+
13	Das Anfertigen von Sicherheitskopien (Backups) ist erlaubt, oder sie werden mitgeliefert. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
14	Backups in unbegrenzter Anzahl dürfen angefertigt werden.		
15	Der Verlag räumt Umtausch-, Rückgaberecht und Garantiefrieten ein, die über die gesetzlich vorgeschriebenen Bestimmungen hinausgehen. Auf diese Möglichkeit wird im Begleitmaterial oder auf der Verpackung hingewiesen.		
16	Die Verpackung ist stabil und gewährleistet eine sichere Aufbewahrung und einfache Entnahme der Datenträger ohne Beschädigungsgefahr. <i>Sollen umfangreiche Pakete beurteilt werden?</i> <i>Die nächsten Punkte bis 22 nur ausfüllen, wenn umfangreiche Pakete beurteilt werden sollen:</i>		
17	Falls Installationshilfe notwendig ist, wird sie angeboten? <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>		
18	Kosten für die Installationshilfe sind angemessen.		
19	Falls Training für die Lehrenden notwendig ist, wird es angeboten? <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>		
20	Kosten für das Training sind angemessen.		
21	Falls Beratung/Wartung notwendig ist, wird sie angeboten? <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>		
22	Kosten für die Beratung/Wartung sind angemessen.		
Zsf.	<i>In folgende zusammenfassende Abschnittsbewertung sollte nur ein "j" eingetragen werden, wenn kein Kriterium im gesamten Abschnitt 1. mit "n" markiert wurde. Dies gilt für alle weiteren Abschnittsbewertungen.</i> Insgesamt sind die Leistungen des Verlags angemessen (z.B. übersichtliches, verständliches Begleitmaterial, gute Verpackung).	j	

2.	Angaben über die Hard- und Software	j/n	+/-
1	Die erforderliche Hardware (Geräteausstattung) wird genau und richtig im Begleitmaterial und/oder auf der Verpackung angegeben.		
2	Falls ein besonderes Betriebssystem vorhanden sein muss, wird dieses genannt?		
3	Falls eine besondere Arbeitsumgebung erforderlich ist, wird diese angegeben?		
4	Falls sonstige Software zur Benutzung notwendig ist, wird sie angegeben?		
Zsf.	Insgesamt sind die Angaben über die erforderliche Hard- und Software vollständig, genau und verständlich.		
3.	Angaben über die Systembenutzung	j/n	+/-
1	Die Bedienungsanleitung im Begleitmaterial ist übersichtlich und logisch strukturiert.	j	
2	Das Vorgehen beim Laden, Bearbeiten und Beenden des Lernsystems wird - auch für Computerunkundige - verständlich und richtig erklärt.		
3	Alle vorhandenen Arbeitsfunktionen des Lernsystems werden vollständig, richtig und eindeutig beschrieben.	j	
4	Alle Begriffe werden innerhalb der Beschreibungen einheitlich verwendet.	j	
	<i>Können eigene Inhalte oder Übungen in das Lernsystem eingefügt werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn eigene Inhalte oder Übungen eingefügt werden können;</i>		
5	Die Veränderungsmöglichkeiten des Lernsystems, z.B. die Eingabe eigener Inhalte, werden vollständig, richtig und verständlich angegeben. <i>Müssen Begrenzungen von Datenmengen beachtet werden oder sind eingeschränkte Nutzungsmöglichkeiten vorhanden, z.B. maximale Seitenzahl bei Textverarbeitung oder Höchstparameter bei Simulationen?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn Begrenzungen von Datenmengen beachtet werden müssen oder eingeschränkte Nutzungsmöglichkeiten vorhanden sind, z.B. maximale Seitenzahl bei Textverarbeitung oder Höchstparameter bei Simulationen:</i>	j	
6	Wichtige Grenzwerte für die Benutzung des Lernsystems sind angegeben. <i>Sollen ganze Pakete bewertet werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn ganze Pakete bewertet werden:</i>		
7	Bei Paketen wird die Reihenfolge und die Benutzung der verschiedenen Komponenten vollständig angegeben und erklärt.		
Zsf.	Insgesamt werden die Bedienung und Benutzung des Lernsystems vollständig, richtig und verständlich erklärt.	j	

4. Angaben über Zielgruppe und Lernziele		j/n	+/-
1	Alter oder Kenntnisstand der Zielgruppe, die mit dem Lernsystem arbeiten soll, werden angegeben. <i>Sind besondere Vorkenntnisse oder Fähigkeiten der Zielgruppe, z.B. Maschineschreiben, Programmieren oder Kenntnisse über den Lernerhalt als Benutzungsvoraussetzung unbedingt notwendig?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn besondere Vorkenntnisse oder Fähigkeiten der Zielgruppe, z.B. Maschineschreiben, Programmieren oder Kenntnisse über den Lernerhalt als Benutzungsvoraussetzung unbedingt notwendig sind:</i>	j	
2	Notwendige Vorkenntnisse und Fähigkeiten der Zielgruppe werden vollständig und richtig angegeben. <i>Können mehrere Lernende gleichzeitig mit dem Lernsystem arbeiten?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn mehrere Lernende gleichzeitig mit dem Lernsystem arbeiten können:</i>		
3	Die Anzahl der Benutzer, die gleichzeitig mit dem Lernsystem arbeiten können, wird angegeben, z.B. Paare, kleine Gruppen oder beliebig viele Personen.		
4	Die Lernziele werden beschrieben. <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>	j	
5	Die Lernziele werden ausführlich beschrieben und angegeben.		+
6	Der Zusammenhang zwischen Zielen, Inhalten und Methoden wird angegeben.	j	
7	Die Lernziele werden auch für die Lernenden beschrieben und begründet.		+
Zsf.	Insgesamt sind die Angaben über Zielgruppe und Lernziele genau, richtig und vollständig.	j	
5. Angaben über den Einsatzbereich		j/n	+/-
1	Der Einsatzbereich für das Lernsystem wird angegeben und geeignete Bearbeitungsformen werden beschrieben. <i>Wird das Lernsystem speziell als lehrbegleitend empfohlen?</i> <i>Die nächsten zwei Punkte nur ausfüllen, wenn das Lernsystem speziell als lehrbegleitend empfohlen wird:</i>	j	
2	Die Integration des Lernsystems in die Lehre und die Organisation der Lernformen werden beschrieben.	j	
3	Die durchschnittlich notwendige Zeit für die Bearbeitung des Lernsystems oder einzelner Übungen wird angegeben.	n	
4	Die Benutzung anderer Lernmaterialien wird beschrieben und weiterführende Lernaktivitäten werden empfohlen.		+
5	Falls besondere Vorkenntnisse der Lehrenden für den Einsatz des Lernsystems, z.B. Programmierkenntnisse, erforderlich sind, werden sie angegeben?		
6	Falls besondere Vorbereitungen oder Vorbereitungszeiten für Lernende oder Lehrende notwendig sind, werden sie richtig angegeben?		
Zsf.	Insgesamt werden die Einsatzbereiche und Bearbeitungsformen vollständig und verständlich beschrieben.	n	

6. Angaben über den Inhalt		j/n	+/-
1	Der (Lern-) Inhalt, seine Wichtigkeit, Auswahl und Vermittlung werden beschrieben.	j	
2	Der Lerninhalt wird möglichst vollständig angegeben, z.B. als Liste mit den wichtigsten Übungsinhalten.		-
3	Alle Inhalts- und Förderungsschwerpunkte des Lernsystems werden angegeben und entsprechen dem tatsächlichen Inhalt des Lernsystems.	j	
4	Die Aufgabenstellungen und Lernaktivitäten werden (mit Beispielen) beschrieben. <i>Soll das Lernsystem vor allem lehrbegleitend eingesetzt werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn ein Lernsystem beurteilt wird, das vor allem lehrbegleitend eingesetzt werden soll:</i>	j	
5	Eine Angabe ist vorhanden, inwieweit der Inhalt des Lernsystems mit Lehrplänen oder anderen Lernmaterialien übereinstimmt oder vereinbar ist.	n	
Zsf.	Insgesamt werden die Lerninhalte und ihre Vermittlung vollständig, verständlich und richtig beschrieben.	n	
7. Bedienbarkeit		j/n	+/-
1	Das Lernsystem ist sinnvoll, klar und logisch strukturiert, z.B. durch ein Inhaltsmenü.	j	
2	Im Inhaltsmenü oder in den Lerninhalten werden bereits bearbeitete Teile oder Übungen markiert.		+
3	Die Benutzer können das Lernsystem überblicken, z.B. an welcher Stelle sie sich befinden, wie umfangreich eine Übung ist oder wie sie in andere Teile wechseln können.	j	
4	Bei einem vorzeitigen Beenden können der momentane Arbeitsstand oder die Lernergebnisse zwischengespeichert oder markiert werden, z.B. mit einem 'elektronischen Lesezeichen'.		-
5	Das Lernsystem ist einfach zu starten und zu beenden. <i>Kann das Lernsystem nach den Angaben des Verlags von den Lernenden selbstständig bearbeitet werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn das Lernsystem nach den Angaben des Verlags von den Lernenden selbstständig bearbeitet werden kann:</i>	j	
6	Das Lernsystem ist (nach einer Einführung) selbstständig von den Lernenden zu bearbeiten.	j	
7	Das Lernsystem erklärt seine Benutzung weitgehend selbst, da konkrete Bedienungsanleitungen auf dem Bildschirm erfolgen, z.B. durch den Hinweis 'Tippe eine Zahl ein'. <i>Werden am Anfang Benutzungshinweise auf dem Bildschirm gegeben?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn am Anfang Benutzungshinweise auf dem Bildschirm gegeben werden:</i>		
8	Die Benutzungshinweise, die am Anfang gegeben werden, sind klar und verständlich. Sie können auch übersprungen werden, z.B. bei einer Wiederholung, wenn sie sehr umfangreich sind.		
9	Der Befehlsumfang für die Benutzung ist klar, überschaubar und einfach.	j	
10	Befehle, Begriffe und Symbole für gleiche Sachverhalte und Bedienungsfunktionen werden einheitlich verwendet.	j	

11	Um zu gewährleisten, dass die Lernenden bei Bedienungsproblemen weiterarbeiten können, sind Hinweise über einen Hilfebefehl oder eine Hilfetaste aufrufbar oder erfolgen automatisch auf dem Bildschirm.		
12	Wenn Fehlermeldungen nach falschen Befehlseingaben gegeben werden, erfolgen sie sofort, sind verständlich und hilfreich, z.B. weisen sie auf den Fehler hin und bieten Korrekturmöglichkeiten an.		
13	Nicht benötigte Tasten sind zur Vermeidung von Eingabefehlern gesperrt, z.B. ist dies sinnvoll bei Menüauswahlen oder Antworteingaben, für die nur Zahlen zulässig sind.		
14	Eingaben zur Steuerung können abgekürzt werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
15	Die Eingabeabkürzungen sind einfach und gut merkbar.		
16	Wenn unerhebliche Eingabefehler bei den Steuerungsbefehlen möglich sind, werden sie toleriert, z.B. zwei Leerzeichen zwischen zwei Wörtern oder die Eingabe 'ja' oder 'j' statt 'Ja'.		
17	Das Lernsystem arbeitet fehlerfrei, zuverlässig und kontrollierbar, auch bei falschen Befehls- oder Antworteingaben.	j	
18	Das Lernsystem reagiert robust und informierend auf Bedienungsfehler, z.B. wird ein Hinweis gegeben, wenn keine Diskette im Laufwerk ist.		
19	Sämtliche Funktionen, die im Lernsystem oder der Beschreibung angegeben werden, sind vorhanden und arbeiten fehlerfrei und erwartungskonform.	j	
20	Das Lernsystem wird schnell gestartet, d. h. das Starten sollte nicht länger als 90 Sekunden dauern.	j	
21	Das Laden einzelner Teile geht schnell, z.B. bei Disketten unter 30 Sekunden.	j	
22	Der Aufbau der Bildschirmseite wird schnell durchgeführt. <i>Die nächsten drei Punkte nur ausfüllen, wenn die betreffenden Bereiche im Lernsystem enthalten sind:</i>	j	
23	Falls im Lernsystem enthalten: Die Arbeitsergebnisse und Leistungen werden schnell berechnet.		
24	Falls im Lernsystem enthalten: Arbeitsergebnisse und Leistungen werden schnell gespeichert.		
25	Falls im Lernsystem enthalten: Grafiken oder Animationen werden schnell erstellt.	j	
26	Längere Wartezeiten werden auf dem Bildschirm begründet, z.B. erfolgt ein Hinweis, dass gerade geladen wird.		
Zsf.	Insgesamt arbeitet das Lernsystem zuverlässig, fehlerfrei und schnell; die Bedienung ist den Aufgaben angemessen und leicht erlernbar.	j	

8.	Adaptierbarkeit der Bedienung		j/n	+/-
1	Den Lernenden werden Kontroll- und Auswahlmöglichkeiten gegeben, das Lernsystem nach eigenen Wünschen und Interessen zu bearbeiten, z.B.			
	können sie die Inhaltsteile, Aufgabenmenge, Schwierigkeitsstufe oder Hilfen auswählen oder die Schnelligkeit der Bearbeitung bestimmen.		j	
2	Klare Angaben über den zulässigen Wahlbereich bei Auswahlen sind vorhanden, z.B. Angabe der wählbaren Aufgabenzahl von 1-20.			
3	Alle zulässigen Wahlbereiche sind ausreichend groß.			
4	Die vorhandenen Auswahlmöglichkeiten sind ausreichend und sinnvoll eingesetzt.		j	
Zsf.	Insgesamt ist das Lernsystem flexibel gestaltet und eröffnet vielseitige Auswahl- und Anpassungsmöglichkeiten.		j	
9.	Datenspeicherung		j/n	+/-
1	Einzelne Teile des Inhalts, Arbeitsschritte oder Arbeitsergebnisse sind mit einem Drucker auf Papier ausdrückbar.		j	
2	Einzelne Teile des Inhalts, Arbeitsschritte oder Arbeitsergebnisse lassen sich über die Zwischenablage in andere Anwendungen kopieren. <i>Sind Möglichkeiten zum Speichern von Arbeitsergebnissen aus dem Lernsystem sinnvoll oder vorhanden?</i> <i>Wenn Möglichkeiten zum Speichern von Arbeitsergebnissen aus dem Lernsystem weder sinnvoll noch vorhanden sind, die nächsten Punkte überspringen.</i>			+
3	Können Arbeitsergebnisse gespeichert werden?			
4	Alle Speicherungsmöglichkeiten, die angegeben werden, sind vorhanden.			
5	Das Speichern der Arbeitsergebnisse ist einfach und schnell durchführbar.			
6	Arbeitsergebnisse lassen sich kompatibel zu anderen Programmen und Betriebssystemen speichern.			
7	Verschiedene Arbeitsergebnisse können gespeichert werden, z.B. Ergebnisse, Lernstrategien, Leistungsfortschritte oder Diagnosen einzelner Lernender oder ganzer Lerngruppen.			
8	Die Ergebnisse sind zu bereits früher gespeicherten Ergebnissen hinzufügbare. <i>Sind Möglichkeiten zum Laden von Eingabedaten in das Lernsystem sinnvoll oder vorhanden?</i> <i>Wenn Möglichkeiten zum Laden von Eingabedaten in das Lernsystem weder sinnvoll noch vorhanden sind, die nächsten Punkte überspringen.</i>			
9	Können Eingabedaten geladen werden?			
10	Alle Lademöglichkeiten, die angegeben werden, sind vorhanden.			
11	Das Laden von Eingabedaten ist einfach und schnell durchführbar.			
12	Daten lassen sich aus anderen Programmen und Betriebssystemen laden.			
13	Daten lassen sich zu bereits vorhandenen Eingaben hinzufügen.			

14	Wenn Daten vom Lernsystem gespeichert oder weitergegeben werden, werden die Lernenden informiert; alle Daten werden ausschließlich für Aufgaben des Lernsystems verwendet und sind vor unbefugtem Zugriff geschützt.		
Zsf.	Insgesamt sind die Möglichkeiten der Datenspeicherung den Aufgaben des Lernsystems angemessen und einfach und komfortabel durchführbar.	j	
10. Eingabegestaltung		j/n	+/-
	<i>Wird die Tastatur als Eingabegerät genutzt? Wenn andere Eingabegeräte als die Tastatur benutzt werden, weiter mit Punkt 10.7. Müssen oder sollen bei der Arbeit mit dem Lernsystem Sonderzeichen eingegeben werden (z.B. Umlaute oder Formelzeichen)? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn bei der Arbeit mit dem Lernsystem Sonderzeichen eingegeben werden müssen oder sollen:</i>		
1	Eine Tastatur mit Sonderzeichen wird verwendet oder zumindest simuliert, so dass Sonderzeichen eingetippt werden können und auf dem Bildschirm erscheinen.		
	<i>Wird eine Tastatur mit Sonderzeichen nur simuliert? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn eine Tastatur mit Sonderzeichen nur simuliert wird:</i>		
2	Die Benutzer können Sonderzeichen einfach und ohne mehrfache Tastenbedienung eintippen. Sie erhalten z.B. immer direkte Hinweise auf dem Bildschirm und nicht nur im Begleitmaterial.		
3	Die Tastaturbedienung ist einfach, z.B. bei der Steuerung des Cursors. <i>Werden Funktionstasten oder andere Tasten mit besonderen Funktionen benutzt? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn Funktionstasten oder andere Tasten mit besonderen Funktionen benutzt werden.</i>		
4	Der Sinn und die Benutzung der Funktionstasten, werden auf dem Bildschirm oder im Begleitmaterial erklärt.		
5	Tippfehler können vor Ausführen einer Eingabe korrigiert werden.		
6	Die Menge der geforderten Eingaben ist den Fähigkeiten der Zielgruppe angemessen, d. h. für jüngere Schüler weniger Tastaturbenutzung (außer bei Textverarbeitungsprogrammen).		
7	Andere Eingabegeräte als die Tastatur können benutzt werden, um die Schwierigkeit des Eintippens zu umgehen, z.B. Maus oder Joystick. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
8	Die Eingabemöglichkeiten sind sinnvoll.	j	
9	Die Eingabe ist übersichtlich und einfach durchführbar.	j	
Zsf.	Insgesamt ist die Eingabegestaltung komfortabel und sinnvoll.	j	

11. Bildschirmaufbau		j/n	+/-
1	Die technische Qualität der Bildschirmgestaltung ist gut, z.B. klare Auflösung, gleichmäßige Leuchtdichte, gute Kontraste.	j	
2	Die Menge der Informationen, die auf den Bildschirmseiten erscheinen, ist angemessen, eine Überfrachtung wird vermieden.	j	
3	Die gezeigten Informationen oder Texte sind über die ganze Bildschirmseite ausgewogen verteilt.	j	
4	Der Bildschirm ist in Abschnitte gegliedert, die verschiedene Informationen beinhalten, z.B. kann der mittlere Abschnitt für die Schülereingaben und der untere Rand immer für Hilfsinformationen vorgesehen sein.		-
5	Die Reihenfolge der Informationen auf dem Bildschirm ist sinnvoll und entspricht dem Lese- und Handlungsablauf.	j	
6	Zusammengehörende Informationen stehen immer beieinander.	j	
7	Der Inhalt wird im allgemeinen auf die Bildschirmseiten geblättert und nicht ohne Unterbrechung als Bandwurm gescrollt.	j	
8	Jede Seite schließt mit einer vollständigen Information oder einem ganzen Satz ab, d. h. fliegende Texte über das Seitenende werden vermieden - außer bei Textverarbeitungsprogrammen.	j	
9	Alle wichtigen Informationen bleiben lange genug auf dem Bildschirm stehen, dass man sie lesen, erkennen und verstehen kann.	j	
Zsf.	Insgesamt ist der Bildschirmaufbau übersichtlich und verständlich.	j	
12. Textgestaltung		j/n	+/-
1	Die Textgestaltung erleichtert das Lesen auf dem Bildschirm, z.B. werden lange Texte mit einzeiligem Abstand vermieden.	j	
2	Die Textgestaltung betont wichtige Informationen durch Hervorhebungen, z.B. durch Unterstreichungen, andere Proportionen oder Farben.	j	
3	Alle Buchstaben und Sonderzeichen erscheinen in üblicher Form auf dem Bildschirm.	j	
4	Der Zeichensatz ist in seiner Form und Größe geeignet und gut lesbar, vor allem unter Berücksichtigung der Darstellung am Bildschirm.	j	
Zsf.	Insgesamt ist die Textgestaltung sinnvoll, übersichtlich und gut lesbar.	j	
13. Grafikgestaltung		j/n	+/-
	Sind Grafiken (unbewegliche Bilder oder Darstellungen) im Lernsystem vorhanden? <i>Wenn keine Grafiken vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "14. Farbgestaltung".</i>		
1	Die Qualität der Grafiken ist gut, d. h. klare Linien, Formen, Kontraste und verständliche Darstellungen.	j	
2	Durch die Grafiken soll der Lerninhalt verdeutlicht werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
3	Die Grafiken sind mehr als nur ein Zusatz oder einfacher Wordersatz. Durch sie wird Wichtiges betont und das Verstehen erleichtert, z.B. durch grafische Hinweise auf besondere Details.	j	

4	Durch die Grafiken soll die Bedienung des Lernsystems erleichtert und erklärt werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>	j	+
5	Die Grafiken sind nach Form, Inhalt und Häufigkeit zur Erleichterung und Erklärung der Bedienung des Lernsystems geeignet.	j	
6	Die Grafiken sollen zur Motivierung der Zielgruppe beitragen. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>	j	+
7	Die Grafiken sind nach Form, Inhalt und Häufigkeit zur Motivierung der Zielgruppe geeignet.	j	
Zsf.	Insgesamt sind die Grafiken verständlich, sinnvoll und motivierend eingesetzt.	j	
14. Farbgestaltung		j/n	+/-
	Ist die Bildschirmgestaltung mehrfarbig? <i>Wenn keine mehrfarbige Bildschirmgestaltung vorhanden ist, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "15. Animationen".</i>		
1	Die Qualität der Farben ist gut, z.B. durch klare Kontraste.	j	
2	Wichtige Informationen durch mehrfarbige Hinweise sind so gestaltet, dass sie z.B. auch für Farbblinde durch eine andere Form oder einen anderen Grauwert erkannt werden können.	j	
3	Durch die Farbgestaltung soll der Lerninhalt verdeutlicht werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>	j	+
4	Durch die mehrfarbige Gestaltung werden Informationen auf anderer Ebene vermittelt, das Verstehen erleichtert oder Wichtiges betont, z.B. durch farbliche Hinweise auf besondere Zusammenhänge.	j	
5	Die Farben zur Verdeutlichung des Lerninhalts werden einheitlich eingesetzt.	j	
6	Durch farbliche Hinweise wird die Bedienung des Lernsystems erleichtert und erklärt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>	j	-
7	Die Farbgestaltung trägt sinnvoll zur Erleichterung und Erklärung der Bedienung des Lernsystems bei.	j	
8	Die Farben zur Verdeutlichung der Bedienung werden einheitlich eingesetzt.	j	
9	Die Farben werden zur Motivierung der Zielgruppe eingesetzt, z.B. bei der Rückmeldung. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>	j	-
10	Die Farben werden sinnvoll zur Motivierung der Zielgruppe eingesetzt.	j	
Zsf.	Insgesamt sind die Farben effektiv, sinnvoll und motivierend eingesetzt.	j	

15. Animationen		j/n	+/-
	Sind Animationen (bewegliche Bilder und Darstellungen) im Lernsystem vorhanden? <i>Wenn keine Animationen vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "16. Akustische Gestaltung".</i>		
1	Die Qualität der Animationen ist gut, d. h. klare und gleichmäßige Bewegungsabläufe und verständliche Darstellungen.	j	
2	Durch die Animationen soll der Lerninhalt verdeutlicht werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>	j	
3	Durch die Animationen werden Informationen auf einer bildlichen Ebene vermittelt, wodurch das Verstehen erleichtert und Wichtiges betont wird.	j	
4	Durch Animationen werden Bedienungshinweise gegeben. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>	j	
5	Die Animationen (lenken nicht vom Lerninhalt ab und) sind nach Form, Inhalt, Häufigkeit und Dauer zur Erleichterung und Erklärung der Bedienung des Lernsystems geeignet.	j	
6	Die Animationen sollen die Zielgruppe motivieren oder werden als Rückmeldungen eingesetzt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>	j	
7	Die Animationen (lenken nicht vom Lerninhalt ab und) sind nach Form, Inhalt, Häufigkeit und Dauer der Zielgruppe angemessen, z.B. durch kurze Dauer, damit sie nach mehreren Wiederholungen nicht langweilig werden.	j	
Zsf.	Insgesamt sind die Animationen verständlich, sinnvoll und motivierend.	j	
16. Akustische Gestaltung		j/n	+/-
	Sind akustische Elemente wie Töne oder Sprachausgaben im Lernsystem vorhanden? <i>Wenn keine akustischen Elemente wie Töne oder Sprachausgaben vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "17. Gestaltung des Lerninhalts".</i>		
1	Die Qualität der akustischen Elemente ist gut, z.B. das Klangbild der Töne. Falls Sprachausgaben vorhanden sind, weisen sie einen verständlichen und natürlichen Redefluss, Rhythmus und eine angemessene Geschwindigkeit und Intonation auf.	j	
2	Sprachliche Ausgaben sind vorhanden.	j	
3	Die akustischen Elemente sollen zur Verdeutlichung des Lerninhalts beitragen. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>	j	
4	Durch die akustischen Elemente werden Hinweise gegeben, die die Bildschirmausgabe unterstützen, das Verstehen erleichtern und auf Wichtiges hinweisen.	j	
5	Durch die akustischen Elemente werden Hinweise zur Bedienung des Lernsystems gegeben. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>	j	
6	Durch die akustischen Elemente werden Hinweise gegeben, die die Bedienung erleichtern und auf Wichtiges hinweisen, z.B. dass eine Eingabe zu lang ist.	j	

2	Gibt es Anpassungen, die sich nicht auf die Leistung, sondern auf den Arbeitsstand oder die Bedienung beziehen? <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
3	Diese Anpassungen sind hilfreich, verständlich und sinnvoll.		
4	Die Anpassungen werden nach einer Antwort- oder Lernverlaufsanalyse automatisch durchgeführt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
5	Es ist sinnvoll, dass die Anpassungen automatisch erfolgen. Sie sind überschaubar und verständlich.		
6	Die Anpassungen nach einer Antwort- oder Lernverlaufsanalyse werden empfohlen und können von den Lernenden gewählt oder ignoriert werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
7	Es ist sinnvoll, dass die Lernenden Anpassungen wählen können.		
8	Die Häufigkeit und der Zeitpunkt von Anpassungen sind angemessen, z.B. gibt es ausreichende Verzweigungen nach Übungen oder mehreren falschen Antworten.		
9	Die Leistungskriterien, aufgrund derer Anpassungen erfolgen oder empfohlen werden, sind dem Schwierigkeitsgrad der Übungen und dem Niveau der Zielgruppe angemessen.		
10	Verzweigungen zum Üben und Wiederholen fehlerhaft bearbeiteter Aufgaben sind vorhanden. <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>		
11	Die fehlerhaft bearbeiteten Aufgaben erscheinen in anderer Reihenfolge.		
12	Die Verzweigungen während oder nach einer Übung enthalten leichtere oder schwierigere Aufgaben, die den Kenntnissen und Fähigkeiten der Lernenden entsprechen.		
13	Die Verzweigungen während oder nach einer Übung enthalten anderes, förderndes und wichtiges Lernmaterial. <i>Wird den Lernenden ein bislang unbekannter Lerninhalt vermittelt? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn den Lernenden ein bislang unbekannter Lerninhalt vermittelt wird;</i>		
14	Durch die Anpassungen werden variierte Lern- und Präsentationsformen angeboten, z.B. wird derselbe Inhalt auf andere Weise erklärt oder das Lernen durch zusätzliche Hilfestellungen erleichtert.		
Zsf.	Das Lernsystem ist in sinnvoller Weise adaptiv gestaltet. Es reagiert flexibel und zielgruppengemäß auf unterschiedliche Lernfortschritte, Strategien und Fähigkeiten.		
20. Kommunikation und Kooperation		j/n	+/-
1	Bietet das Lernsystem Kommunikationsmöglichkeiten für die Lernenden, z.B. mit anderen Lernenden oder Lehrenden? <i>Wenn diese Möglichkeit nicht besteht, die nächsten Punkte überspringen.</i>		+
2	Informations- und Kommunikationsangebote sind aufeinander abgestimmt und ineinander integriert.	j	
3	Kommunikationsangebote unterstützen Zusatzfunktionen wie das Versenden von Dateien, Präsentationen und Diskussionen.		-
4	Kommunikationsmöglichkeiten umfassen Angebote für Lernende untereinander sowie zwischen Lernenden und Lehrenden.		+

5	Das Lernsystem integriert Kommunikationsangebote in vielfältiger Weise, z.B. als E-Mail, Mailinglist, Chat.			-
6	Kommunikationsangebote lassen sich für private Kommunikation und für Gruppenkommunikation nutzen.			-
7	Kommunikationsangebote lassen sich - falls nötig - an individuelle Wünsche und Bedürfnisse, z.B. technische Ausstattungen anpassen.			
8	Kommunikationsvorgänge lassen sich protokollieren, um für spätere Bearbeitung und Nutzung zur Verfügung zu stehen.			-
9	Bietet das Lernsystem Möglichkeiten zum kooperativen Lernen? <i>Wenn diese Möglichkeit nicht besteht, die nächsten Punkte überspringen.</i>			-
10	Der Zugriff auf kooperativ bearbeitbare Materialien ist in geeigneter Weise z.B. durch Zugriffsberechtigungen geregelt.			
11	Die Bearbeitung von Materialien ist einfach und ohne technische Kenntnisse möglich.			
12	Teilnehmende an Gruppenarbeit können ihre Rolle in der Gruppe im Laufe der Arbeit verändern, z.B. durch Erweiterung von Zugriffsberechtigungen.			
13	Kooperationsfunktionen lassen sich auf an individuelle Wünsche und Bedürfnisse, z.B. technische Ausstattungen anpassen.			
14	Kooperationsdienste unterstützen die Koordination von Gruppenarbeit, z.B. die Verteilung von Aufgaben und die Einhaltung von Terminen. Kooperationsdienste unterstützen die Entscheidungsfindung bei Gruppenarbeiten.			
15	Bei Veränderungen des Lernmaterials werden alle Betroffenen informiert, Veränderungen werden dokumentiert.			
16	Das Lernsystem stellt sicher, dass kooperativ bearbeitete Informationen stets für alle Lernenden aktuell und konsistent verfügbar sind.			
Zsf.	Das Lernsystem unterstützt kommunikatives und kooperatives Lernen; entsprechende Elemente sind sinnvoll gestaltet und leicht bedienbar.	j		
21. Aufgaben- und Antwortgestaltung		j/n		+/-
	<i>Sind Aufgaben oder Übungen im Lernsystem sinnvoll oder vorhanden? Wenn Aufgaben oder Übungen weder sinnvoll noch vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "22. Leistungsauswertung und Diagnose".</i>			
1	Die Aufgaben und Fragen sind verständlich, eindeutig und klar.			
2	Die Aufgaben und Fragen sind so gestaltet, dass ein mechanisches Antworten umgangen wird, d.h. zu viele Hinweise oder zu einfache Aufgaben und zu ähnliche Antwortmöglichkeiten werden vermieden.			
3	Die Antworteingaben sind verständlich und sinnvoll gestaltet, d. h. verwirrende, ablenkende Antwortformen, schlecht zu erkennende Auswahlmöglichkeiten und Unklarheiten werden vermieden.			
4	Die Übungen und Lernaktivitäten sind abwechslungsreich gestaltet, ohne die Lernenden durch die unterschiedlichen Aufgabenstellungen zu verwirren.			

Enthält das Lernsystem Aufgaben, die schwerpunktmäßig zum Üben und Wiederholen eines Lernstoffs dienen?
 Die nächsten beiden Punkte nur ausfüllen, wenn das Lernsystem Aufgaben enthält, deren Schwerpunkt im Üben und Wiederholen eines Lernstoffs liegt:

5 Zum Üben eines Lernstoffs werden die Aufgaben bei jeder Wiederholung in einer anderen, zufälligen Reihenfolge gestellt.

6 Beim Üben und Wiederholen eines Lernstoffs erscheinen bei jedem Bearbeitungsdurchgang andere Aufgaben, d.h. das Lernsystem enthält für jeden Übungsteil ein 'Aufgabenreservoir', aus dem immer andere Aufgaben gezogen werden.

7 Die Anzahl der möglichen Antwortversuche für die Lösung einer Aufgabe ist ausreichend, z.B. bei erforschendem Lernen sind mehrere Antwortversuche sinnvoll.

8 Der Umfang der Übungen und ihre durchschnittliche Bearbeitungsdauer sind angemessen und können von Lernenden und Lehrenden überschaut werden, d. h. lange Übungen, deren Ende nicht eingeschätzt werden kann, werden vermieden.

9 Sofortiges Antworten ist möglich, ohne vorgegebene Pausen abwarten zu müssen.
 Enthält das Lernsystem Aufgaben oder Übungen mit zeitlichem Bearbeitungslimit?
 Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn Aufgaben oder Übungen mit zeitlichem Bearbeitungslimit vorhanden sind:

10 Die Zeitbegrenzung oder -messung bei Aufgaben oder Übungen ist didaktisch sinnvoll und motivierend.

11 Künstliche und unbegründete Fehlerfallen werden vermieden, z.B. Aufgaben, die seltene oder zu ähnliche Fehlerquellen beinhalten.

12 Die Antwortanalyse ist effektiv und sinnvoll gestaltet, d. h. alle richtigen Antworten werden auch als richtig bewertet, mögliche Alternativantworten werden anerkannt, unerhebliche Fehler werden toleriert oder können nach einem Hinweis korrigiert werden.

13 Es erfolgen rechtzeitig Sperrmaßnahmen oder Hinweise, wenn eine Antworteingabe zu lang ist.

14 Ausreichende und verständliche Hilfestellungen werden bei Beantwortungsproblemen gegeben oder sind abrufbar, d. h. es wird sichergestellt, dass Lernende, die eine Aufgabenstellung nicht verstehen, weiterarbeiten kann und nicht immer wieder die gleiche Aufgabe gestellt bekommt.

15 Rückmeldungen und/oder Verzweigungen nach der Bearbeitung einzelner Aufgaben oder Teile sind, wo sie notwendig sind, vorhanden.

16 Die Rückmeldungen und Leistungsauswertungen nach der Bearbeitung einzelner Aufgaben oder Übungen erfolgen durch schriftliche Kommentare, Angabe von absoluten Zahlen, Prozentangaben, Noten oder Grafiken.

17 Wenn eine falsche Antwort abgegeben wird, bleibt diese stehen und zusätzlich wird die richtige Antwort eingeblendet, damit die Schüler kontrollieren können, was in ihren Eingaben falsch war.

18 Zwingende Wiederholungsschleifen, in denen Aufgaben oder Übungen so lange vorgelegt werden, bis sie richtig beantwortet werden, werden vermieden.

19 Die Rückmeldungen sind in Form und Inhalt für weibliche und männliche Benutzer geeignet und motivierend gestaltet.

20 Rückmeldungen erfolgen sofort nach einer Antwort.
 Wenn "+" eingetragen wurde:

21 Die sofortigen Rückmeldungen sind didaktisch sinnvoll, da z.B. ein neuer oder schwieriger Lerninhalt geübt wird.

22 Rückmeldungen erfolgen verzögert, d. h. erst nach mehreren Antworten.
 Wenn "+" eingetragen wurde:

23 Die verzögerten Rückmeldungen erfolgen spätestens nach 15-20 Minuten.

24 Es erfolgen Rückmeldungen sowohl nach jeder Antwort als auch verzögert nach mehreren Antworten.
 Wenn "+" eingetragen wurde:

25 Das Einbringen von sofortigen und verzögerten Rückmeldungen ist didaktisch sinnvoll und nicht verwirrend.

26 Die Rückmeldungen sind abwechslungsreich gestaltet.

27 Die Rückmeldungen nach richtigen Antworten und Arbeitsschritten sind positiv und verstärkend.

28 Die Rückmeldungen, die zur Motivierung eingesetzt werden, sind angemessen lang, z.B. für Animationen nach einer Antwort maximal 2-3 Sekunden und nach einer Übung ca. 10 Sekunden.

29 Die Rückmeldungen regen zur Nutzung weiterer Hilfsmittel an, z.B. eines Nachschlagewerks.

30 Die Rückmeldungen regen zu weiteren Lernaktivitäten an, z.B. zu nachbereitenden Gruppenarbeiten.

31 Die Rückmeldungen sind bei Bedarf abwählbar.

32 Informierende Rückmeldungen nach falschen Antworten werden (wenigstens manchmal) gegeben und zeigen auf, wo ein Fehler gemacht wurde.

33 Rückmeldungen nach falschen Antworten sind hilfreich und fördernd, d. h. sie benennen (wenigstens manchmal) die Fehlerursache, geben Hinweise, wie die Fehler zu vermeiden sind, und/oder sie motivieren die Lernenden zur Selbstkorrektur.

34 Rückmeldungen nach Fehlern sind ermutigend. Abfällige oder vorwurfsvolle Rückmeldungen werden vermieden, statt dessen werden z.B. die richtigen Elemente in der Antwort aufgezeigt.

35 Die Rückmeldungen bewerten die Antwort und nicht die Person, falsch wäre z.B. 'Du bist schlecht!'

36 Rückmeldungen nach falschen Antworten sind weniger interessant gestaltet als die nach richtigen Antworten, um nicht zu falschen Antworteingaben zu reizen.

Zsf. Insgesamt sind die Aufgabenstellungen, Antwortformen und Lernaktivitäten sinnvoll gestaltet.

22.	Leistungsauswertung und Diagnose	j/n	+/-
	<i>Ist eine Leistungsauswertung am Ende einer Übung oder eine Diagnose sinnvoll oder vorhanden? Wenn eine Leistungsauswertung am Ende einer Übung oder eine Diagnose weder sinnvoll noch vorhanden ist, weiter mit "23. Allgemeine Qualitätsmerkmale".</i>		
1	Die Art und Weise der Leistungsauswertung stimmt mit den Angaben im Lernsystem oder der Beschreibung überein.	j	
2	Der Leistungsstand der Lernenden wird festgestellt durch eine Analyse der Ergebnisse, z.B. durch Vor-, Zwischen- oder Nachtests, Vergleich der Lernergebnisse oder Diagnosen besonderer Lernschwierigkeiten.	j	
3	Die Feststellung und Bewertung der Lernergebnisse ist fachlich und didaktisch sinnvoll, z.B. werden die Schwierigkeitsstufen, der Lernfortschritt oder die richtigen Antworten beim ersten oder zweiten Lösungsversuch angemessen berücksichtigt.	j	
4	Die Feststellung und Bewertung der Lernergebnisse ist statistisch korrekt, z.B. wird die Anzahl der Antworten richtig berechnet.	j	
5	Der Leistungsstand oder der Lernverlauf werden in verständlicher und ermutigender Form mitgeteilt.	j	
6	Die Lernergebnisse sind auf Papier ausdrückbar. <i>Werden Leistungsstand oder Lernverlauf im Lernsystem diagnostiziert? Die nächsten zwei Punkte nur ausfüllen, wenn der Leistungsstand oder Lernverlauf diagnostiziert werden:</i>		
7	Der Leistungsstand oder Lernverlauf der Lernenden wird diagnostiziert, z.B. nach Fehlerhäufigkeit, -art oder Lernstrategie.		j
8	Die Diagnosen sind fachlich, didaktisch und statistisch sinnvoll und richtig.	j	
Zsf.	Insgesamt sind die Leistungsauswertungen oder Diagnosen fachlich und pädagogisch sinnvoll, statistisch richtig und können ausgedrückt werden.	j	
23.	Allgemeine Qualitätsmerkmale	j/n	+/-
1	Der gesamte Inhalt des Lernsystems ist frei von engen geschlechtsspezifischen Rollenbildern und Vorurteilen gegenüber gesellschaftlichen Gruppen.	j	
2	Die beinhalteten Normen und Werte (auch die indirekten) sind akzeptabel, frei von Gewalt oder starkem Konkurrenzdenken.	j	
3	Die Dialogformen, der sprachliche Ausdruck und der Stil der Ansprache innerhalb der Software sind korrekt und motivierend. Außerdem wird in den Anweisungen des Programms die Verwendung der 1. Person Singular (Ichform) vermieden.	j	
4	Rechtschreibung, Grammatik und Zeichensetzung sind innerhalb der gesamten Software und im Begleitmaterial korrekt.	j	
Zsf.	Insgesamt ist das Lernsystem frei von negativen Stereotypen, Vorurteilen, Normen und Werten. Der Dialogstil, die Rechtschreibung, Grammatik und Zeichensetzung sind richtig und angemessen.	j	

GESAMTBEWERTUNGSTABELLE UND KURZE PRÜFLISTE		j/n
I. Kennzeichnung des Lernsystems: siehe vorne		
II. Beurteilung des Lieferumfangs		
1. Zsf. Leistungen des Verlags Die Leistungen des Verlags sind angemessen, z.B. durch übersichtliches und verständliches Begleitmaterial und gute Verpackung (j/n).		j
III. Beurteilung der Systembeschreibung		
2. Zsf. Angaben über die Hard- und Software Die Angaben über die erforderliche Hard- und Software (Geräte und Programme) sind vollständig, genau und verständlich (j/n).		j
3. Zsf. Angaben über die Systembenutzung Die Bedienung und Benutzung des Lernsystems werden vollständig, richtig und verständlich erklärt (j/n).		j
4. Zsf. Angaben über Zielgruppe und Lernziele Die Angaben über Zielgruppe und Lernziele sind genau, richtig und vollständig (j/n).		j
5. Zsf. Angaben über den Einsatzbereich Die Einsatzbereiche und Bearbeitungsformen werden vollständig und verständlich beschrieben (j/n).		n
6. Zsf. Angaben über den Inhalt Die Lerninhalte und ihre Vermittlung werden vollständig, verständlich und richtig beschrieben (j/n).		n
IV. Beurteilung der Bedienung		
7. Zsf. Bedienbarkeit Das Lernsystem arbeitet zuverlässig, fehlerfrei und schnell; die Bedienung ist den Aufgaben angemessen und leicht erlernbar (j/n).		j
8. Zsf. Adaptierbarkeit der Bedienung Das Lernsystem ist flexibel gestaltet und eröffnet vielseitige Auswahl- und Anpassungsmöglichkeiten (j/n).		j
9. Zsf. Datenspeicherung Die Möglichkeiten des Lernsystems zur Datenspeicherung sind den Aufgaben angemessen und einfach und komfortabel durchführbar (j/n).		j
10. Zsf. Eingabegestaltung Die Eingabegestaltung ist komfortabel und sinnvoll (j/n).		j

V. Beurteilung der medialen Gestaltung

11. Zsf. Bildschirmaufbau Der Bildschirmaufbau ist übersichtlich und verständlich (j/n).	j
12. Zsf. Textgestaltung Die Textgestaltung ist sinnvoll, übersichtlich und gut lesbar (j/n).	j
13. Zsf. Grafikgestaltung Die Grafiken sind verständlich, sinnvoll und motivierend eingesetzt (j/n).	j
14. Zsf. Farbgestaltung Die Farben sind effektiv, sinnvoll und motivierend eingesetzt (j/n).	j
15. Zsf. Animationen Die Animationen sind verständlich, sinnvoll und motivierend (j/n).	j
16. Zsf. Akustische Gestaltung Die akustischen Elemente sind sinnvoll, verständlich und motivierend (j/n).	j

VI. Beurteilung des Lerninhalts

17. Zsf. Gestaltung des Lerninhalts Der Lerninhalt ist sachlich richtig und methodisch-didaktisch sinnvoll ausgewählt und dargestellt (j/n).	j
18. Zsf. Adaptierbarkeit des Lerninhalts Die Möglichkeiten, den Inhalt des Lernsystems zu verändern, sind ausreichend und komfortabel (j/n).	j
19. Zsf. Adaptivität des Lernsystems Das Lernsystem ist in sinnvoller Weise adaptiv gestaltet. Es reagiert flexibel und zielgruppengemäß auf unterschiedliche Lernfortschritte, Strategien und Fähigkeiten (j/n).	j
20. Zsf. Kommunikation und Kooperation Das Lernsystem unterstützt kommunikatives und kooperatives Lernen; entsprechende Elemente sind sinnvoll gestaltet und leicht bedienbar (j/n).	j
21. Zsf. Aufgaben- und Antwortgestaltung Die Aufgabenstellungen, Antwortformen und Lernaktivitäten sind sinnvoll gestaltet (j/n).	j
22. Zsf. Leistungsauswertung und Diagnose Die Leistungsauswertungen oder Diagnosen sind fachlich und pädagogisch sinnvoll, statistisch richtig und können ausgedrückt werden (j/n).	j
23. Zsf. Allgemeine Qualitätsmerkmale Das Lernsystem ist frei von negativen Stereotypen, Vorurteilen, Normen und Werten. Der Dialogstil, die Rechtschreibung, Grammatik und Zeichensetzung sind richtig und angemessen (j/n).	j

GESAMTBEWERTUNG DES LERNSYSTEMS

Beschreibung der besonderen Stärken des Lernsystems:
Die Website vermittelt praxisbezogene Lerninhalte auf Grundlage der von Studierenden durchgeführten Fallbeispieluntersuchungen. Manche Gebäude werden in mehreren Untersuchungen bearbeitet und können so aus verschiedenen Blickwinkel betrachtet werden.

Bewertung in Zahlen:	abs.	in %
Anzahl relevanter Abschnitte, deren notwendige Kriterien erfüllt sind (max. 23):	14	61 %
Anzahl relevanter notwendiger Kriterien (j/n), die erfüllt sind (max. 182):	74	41 %
Anzahl relevanter wünschenswerter Kriterien (+/-), die erfüllt sind (max. 71):	18	25 %

Wenn notwendige Kriterien in relevanten Abschnitten nicht erfüllt sind:
 Die Qualität des Lernsystems ist in diesem(n) Bereich(en) mangelhaft:
5. Die Einsatzbereiche und Bearbeitungsformen werden nicht vollständig und verständlich beschrieben.
6. Die Lerninhalte und ihre Vermittlung werden nicht vollständig, verständlich und richtig beschrieben.

Weitere Kommentare, Bedenken, Veränderungsvorschläge:
Für ein lehrbegleitendes System wäre notwendig, die Lerninhalte, die unter anderem in den einzelnen Fallbeispielen untersucht werden, deutlicher kenntlich zu machen - z.B. als Übersicht über Themen energie-effizienter Architektur und zugeordneter Gebäudebeispiele, ergänzt durch Angaben zu durchschnittlichen Bearbeitungszeiten.
Die Website sollte interaktive Elemente integrieren (z.B. steuerbare Animationen, Berechnungswerkzeuge etc.), um den Lernenden Möglichkeiten zum eigenen Handeln zu geben.
Die Kommunikationsangebote der Website sollten gestärkt werden, um z.B. auch Diskussionen über Fallbeispiele zu unterstützen.
Die Website sollte Möglichkeiten zum kooperativen Bearbeiten von Dokumenten bieten, so dass die Fallbeispiele auch im Netz bearbeitet werden können.

C.6 University of Southern California: Master of Building Science Program

KENNZEICHNUNG DES LERNSYSTEMS

Name des Lernsystems:	Master of building science program November 2000
Auflage/Version, Datum:	
Entwicklung des Lernsystems (Autor/Autorin):	University of Southern California
Bezugsquelle für das Lernsystem (Verlag):	http://www.usc.edu/dept/architecture/mbs/
Preis des Lernsystems (mit allen benötigten Materialien): Das Lernsystem ist Teil eines Pakets (z.B. mehrere zusammengehörige Programme) mit dem Namen:	- -
Anzahl und Art der Datenträger, bzw. Zugriffsmöglichkeit auf das Lernsystem (z.B. CD-ROM, Disketten, WWW):	WWW
Benötigte Rechnerausstattung: Benötigtes Betriebssystem: Speicherplatzanforderungen (Arbeitsspeicher, Festplatte): Grafikanforderungen (z.B. Bildschirmauflösung, Farbe): Sonstige Systemanforderungen:	- Browser - - zus. Anforderungen für einzelne Bereiche
Zielgruppe(n) des Lernsystems:	Studierende der Architektur, interessierte Fachleute
Lerninhalt(e) des Lernsystems:	Gestaltung umweltfreundlicher Architektur mit computergestützten Berechnungswerkzeugen
Typische Lehr-/Lernumgebung für den Einsatz des Lernsystems:	Unidirektionales vernetztes System / Kooperatives vernetztes System
Klassifizierung des Lernsystems nach Lernparadigma: Interaktionspotenzial des Lernsystems:	konstruktivistisch groß
Name der Beurteilerin/des Beurteilers: Organisation: Straße / PF: PLZ, Ort:	Stephan Benkert Universität-GH Siegen 57068 Siegen
Datum der Beurteilung:	05.02.2001

1.	Leistungen des Verlags	j/n	+/-
1	Begleitmaterial zum Lernsystem ist vorhanden. <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>	j	
2	Gemeinsames Begleitmaterial für Lernende und Lehrende ist vorhanden.		+
3	Spezielle Informationen für Lehrende sind vorhanden, z.B. in einem separaten Heft oder als Teil im Begleitmaterial.		-
4	Spezielle Informationen für Lernende sind im Begleitmaterial vorhanden.		+
5	Zusätzliches Arbeits- und Lernmaterial ist vorhanden, z.B. weitere Unterlagen.		-
6	Angaben über bereits durchgeführte Bewertungen des Lernsystems oder Informationen über Veröffentlichungen etc. sind vorhanden.		+
7	Das Begleitmaterial ist für Lernende und Lehrende verständlich und motivierend gestaltet.	j	
8	Das Begleitmaterial ist übersichtlich und hilfreich und enthält (wenn es umfangreich ist) ein Inhaltsverzeichnis.	j	
9	Zusätzlich ist ein Stichwortverzeichnis im Begleitmaterial enthalten.		-
10	Weitere Materialien, z.B. nachbestellte Datenträger, Begleithefte oder später erscheinende Neuauflagen, werden zu einem ermäßigten Preis angeboten. Auf diese Möglichkeiten wird hingewiesen.		
11	Die Möglichkeiten wird angeboten, das Lernsystem vor dem Kauf durch Demonstrations- oder Probeexemplare kennenzulernen.		
12	Der Preis für Lernende ist angemessen und - falls nötig - reduziert.		+
13	Das Anfertigen von Sicherheitskopien (Backups) ist erlaubt, oder sie werden mitgeliefert. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
14	Backups in unbegrenzter Anzahl dürfen angefertigt werden.		
15	Der Verlag räumt Umtausch-, Rückgaberecht und Garantiefrieten ein, die über die gesetzlich vorgeschriebenen Bestimmungen hinausgehen. Auf diese Möglichkeit wird im Begleitmaterial oder auf der Verpackung hingewiesen.		
16	Die Verpackung ist stabil und gewährleistet eine sichere Aufbewahrung und einfache Entnahme der Datenträger ohne Beschädigungsgefahr. <i>Sollen umfangreiche Pakete beurteilt werden?</i> <i>Die nächsten Punkte bis 22 nur ausfüllen, wenn umfangreiche Pakete beurteilt werden sollen:</i>		
17	Falls Installationshilfe notwendig ist, wird sie angeboten? <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>		
18	Kosten für die Installationshilfe sind angemessen.		
19	Falls Training für die Lehrenden notwendig ist, wird es angeboten? <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>		
20	Kosten für das Training sind angemessen.		
21	Falls Beratung/Wartung notwendig ist, wird sie angeboten? <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>		
22	Kosten für die Beratung/Wartung sind angemessen.		
	<i>In folgende zusammenfassende Abschnittsbewertung sollte nur ein "j" eingetragen werden, wenn kein Kriterium im gesamten Abschnitt 1. mit "n" markiert wurde. Dies gilt für alle weiteren Abschnittsbewertungen.</i>		
Zsf.	Insgesamt sind die Leistungen des Verlags angemessen (z.B. übersichtliches, verständliches Begleitmaterial, gute Verpackung).	j	

2.	Angaben über die Hard- und Software	j/n	+/-
1	Die erforderliche Hardware (Geräteausstattung) wird genau und richtig im Begleitmaterial und/oder auf der Verpackung angegeben.	j	
2	Falls ein besonderes Betriebssystem vorhanden sein muss, wird dieses genannt?	j	
3	Falls eine besondere Arbeitsumgebung erforderlich ist, wird diese angegeben?	j	
4	Falls sonstige Software zur Benutzung notwendig ist, wird sie angegeben?	j	
Zsf.	Insgesamt sind die Angaben über die erforderliche Hard- und Software vollständig, genau und verständlich.	j	
3.	Angaben über die Systembenutzung	j/n	+/-
1	Die Bedienungsanleitung im Begleitmaterial ist übersichtlich und logisch strukturiert.	j	
2	Das Vorgehen beim Laden, Bearbeiten und Beenden des Lernsystems wird - auch für Computerunkundige - verständlich und richtig erklärt.	j	
3	Alle vorhandenen Arbeitsfunktionen des Lernsystems werden vollständig, richtig und eindeutig beschrieben.	j	
4	Alle Begriffe werden innerhalb der Beschreibungen einheitlich verwendet.	j	
	<i>Können eigene Inhalte oder Übungen in das Lernsystem eingefügt werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn eigene Inhalte oder Übungen eingefügt werden können;</i>		
5	Die Veränderungsmöglichkeiten des Lernsystems, z.B. die Eingabe eigener Inhalte, werden vollständig, richtig und verständlich angegeben. <i>Müssen Begrenzungen von Datenmengen beachtet werden oder sind eingeschränkte Nutzungsmöglichkeiten vorhanden, z.B. maximale Seitenzahl bei Textverarbeitung oder Höchstparameter bei Simulationen?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn Begrenzungen von Datenmengen beachtet werden müssen oder eingeschränkte Nutzungsmöglichkeiten vorhanden sind, z.B. maximale Seitenzahl bei Textverarbeitung oder Höchstparameter bei Simulationen:</i>	j	
6	Wichtige Grenzwerte für die Benutzung des Lernsystems sind angegeben. <i>Sollen ganze Pakete bewertet werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn ganze Pakete bewertet werden:</i>		
7	Bei Paketen wird die Reihenfolge und die Benutzung der verschiedenen Komponenten vollständig angegeben und erklärt.	j	
Zsf.	Insgesamt werden die Bedienung und Benutzung des Lernsystems vollständig, richtig und verständlich erklärt.	j	

4. Angaben über Zielgruppe und Lernziele		j/n	+/-
1	Alter oder Kenntnisstand der Zielgruppe, die mit dem Lernsystem arbeiten soll, werden angegeben. <i>Sind besondere Vorkenntnisse oder Fähigkeiten der Zielgruppe, z.B. Maschineschreiben, Programmieren oder Kenntnisse über den Lernerhalt als Benutzungsvoraussetzung unbedingt notwendig?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn besondere Vorkenntnisse oder Fähigkeiten der Zielgruppe, z.B. Maschineschreiben, Programmieren oder Kenntnisse über den Lernerhalt als Benutzungsvoraussetzung unbedingt notwendig sind:</i>	j	
2	Notwendige Vorkenntnisse und Fähigkeiten der Zielgruppe werden vollständig und richtig angegeben. <i>Können mehrere Lernende gleichzeitig mit dem Lernsystem arbeiten?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn mehrere Lernende gleichzeitig mit dem Lernsystem arbeiten können:</i>		
3	Die Anzahl der Benutzer, die gleichzeitig mit dem Lernsystem arbeiten können, wird angegeben, z.B. Paare, kleine Gruppen oder beliebig viele Personen.		
4	Die Lernziele werden beschrieben. <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>	j	
5	Die Lernziele werden ausführlich beschrieben und angegeben.		+
6	Der Zusammenhang zwischen Zielen, Inhalten und Methoden wird angegeben.	j	
7	Die Lernziele werden auch für die Lernenden beschrieben und begründet.		+
Zsf.	Insgesamt sind die Angaben über Zielgruppe und Lernziele genau, richtig und vollständig.	j	
5. Angaben über den Einsatzbereich		j/n	+/-
1	Der Einsatzbereich für das Lernsystem wird angegeben und geeignete Bearbeitungsformen werden beschrieben. <i>Wird das Lernsystem speziell als lehrbegleitend empfohlen?</i> <i>Die nächsten zwei Punkte nur ausfüllen, wenn das Lernsystem speziell als lehrbegleitend empfohlen wird:</i>	j	
2	Die Integration des Lernsystems in die Lehre und die Organisation der Lernformen werden beschrieben.	j	
3	Die durchschnittlich notwendige Zeit für die Bearbeitung des Lernsystems oder einzelner Übungen wird angegeben.	j	
4	Die Benutzung anderer Lernmaterialien wird beschrieben und weiterführende Lernaktivitäten werden empfohlen.		+
5	Falls besondere Vorkenntnisse der Lehrenden für den Einsatz des Lernsystems, z.B. Programmierkenntnisse, erforderlich sind, werden sie angegeben?		
6	Falls besondere Vorbereitungen oder Vorbereitungszeiten für Lernende oder Lehrende notwendig sind, werden sie richtig angegeben?		
Zsf.	Insgesamt werden die Einsatzbereiche und Bearbeitungsformen vollständig und verständlich beschrieben.	j	

6. Angaben über den Inhalt		j/n	+/-
1	Der (Lern-) Inhalt, seine Wichtigkeit, Auswahl und Vermittlung werden beschrieben.	j	
2	Der Lerninhalt wird möglichst vollständig angegeben, z.B. als Liste mit den wichtigsten Übungsinhalten.		+
3	Alle Inhalts- und Förderungsschwerpunkte des Lernsystems werden angegeben und entsprechen dem tatsächlichen Inhalt des Lernsystems.	j	
4	Die Aufgabenstellungen und Lernaktivitäten werden (mit Beispielen) beschrieben. <i>Soll das Lernsystem vor allem lehrbegleitend eingesetzt werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn ein Lernsystem beurteilt wird, das vor allem lehrbegleitend eingesetzt werden soll:</i>	j	
5	Eine Angabe ist vorhanden, inwieweit der Inhalt des Lernsystems mit Lehrplänen oder anderen Lernmaterialien übereinstimmt oder vereinbar ist.	j	
Zsf.	Insgesamt werden die Lerninhalte und ihre Vermittlung vollständig, verständlich und richtig beschrieben.	j	
7. Bedienbarkeit		j/n	+/-
1	Das Lernsystem ist sinnvoll, klar und logisch strukturiert, z.B. durch ein Inhaltsmenü.	j	
2	Im Inhaltsmenü oder in den Lerninhalten werden bereits bearbeitete Teile oder Übungen markiert.		+
3	Die Benutzer können das Lernsystem überblicken, z.B. an welcher Stelle sie sich befinden, wie umfangreich eine Übung ist oder wie sie in andere Teile wechseln können.	j	
4	Bei einem vorzeitigen Beenden können der momentane Arbeitsstand oder die Lernergebnisse zwischengespeichert oder markiert werden, z.B. mit einem 'elektronischen Lesezeichen'.		-
5	Das Lernsystem ist einfach zu starten und zu beenden. <i>Kann das Lernsystem nach den Angaben des Verlags von den Lernenden selbstständig bearbeitet werden?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn das Lernsystem nach den Angaben des Verlags von den Lernenden selbstständig bearbeitet werden kann:</i>	j	
6	Das Lernsystem ist (nach einer Einführung) selbstständig von den Lernenden zu bearbeiten.	j	
7	Das Lernsystem erklärt seine Benutzung weitgehend selbst, da konkrete Bedienungsanleitungen auf dem Bildschirm erfolgen, z.B. durch den Hinweis 'Tippe eine Zahl ein'. <i>Werden am Anfang Benutzungshinweise auf dem Bildschirm gegeben?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn am Anfang Benutzungshinweise auf dem Bildschirm gegeben werden:</i>		
8	Die Benutzungshinweise, die am Anfang gegeben werden, sind klar und verständlich. Sie können auch übersprungen werden, z.B. bei einer Wiederholung, wenn sie sehr umfangreich sind.		
9	Der Befehlsumfang für die Benutzung ist klar, überschaubar und einfach.	j	
10	Befehle, Begriffe und Symbole für gleiche Sachverhalte und Bedienungsfunktionen werden einheitlich verwendet.	j	

11	Um zu gewährleisten, dass die Lernenden bei Bedienungsproblemen weiterarbeiten können, sind Hinweise über einen Hilfebefehl oder eine Hilfetaste aufrufbar oder erfolgen automatisch auf dem Bildschirm.		
12	Wenn Fehlermeldungen nach falschen Befehlseingaben gegeben werden, erfolgen sie sofort, sind verständlich und hilfreich, z.B. weisen sie auf den Fehler hin und bieten Korrekturmöglichkeiten an.		
13	Nicht benötigte Tasten sind zur Vermeidung von Eingabefehlern gesperrt, z.B. ist dies sinnvoll bei Menüauswahlen oder Antworteingaben, für die nur Zahlen zulässig sind.		
14	Eingaben zur Steuerung können abgekürzt werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
15	Die Eingabeabkürzungen sind einfach und gut merkbar.		
16	Wenn unerhebliche Eingabefehler bei den Steuerungsbefehlen möglich sind, werden sie toleriert, z.B. zwei Leerzeichen zwischen zwei Wörtern oder die Eingabe 'ja' oder 'j' statt 'Ja'.		
17	Das Lernsystem arbeitet fehlerfrei, zuverlässig und kontrollierbar, auch bei falschen Befehls- oder Antworteingaben.	j	
18	Das Lernsystem reagiert robust und informierend auf Bedienungsfehler, z.B. wird ein Hinweis gegeben, wenn keine Diskette im Laufwerk ist.		
19	Sämtliche Funktionen, die im Lernsystem oder der Beschreibung angegeben werden, sind vorhanden und arbeiten fehlerfrei und erwartungskonform.	j	
20	Das Lernsystem wird schnell gestartet, d. h. das Starten sollte nicht länger als 90 Sekunden dauern.	j	
21	Das Laden einzelner Teile geht schnell, z.B. bei Disketten unter 30 Sekunden.	j	
22	Der Aufbau der Bildschirmseite wird schnell durchgeführt. <i>Die nächsten drei Punkte nur ausfüllen, wenn die betreffenden Bereiche im Lernsystem enthalten sind:</i>	j	
23	Falls im Lernsystem enthalten: Die Arbeitsergebnisse und Leistungen werden schnell berechnet.		
24	Falls im Lernsystem enthalten: Arbeitsergebnisse und Leistungen werden schnell gespeichert.		
25	Falls im Lernsystem enthalten: Grafiken oder Animationen werden schnell erstellt.	j	
26	Längere Wartezeiten werden auf dem Bildschirm begründet, z.B. erfolgt ein Hinweis, dass gerade geladen wird.		
Zsf.	Insgesamt arbeitet das Lernsystem zuverlässig, fehlerfrei und schnell; die Bedienung ist den Aufgaben angemessen und leicht erlernbar.	j	

8.	Adaptierbarkeit der Bedienung		j/n	+/-
1	Den Lernenden werden Kontroll- und Auswahlmöglichkeiten gegeben, das Lernsystem nach eigenen Wünschen und Interessen zu bearbeiten, z.B. können sie die Inhaltsteile, Aufgabenmenge, Schwierigkeitsstufe oder Hilfen auswählen oder die Schnelligkeit der Bearbeitung bestimmen.		j	
2	Klare Angaben über den zulässigen Wahlbereich bei Auswahlen sind vorhanden, z.B. Angabe der wählbaren Aufgabenzahl von 1-20.			
3	Alle zulässigen Wahlbereiche sind ausreichend groß.			
4	Die vorhandenen Auswahlmöglichkeiten sind ausreichend und sinnvoll eingesetzt.		j	
Zsf.	Insgesamt ist das Lernsystem flexibel gestaltet und eröffnet vielseitige Auswahl- und Anpassungsmöglichkeiten.		j	
9.	Datenspeicherung		j/n	+/-
1	Einzelne Teile des Inhalts, Arbeitsschritte oder Arbeitsergebnisse sind mit einem Drucker auf Papier ausdrückbar.		j	
2	Einzelne Teile des Inhalts, Arbeitsschritte oder Arbeitsergebnisse lassen sich über die Zwischenablage in andere Anwendungen kopieren. <i>Sind Möglichkeiten zum Speichern von Arbeitsergebnissen aus dem Lernsystem sinnvoll oder vorhanden?</i> <i>Wenn Möglichkeiten zum Speichern von Arbeitsergebnissen aus dem Lernsystem weder sinnvoll noch vorhanden sind, die nächsten Punkte überspringen.</i>			+
3	Können Arbeitsergebnisse gespeichert werden?		j	
4	Alle Speicherungsmöglichkeiten, die angegeben werden, sind vorhanden.		j	
5	Das Speichern der Arbeitsergebnisse ist einfach und schnell durchführbar.		j	
6	Arbeitsergebnisse lassen sich kompatibel zu anderen Programmen und Betriebssystemen speichern.			+
7	Verschiedene Arbeitsergebnisse können gespeichert werden, z.B. Ergebnisse, Lernstrategien, Leistungsfortschritte oder Diagnosen einzelner Lernender oder ganzer Lerngruppen.			-
8	Die Ergebnisse sind zu bereits früher gespeicherten Ergebnissen hinzufügbare. <i>Sind Möglichkeiten zum Laden von Eingabedaten in das Lernsystem sinnvoll oder vorhanden?</i> <i>Wenn Möglichkeiten zum Laden von Eingabedaten in das Lernsystem weder sinnvoll noch vorhanden sind, die nächsten Punkte überspringen.</i>			+
9	Können Eingabedaten geladen werden?		j	
10	Alle Lademöglichkeiten, die angegeben werden, sind vorhanden.		j	
11	Das Laden von Eingabedaten ist einfach und schnell durchführbar.		j	
12	Daten lassen sich aus anderen Programmen und Betriebssystemen laden.			+
13	Daten lassen sich zu bereits vorhandenen Eingaben hinzufügen.			+

14	Wenn Daten vom Lernsystem gespeichert oder weitergegeben werden, werden die Lernenden informiert; alle Daten werden ausschließlich für Aufgaben des Lernsystems verwendet und sind vor unbefugtem Zugriff geschützt.	j	
Zsf.	Insgesamt sind die Möglichkeiten der Datenspeicherung den Aufgaben des Lernsystems angemessen und einfach und komfortabel durchführbar.	j	
10. Eingabegestaltung		j/n	+/-
	<i>Wird die Tastatur als Eingabegerät genutzt? Wenn andere Eingabegeräte als die Tastatur benutzt werden, weiter mit Punkt 10.7. Müssen oder sollen bei der Arbeit mit dem Lernsystem Sonderzeichen eingegeben werden (z.B. Umlaute oder Formelzeichen)? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn bei der Arbeit mit dem Lernsystem Sonderzeichen eingegeben werden müssen oder sollen:</i>		
1	Eine Tastatur mit Sonderzeichen wird verwendet oder zumindest simuliert, so dass Sonderzeichen eingetippt werden können und auf dem Bildschirm erscheinen. <i>Wird eine Tastatur mit Sonderzeichen nur simuliert? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn eine Tastatur mit Sonderzeichen nur simuliert wird:</i>	j	
2	Die Benutzer können Sonderzeichen einfach und ohne mehrfache Tastenbedienung eintippen. Sie erhalten z.B. immer direkte Hinweise auf dem Bildschirm und nicht nur im Begleitmaterial.	j	
3	Die Tastaturbedienung ist einfach, z.B. bei der Steuerung des Cursors. <i>Werden Funktionstasten oder andere Tasten mit besonderen Funktionen benutzt? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn Funktionstasten oder andere Tasten mit besonderen Funktionen benutzt werden.</i>	j	
4	Der Sinn und die Benutzung der Funktionstasten, werden auf dem Bildschirm oder im Begleitmaterial erklärt.	j	
5	Tippfehler können vor Ausführen einer Eingabe korrigiert werden.	j	
6	Die Menge der geforderten Eingaben ist den Fähigkeiten der Zielgruppe angemessen, d. h. für jüngere Schüler weniger Tastaturbenutzung (außer bei Textverarbeitungsprogrammen).	j	
7	Andere Eingabegeräte als die Tastatur können benutzt werden, um die Schwierigkeit des Eintippens zu umgehen, z.B. Maus oder Joystick. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
8	Die Eingabemöglichkeiten sind sinnvoll.	j	
9	Die Eingabe ist übersichtlich und einfach durchführbar.	j	
Zsf.	Insgesamt ist die Eingabegestaltung komfortabel und sinnvoll.	j	

11. Bildschirmaufbau		j/n	+/-
1	Die technische Qualität der Bildschirmgestaltung ist gut, z.B. klare Auflösung, gleichmäßige Leuchtdichte, gute Kontraste.	j	
2	Die Menge der Informationen, die auf den Bildschirmseiten erscheinen, ist angemessen, eine Überfrachtung wird vermieden.	j	
3	Die gezeigten Informationen oder Texte sind über die ganze Bildschirmseite ausgewogen verteilt.	j	
4	Der Bildschirm ist in Abschnitte gegliedert, die verschiedene Informationen beinhalten, z.B. kann der mittlere Abschnitt für die Schülereingaben und der untere Rand immer für Hilfsinformationen vorgesehen sein.		+
5	Die Reihenfolge der Informationen auf dem Bildschirm ist sinnvoll und entspricht dem Lese- und Handlungsablauf.	j	
6	Zusammengehörende Informationen stehen immer beieinander.	j	
7	Der Inhalt wird im allgemeinen auf die Bildschirmseiten geblättert und nicht ohne Unterbrechung als Bandwurm gescrollt.	j	
8	Jede Seite schließt mit einer vollständigen Information oder einem ganzen Satz ab, d. h. fliegende Texte über das Seitenende werden vermieden - außer bei Textverarbeitungsprogrammen.	j	
9	Alle wichtigen Informationen bleiben lange genug auf dem Bildschirm stehen, dass man sie lesen, erkennen und verstehen kann.	j	
Zsf.	Insgesamt ist der Bildschirmaufbau übersichtlich und verständlich.	j	
12. Textgestaltung		j/n	+/-
1	Die Textgestaltung erleichtert das Lesen auf dem Bildschirm, z.B. werden lange Texte mit einzeiligem Abstand vermieden.	j	
2	Die Textgestaltung betont wichtige Informationen durch Hervorhebungen, z.B. durch Unterstreichungen, andere Proportionen oder Farben.	j	
3	Alle Buchstaben und Sonderzeichen erscheinen in üblicher Form auf dem Bildschirm.	j	
4	Der Zeichensatz ist in seiner Form und Größe geeignet und gut lesbar, vor allem unter Berücksichtigung der Darstellung am Bildschirm.	j	
Zsf.	Insgesamt ist die Textgestaltung sinnvoll, übersichtlich und gut lesbar.	j	
13. Grafikgestaltung		j/n	+/-
	Sind Grafiken (unbewegliche Bilder oder Darstellungen) im Lernsystem vorhanden? <i>Wenn keine Grafiken vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "14. Farbgestaltung".</i>		
1	Die Qualität der Grafiken ist gut, d. h. klare Linien, Formen, Kontraste und verständliche Darstellungen.	j	
2	Durch die Grafiken soll der Lerninhalt verdeutlicht werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
3	Die Grafiken sind mehr als nur ein Zusatz oder einfacher Wordersatz. Durch sie wird Wichtiges betont und das Verstehen erleichtert, z.B. durch grafische Hinweise auf besondere Details.	j	

4	Durch die Grafiken soll die Bedienung des Lernsystems erleichtert und erklärt werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
5	Die Grafiken sind nach Form, Inhalt und Häufigkeit zur Erleichterung und Erklärung der Bedienung des Lernsystems geeignet.	j	
6	Die Grafiken sollen zur Motivierung der Zielgruppe beitragen. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
7	Die Grafiken sind nach Form, Inhalt und Häufigkeit zur Motivierung der Zielgruppe geeignet.	j	
Zsf.	Insgesamt sind die Grafiken verständlich, sinnvoll und motivierend eingesetzt.	j	
14. Farbgestaltung		j/n	+/-
	Ist die Bildschirmgestaltung mehrfarbig? <i>Wenn keine mehrfarbige Bildschirmgestaltung vorhanden ist, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "15. Animationen".</i>		
1	Die Qualität der Farben ist gut, z.B. durch klare Kontraste.	j	
2	Wichtige Informationen durch mehrfarbige Hinweise sind so gestaltet, dass sie z.B. auch für Farbblinde durch eine andere Form oder einen anderen Grauwert erkannt werden können.	j	
3	Durch die Farbgestaltung soll der Lerninhalt verdeutlicht werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
4	Durch die mehrfarbige Gestaltung werden Informationen auf anderer Ebene vermittelt, das Verstehen erleichtert oder Wichtiges betont, z.B. durch farbliche Hinweise auf besondere Zusammenhänge.	j	
5	Die Farben zur Verdeutlichung des Lerninhalts werden einheitlich eingesetzt.	j	
6	Durch farbliche Hinweise wird die Bedienung des Lernsystems erleichtert und erklärt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		-
7	Die Farbgestaltung trägt sinnvoll zur Erleichterung und Erklärung der Bedienung des Lernsystems bei.		
8	Die Farben zur Verdeutlichung der Bedienung werden einheitlich eingesetzt.		
9	Die Farben werden zur Motivierung der Zielgruppe eingesetzt, z.B. bei der Rückmeldung. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		-
10	Die Farben werden sinnvoll zur Motivierung der Zielgruppe eingesetzt.		
Zsf.	Insgesamt sind die Farben effektiv, sinnvoll und motivierend eingesetzt.	j	

15. Animationen		j/n	+/-
	Sind Animationen (bewegliche Bilder und Darstellungen) im Lernsystem vorhanden? <i>Wenn keine Animationen vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "16. Akustische Gestaltung".</i>		
1	Die Qualität der Animationen ist gut, d. h. klare und gleichmäßige Bewegungsabläufe und verständliche Darstellungen.	j	
2	Durch die Animationen soll der Lerninhalt verdeutlicht werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
3	Durch die Animationen werden Informationen auf einer bildlichen Ebene vermittelt, wodurch das Verstehen erleichtert und Wichtiges betont wird.	j	
4	Durch Animationen werden Bedienungshinweise gegeben. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
5	Die Animationen (lenken nicht vom Lerninhalt ab und) sind nach Form, Inhalt, Häufigkeit und Dauer zur Erleichterung und Erklärung der Bedienung des Lernsystems geeignet.	j	
6	Die Animationen sollen die Zielgruppe motivieren oder werden als Rückmeldungen eingesetzt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		+
7	Die Animationen (lenken nicht vom Lerninhalt ab und) sind nach Form, Inhalt, Häufigkeit und Dauer der Zielgruppe angemessen, z.B. durch kurze Dauer, damit sie nach mehreren Wiederholungen nicht langweilig werden.	j	
Zsf.	Insgesamt sind die Animationen verständlich, sinnvoll und motivierend.	j	
16. Akustische Gestaltung		j/n	+/-
	Sind akustische Elemente wie Töne oder Sprachausgaben im Lernsystem vorhanden? <i>Wenn keine akustischen Elemente wie Töne oder Sprachausgaben vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "17. Gestaltung des Lerninhalts".</i>		
1	Die Qualität der akustischen Elemente ist gut, z.B. das Klangbild der Töne. Falls Sprachausgaben vorhanden sind, weisen sie einen verständlichen und natürlichen Redefluss, Rhythmus und eine angemessene Geschwindigkeit und Intonation auf.		
2	Sprachliche Ausgaben sind vorhanden.		
3	Die akustischen Elemente sollen zur Verdeutlichung des Lerninhalts beitragen. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
4	Durch die akustischen Elemente werden Hinweise gegeben, die die Bildschirmausgabe unterstützen, das Verstehen erleichtern und auf Wichtiges hinweisen.		
5	Durch die akustischen Elemente werden Hinweise zur Bedienung des Lernsystems gegeben. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
6	Durch die akustischen Elemente werden Hinweise gegeben, die die Bedienung erleichtern und auf Wichtiges hinweisen, z.B. dass eine Eingabe zu lang ist.		

2	Gibt es Anpassungen, die sich nicht auf die Leistung, sondern auf den Arbeitsstand oder die Bedienung beziehen? <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
3	Diese Anpassungen sind hilfreich, verständlich und sinnvoll.		
4	Die Anpassungen werden nach einer Antwort- oder Lernverlaufsanalyse automatisch durchgeführt. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
5	Es ist sinnvoll, dass die Anpassungen automatisch erfolgen. Sie sind überschaubar und verständlich.		
6	Die Anpassungen nach einer Antwort- oder Lernverlaufsanalyse werden empfohlen und können von den Lernenden gewählt oder ignoriert werden. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
7	Es ist sinnvoll, dass die Lernenden Anpassungen wählen können.		
8	Die Häufigkeit und der Zeitpunkt von Anpassungen sind angemessen, z.B. gibt es ausreichende Verzweigungen nach Übungen oder mehreren falschen Antworten.		
9	Die Leistungskriterien, aufgrund derer Anpassungen erfolgen oder empfohlen werden, sind dem Schwierigkeitsgrad der Übungen und dem Niveau der Zielgruppe angemessen.		
10	Verzweigungen zum Üben und Wiederholen fehlerhaft bearbeiteter Aufgaben sind vorhanden. <i>Wenn "j" eingetragen wurde:</i>		
11	Die fehlerhaft bearbeiteten Aufgaben erscheinen in anderer Reihenfolge.		
12	Die Verzweigungen während oder nach einer Übung enthalten leichtere oder schwierigere Aufgaben, die den Kenntnissen und Fähigkeiten der Lernenden entsprechen.		
13	Die Verzweigungen während oder nach einer Übung enthalten anderes, förderndes und wichtiges Lernmaterial. <i>Wird den Lernenden ein bislang unbekannter Lerninhalt vermittelt? Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn den Lernenden ein bislang unbekannter Lerninhalt vermittelt wird;</i>		
14	Durch die Anpassungen werden variierte Lern- und Präsentationsformen angeboten, z.B. wird derselbe Inhalt auf andere Weise erklärt oder das Lernen durch zusätzliche Hilfestellungen erleichtert.		
Zsf.	Das Lernsystem ist in sinnvoller Weise adaptiv gestaltet. Es reagiert flexibel und zielgruppengemäß auf unterschiedliche Lernfortschritte, Strategien und Fähigkeiten.		
20. Kommunikation und Kooperation		j/n	+/-
1	Bietet das Lernsystem Kommunikationsmöglichkeiten für die Lernenden, z.B. mit anderen Lernenden oder Lehrenden? <i>Wenn diese Möglichkeit nicht besteht, die nächsten Punkte überspringen.</i>		+
2	Informations- und Kommunikationsangebote sind aufeinander abgestimmt und ineinander integriert.	j	
3	Kommunikationsangebote unterstützen Zusatzfunktionen wie das Versenden von Dateien, Präsentationen und Diskussionen.		-
4	Kommunikationsmöglichkeiten umfassen Angebote für Lernende untereinander sowie zwischen Lernenden und Lehrenden.		+

5	Das Lernsystem integriert Kommunikationsangebote in vielfältiger Weise, z.B. als E-Mail, Mailinglist, Chat.			-
6	Kommunikationsangebote lassen sich für private Kommunikation und für Gruppenkommunikation nutzen.			-
7	Kommunikationsangebote lassen sich - falls nötig - an individuelle Wünsche und Bedürfnisse, z.B. technische Ausstattungen anpassen.			
8	Kommunikationsvorgänge lassen sich protokollieren, um für spätere Bearbeitung und Nutzung zur Verfügung zu stehen.			-
9	Bietet das Lernsystem Möglichkeiten zum kooperativen Lernen? <i>Wenn diese Möglichkeit nicht besteht, die nächsten Punkte überspringen.</i>			-
10	Der Zugriff auf kooperativ bearbeitbare Materialien ist in geeigneter Weise z.B. durch Zugriffsberechtigungen geregelt.			
11	Die Bearbeitung von Materialien ist einfach und ohne technische Kenntnisse möglich.			
12	Teilnehmende an Gruppenarbeit können ihre Rolle in der Gruppe im Laufe der Arbeit verändern, z.B. durch Erweiterung von Zugriffsberechtigungen.			
13	Kooperationsfunktionen lassen sich auf an individuelle Wünsche und Bedürfnisse, z.B. technische Ausstattungen anpassen.			
14	Kooperationsdienste unterstützen die Koordination von Gruppenarbeit, z.B. die Verteilung von Aufgaben und die Einhaltung von Terminen. Kooperationsdienste unterstützen die Entscheidungsfindung bei Gruppenarbeiten.			
15	Bei Veränderungen des Lernmaterials werden alle Betroffenen informiert, Veränderungen werden dokumentiert.			
16	Das Lernsystem stellt sicher, dass kooperativ bearbeitete Informationen stets für alle Lernenden aktuell und konsistent verfügbar sind.			
Zsf.	Das Lernsystem unterstützt kommunikatives und kooperatives Lernen; entsprechende Elemente sind sinnvoll gestaltet und leicht bedienbar.	j		
21. Aufgaben- und Antwortgestaltung		j/n		+/-
	<i>Sind Aufgaben oder Übungen im Lernsystem sinnvoll oder vorhanden? Wenn Aufgaben oder Übungen weder sinnvoll noch vorhanden sind, diesen Abschnitt überspringen und weiter mit "22. Leistungsauswertung und Diagnose".</i>			
1	Die Aufgaben und Fragen sind verständlich, eindeutig und klar.	j		
2	Die Aufgaben und Fragen sind so gestaltet, dass ein mechanisches Antworten umgangen wird, d.h. zu viele Hinweise oder zu einfache Aufgaben und zu ähnliche Antwortmöglichkeiten werden vermieden.	j		
3	Die Antworteingaben sind verständlich und sinnvoll gestaltet, d. h. verwirrende, ablenkende Antwortformen, schlecht zu erkennende Auswahlmöglichkeiten und Unklarheiten werden vermieden.			
4	Die Übungen und Lernaktivitäten sind abwechslungsreich gestaltet, ohne die Lernenden durch die unterschiedlichen Aufgabenstellungen zu verwirren.	j		

	<i>Enthält das Lernsystem Aufgaben, die schwerpunktmäßig zum Üben und Wiederholen eines Lernstoffs dienen?</i> <i>Die nächsten beiden Punkte nur ausfüllen, wenn das Lernsystem Aufgaben enthält, deren Schwerpunkt im Üben und Wiederholen eines Lernstoffs liegt:</i>		
5	Zum Üben eines Lernstoffs werden die Aufgaben bei jeder Wiederholung in einer anderen, zufälligen Reihenfolge gestellt.	n	
6	Beim Üben und Wiederholen eines Lernstoffs erscheinen bei jedem Bearbeitungsdurchgang andere Aufgaben, d.h. das Lernsystem enthält für jeden Übungsteil ein 'Aufgabenreservoir', aus dem immer andere Aufgaben gezogen werden.		-
7	Die Anzahl der möglichen Antwortversuche für die Lösung einer Aufgabe ist ausreichend, z.B. bei erforschendem Lernen sind mehrere Antwortversuche sinnvoll.		
8	Der Umfang der Übungen und ihre durchschnittliche Bearbeitungsdauer sind angemessen und können von Lernenden und Lehrenden überschaut werden, d. h. lange Übungen, deren Ende nicht eingeschätzt werden kann, werden vermieden.	j	
9	Sofortiges Antworten ist möglich, ohne vorgegebene Pausen abwarten zu müssen. <i>Enthält das Lernsystem Aufgaben oder Übungen mit zeitlichem Bearbeitungslimit?</i> <i>Den nächsten Punkt nur ausfüllen, wenn Aufgaben oder Übungen mit zeitlichem Bearbeitungslimit vorhanden sind:</i>	j	
10	Die Zeitbegrenzung oder -messung bei Aufgaben oder Übungen ist didaktisch sinnvoll und motivierend.		
11	Künstliche und unbegründete Fehlerfallen werden vermieden, z.B. Aufgaben, die seltene oder zu ähnliche Fehlerquellen beinhalten.	j	
12	Die Antwortanalyse ist effektiv und sinnvoll gestaltet, d. h. alle richtigen Antworten werden auch als richtig bewertet, mögliche Alternativantworten werden anerkannt, unerhebliche Fehler werden toleriert oder können nach einem Hinweis korrigiert werden.		
13	Es erfolgen rechtzeitig Sperrmaßnahmen oder Hinweise, wenn eine Antworteingabe zu lang ist.		
14	Ausreichende und verständliche Hilfestellungen werden bei Beantwortungsproblemen gegeben oder sind abrufbar, d. h. es wird sichergestellt, dass Lernende, die eine Aufgabenstellung nicht verstehen, weiterarbeiten kann und nicht immer wieder die gleiche Aufgabe gestellt bekommt.		
15	Rückmeldungen und/oder Verzweigungen nach der Bearbeitung einzelner Aufgaben oder Teile sind, wo sie notwendig sind, vorhanden.		
16	Die Rückmeldungen und Leistungsauswertungen nach der Bearbeitung einzelner Aufgaben oder Übungen erfolgen durch schriftliche Kommentare, Angabe von absoluten Zahlen, Prozentangaben, Noten oder Grafiken.		
17	Wenn eine falsche Antwort abgegeben wird, bleibt diese stehen und zusätzlich wird die richtige Antwort eingeblendet, damit die Schüler kontrollieren können, was in ihren Eingaben falsch war.		
18	Zwingende Wiederholungsschleifen, in denen Aufgaben oder Übungen so lange vorgelegt werden, bis sie richtig beantwortet werden, werden vermieden.		
19	Die Rückmeldungen sind in Form und Inhalt für weibliche und männliche Benutzer geeignet und motivierend gestaltet.		

20	Rückmeldungen erfolgen sofort nach einer Antwort. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
21	Die sofortigen Rückmeldungen sind didaktisch sinnvoll, da z.B. ein neuer oder schwieriger Lerninhalt geübt wird.		
22	Rückmeldungen erfolgen verzögert, d. h. erst nach mehreren Antworten. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
23	Die verzögerten Rückmeldungen erfolgen spätestens nach 15-20 Minuten.		
24	Es erfolgen Rückmeldungen sowohl nach jeder Antwort als auch verzögert nach mehreren Antworten. <i>Wenn "+" eingetragen wurde:</i>		
25	Das Einbringen von sofortigen und verzögerten Rückmeldungen ist didaktisch sinnvoll und nicht verwirrend.		
26	Die Rückmeldungen sind abwechslungsreich gestaltet.		
27	Die Rückmeldungen nach richtigen Antworten und Arbeitsschritten sind positiv und verstärkend.		
28	Die Rückmeldungen, die zur Motivierung eingesetzt werden, sind angemessen lang, z.B. für Animationen nach einer Antwort maximal 2-3 Sekunden und nach einer Übung ca. 10 Sekunden.		
29	Die Rückmeldungen regen zur Nutzung weiterer Hilfsmittel an, z.B. eines Nachschlagewerks.		
30	Die Rückmeldungen regen zu weiteren Lernaktivitäten an, z.B. zu nachbereitenden Gruppenarbeiten.		
31	Die Rückmeldungen sind bei Bedarf abwählbar.		
32	Informierende Rückmeldungen nach falschen Antworten werden (wenigstens manchmal) gegeben und zeigen auf, wo ein Fehler gemacht wurde.		
33	Rückmeldungen nach falschen Antworten sind hilfreich und fördernd, d. h. sie benennen (wenigstens manchmal) die Fehlerursache, geben Hinweise, wie die Fehler zu vermeiden sind, und/oder sie motivieren die Lernenden zur Selbstkorrektur.		
34	Rückmeldungen nach Fehlern sind ermutigend. Abfällige oder vorwurfsvolle Rückmeldungen werden vermieden, statt dessen werden z.B. die richtigen Elemente in der Antwort aufgezeigt.		
35	Die Rückmeldungen bewerten die Antwort und nicht die Person, falsch wäre z.B. 'Du bist schlecht!'		
36	Rückmeldungen nach falschen Antworten sind weniger interessant gestaltet als die nach richtigen Antworten, um nicht zu falschen Antworteingaben zu reizen.		
Zsf.	Insgesamt sind die Aufgabenstellungen, Antwortformen und Lernaktivitäten sinnvoll gestaltet.	n	

22. Leistungsauswertung und Diagnose		j/n	+/-
	<i>Ist eine Leistungsauswertung am Ende einer Übung oder eine Diagnose sinnvoll oder vorhanden? Wenn eine Leistungsauswertung am Ende einer Übung oder eine Diagnose weder sinnvoll noch vorhanden ist, weiter mit "23. Allgemeine Qualitätsmerkmale".</i>		
1	Die Art und Weise der Leistungsauswertung stimmt mit den Angaben im Lernsystem oder der Beschreibung überein.	j	
2	Der Leistungsstand der Lernenden wird festgestellt durch eine Analyse der Ergebnisse, z.B. durch Vor-, Zwischen- oder Nachtests, Vergleich der Lernergebnisse oder Diagnosen besonderer Lernschwierigkeiten.	j	
3	Die Feststellung und Bewertung der Lernergebnisse ist fachlich und didaktisch sinnvoll, z.B. werden die Schwierigkeitsstufen, der Lernfortschritt oder die richtigen Antworten beim ersten oder zweiten Lösungsversuch angemessen berücksichtigt.	j	
4	Die Feststellung und Bewertung der Lernergebnisse ist statistisch korrekt, z.B. wird die Anzahl der Antworten richtig berechnet.	j	
5	Der Leistungsstand oder der Lernverlauf werden in verständlicher und ermutigender Form mitgeteilt.	j	
6	Die Lernergebnisse sind auf Papier ausdrückbar. <i>Werden Leistungsstand oder Lernverlauf im Lernsystem diagnostiziert? Die nächsten zwei Punkte nur ausfüllen, wenn der Leistungsstand oder Lernverlauf diagnostiziert werden:</i>		
7	Der Leistungsstand oder Lernverlauf der Lernenden wird diagnostiziert, z.B. nach Fehlerhäufigkeit, -art oder Lernstrategie.		j
8	Die Diagnosen sind fachlich, didaktisch und statistisch sinnvoll und richtig.	j	
Zsf.	Insgesamt sind die Leistungsauswertungen oder Diagnosen fachlich und pädagogisch sinnvoll, statistisch richtig und können ausgedrückt werden.	j	
23. Allgemeine Qualitätsmerkmale		j/n	+/-
1	Der gesamte Inhalt des Lernsystems ist frei von engen geschlechtsspezifischen Rollenbildern und Vorurteilen gegenüber gesellschaftlichen Gruppen.	j	
2	Die beinhalteten Normen und Werte (auch die indirekten) sind akzeptabel, frei von Gewalt oder starkem Konkurrenzdenken.	j	
3	Die Dialogformen, der sprachliche Ausdruck und der Stil der Ansprache innerhalb der Software sind korrekt und motivierend. Außerdem wird in den Anweisungen des Programms die Verwendung der 1. Person Singular (Ichform) vermieden.	j	
4	Rechtschreibung, Grammatik und Zeichensetzung sind innerhalb der gesamten Software und im Begleitmaterial korrekt.	j	
Zsf.	Insgesamt ist das Lernsystem frei von negativen Stereotypen, Vorurteilen, Normen und Werten. Der Dialogstil, die Rechtschreibung, Grammatik und Zeichensetzung sind richtig und angemessen.	j	

GESAMTBEWERTUNGSTABELLE UND KURZE PRÜFLISTE		j/n
I. Kennzeichnung des Lernsystems: siehe vorne		
II. Beurteilung des Lieferumfangs		
1. Zsf. Leistungen des Verlags	Die Leistungen des Verlags sind angemessen, z.B. durch übersichtliches und verständliches Begleitmaterial und gute Verpackung (j/n).	j
III. Beurteilung der Systembeschreibung		
2. Zsf. Angaben über die Hard- und Software	Die Angaben über die erforderliche Hard- und Software (Geräte und Programme) sind vollständig, genau und verständlich (j/n).	j
3. Zsf. Angaben über die Systembenutzung	Die Bedienung und Benutzung des Lernsystems werden vollständig, richtig und verständlich erklärt (j/n).	j
4. Zsf. Angaben über Zielgruppe und Lernziele	Die Angaben über Zielgruppe und Lernziele sind genau, richtig und vollständig (j/n).	j
5. Zsf. Angaben über den Einsatzbereich	Die Einsatzbereiche und Bearbeitungsformen werden vollständig und verständlich beschrieben (j/n).	j
6. Zsf. Angaben über den Inhalt	Die Lerninhalte und ihre Vermittlung werden vollständig, verständlich und richtig beschrieben (j/n).	j
IV. Beurteilung der Bedienung		
7. Zsf. Bedienbarkeit	Das Lernsystem arbeitet zuverlässig, fehlerfrei und schnell; die Bedienung ist den Aufgaben angemessen und leicht erlernbar (j/n).	j
8. Zsf. Adaptierbarkeit der Bedienung	Das Lernsystem ist flexibel gestaltet und eröffnet vielseitige Auswahl- und Anpassungsmöglichkeiten (j/n).	j
9. Zsf. Datenspeicherung	Die Möglichkeiten des Lernsystems zur Datenspeicherung sind den Aufgaben angemessen und einfach und komfortabel durchführbar (j/n).	j
10. Zsf. Eingabegestaltung	Die Eingabegestaltung ist komfortabel und sinnvoll (j/n).	j

V. Beurteilung der medialen Gestaltung

11. Zsf. Bildschirmaufbau Der Bildschirmaufbau ist übersichtlich und verständlich (j/n).	j
12. Zsf. Textgestaltung Die Textgestaltung ist sinnvoll, übersichtlich und gut lesbar (j/n).	j
13. Zsf. Grafikgestaltung Die Grafiken sind verständlich, sinnvoll und motivierend eingesetzt (j/n).	j
14. Zsf. Farbgestaltung Die Farben sind effektiv, sinnvoll und motivierend eingesetzt (j/n).	j
15. Zsf. Animationen Die Animationen sind verständlich, sinnvoll und motivierend (j/n).	j
16. Zsf. Akustische Gestaltung Die akustischen Elemente sind sinnvoll, verständlich und motivierend (j/n).	

VI. Beurteilung des Lerninhalts

17. Zsf. Gestaltung des Lerninhalts Der Lerninhalt ist sachlich richtig und methodisch-didaktisch sinnvoll ausgewählt und dargestellt (j/n).	j
18. Zsf. Adaptierbarkeit des Lerninhalts Die Möglichkeiten, den Inhalt des Lernsystems zu verändern, sind ausreichend und komfortabel (j/n).	
19. Zsf. Adaptivität des Lernsystems Das Lernsystem ist in sinnvoller Weise adaptiv gestaltet. Es reagiert flexibel und zielgruppengemäß auf unterschiedliche Lernfortschritte, Strategien und Fähigkeiten (j/n).	
20. Zsf. Kommunikation und Kooperation Das Lernsystem unterstützt kommunikatives und kooperatives Lernen; entsprechende Elemente sind sinnvoll gestaltet und leicht bedienbar (j/n).	j
21. Zsf. Aufgaben- und Antwortgestaltung Die Aufgabenstellungen, Antwortformen und Lernaktivitäten sind sinnvoll gestaltet (j/n).	n
22. Zsf. Leistungsauswertung und Diagnose Die Leistungsauswertungen oder Diagnosen sind fachlich und pädagogisch sinnvoll, statistisch richtig und können ausgedrückt werden (j/n).	
23. Zsf. Allgemeine Qualitätsmerkmale Das Lernsystem ist frei von negativen Stereotypen, Vorurteilen, Normen und Werten. Der Dialogstil, die Rechtschreibung, Grammatik und Zeichensetzung sind richtig und angemessen (j/n).	j

GESAMTBEWERTUNG DES LERNSYSTEMS

Beschreibung der besonderen Stärken des Lernsystems:
Die Werkzeuge der Website bieten vielfältige Möglichkeiten der selbstständigen Erforschung niedrigerenergetischer und solarer Konzepte.

Bewertung in Zahlen:	abs.	in %
Anzahl relevanter Abschnitte, deren notwendige Kriterien erfüllt sind (max. 23):	18	78 %
Anzahl relevanter notwendiger Kriterien (j/n), die erfüllt sind (max. 182):	102	56 %
Anzahl relevanter wünschenswerter Kriterien (+/-), die erfüllt sind (max. 71):	29	41 %

Wenn notwendige Kriterien in relevanten Abschnitten nicht erfüllt sind:
 Die Qualität des Lernsystems ist in diesem(n) Bereich(en) mangelhaft:
21. Die Aufgabenstellungen, Antwortformen oder Lernaktivitäten sind nicht sinnvoll gestaltet.

Weitere Kommentare, Bedenken, Veränderungsvorschläge:
Die in der Website enthaltenen Aufgaben sollten zumindest zum Teil auch im Lernsystem selbst lösbar sein, so dass die Lernenden Übungsmöglichkeiten haben.
Die Kommunikationsangebote der Website sollten gestärkt werden, um z.B. auch Diskussionen zu unterstützen.
Die Website sollte Möglichkeiten zum kooperativen Bearbeiten von Dokumenten und Aufgaben bieten, so dass die vorhandenen Werkzeuge in Gruppenarbeit zur Problemlösung genutzt werden können.

Literatur

A

- AG Solar Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) 2000:
AG Solar 2000 – Systeme, Bauen, Chemie, Stoffflüsse (CD-ROM). Jülich: AG Solar NRW, 2000
- Claudia Alsdorf, Edouard Bannwart 1997:
Virtuelle Realität: Erfahrbare Informationen im Cyberspace. Issing/Klimsa 1997, S. 437...450
- Sueann Ambron, Kristina Hooper (eds.) 1988:
Interactive Multimedia – Visions of Multimedia for Developers, Educators, & Information Providers. Redmond: Microsoft Press, 1988
- Hubertus von Amelunxen 1997:
HyperKult: Geschichte, Theorie und Kontext digitaler Medien. Basel, Frankfurt a.M.: Stroemfeld, 1997
- Lore Anderlik 1996:
Ein Weg für alle! Leben mit Montessori. Dortmund: verlag modernes lernen, 1996
- Rudolf Arnheim 1977:
Anschauliches Denken – Zur Einheit von Bild und Begriff. Köln: DuMont, 1977
- Rolf Arnold, Ingeborg Schüßler 1998:
Wandel der Lernkulturen: Ideen und Bausteine für ein lebendiges Lernen. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1998
- Stefan von Aufschnaiter, Hans E. Fischer, Hannelore Schwedes 1992:
Kinder konstruieren Welten: Perspektiven einer konstruktivistischen Physikdidaktik. Siegfried J. Schmidt (Hrsg.): Kognition und Gesellschaft (Der Diskurs des radikalen Konstruktivismus; Bd. 2). Frankfurt a.M.: Suhrkamp Verlag, 1992, S. 380...424

B

- Dieter Baacke, Franz Josef Röhl (Hrsg.) 1995:
Weltbilder – Wahrnehmung – Wirklichkeit: Der ästhetisch organisierte Lernprozeß. Opladen: Leske + Budrich, 1995
- James H. Bair 1989:
Supporting Cooperative Work With Computers: Addressing Meeting Mania. Proceedings "34th IEEE Computer Society International Conference (COMPCON)". IEEE Computer Society, 1989, pp. 208...217
- Steffen-Peter Ballstaedt 1997:
Wissensvermittlung: Die Gestaltung von Lernmaterial. Weinheim: Beltz, Psychologie Verlags Union, 1997

- Edward Barrett (ed.) 1992:
Sociomedia: Multimedia, Hypermedia, and the Social Construction of Knowledge.
Cambridge (Massachusetts): The MIT Press, 1992
- Bernad Batinic (Hrsg.) 1997:
Internet für Psychologen. Göttingen: Verl. für Psychologie, 1997
- Bernad Batinic, Michael Bosnjak 1997:
Fragebogenuntersuchungen im Internet. Batinic 1997, S. 221...243
- Peter Baumgartner 1997a:
Didaktische Anforderungen an (multimediale) Lernsoftware. Issing/Klimsa 1997,
S. 241...252
- Peter Baumgartner 1997b:
Evaluation vernetzten Lernens: 4 Thesen. Simon 1997, S. 131...146
- Peter Baumgartner, Sabine Payr 1992:
Lerntheoretische Grundlagen für die Kategorisierung von Bildungssoftware. Klaus Dette,
Dieter Haupt, Christoph Polze (Hrsg.): Multimedia und Computeranwendungen in der
Lehre, 6. CIP-Kongreß, Berlin, 6.-8. Oktober 1992. Berlin: Springer-Verlag, 1992,
S. 115...122
- Peter Baumgartner, Sabine Payr 1996:
Learning as Action – A Social Science Approach to the Evaluation of Interactive Media.
Proceedings “ED-MEDIA & ED-TELECOM 96”, World Conference on Educational
Multimedia and Hypermedia & World Conference on Educational Telecommunications
(CD-ROM). Charlottesville: AACE (Association for the Advancement of Computing in
Education), 1996, pp. 191...196
- Peter Baumgartner, Sabine Payr 1997:
Methods and Practice of Software Evaluation – The Case of the European Academic
Software Award. Proceedings “ED-MEDIA 97”, World Conference on Educational
Multimedia and Hypermedia. Charlottesville: AACE (Association for the Advancement of
Computing in Education), 1997, pp. 44...50
- BauNetz 1998:
BauNetz Inhaltsübersicht. BauNetz newsletter, 2, 11/1998, S. 4f
- Harry Beilin 1992:
Piaget’s New Theory. Beilin/Pufall 1992, pp. 1...17
- Harry Beilin, Peter B. Pufall (eds.) 1992:
Piaget’s Theory: Prospects and Possibilities. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Ass., 1992
- Stephan Benkert, Frank-Dietrich Heidt 1999:
Software für die Wissensvermittlung zur Niedrigenergie- und Solararchitektur. Tagungs-
band „LearnTEC 99“ (Schriftenreihe Karlsruher Kongreß- und Ausstellungs-GmbH).
Karlsruhe: 9.-11. Feb. 1999, S. 313...318

Stephan Benkert, Frank-Dietrich Heidt 2000a:

Validierung des Programms 'Graphische Auslegung von ErdwärmeAustauschern GAEA' mit Hilfe von Messdaten im Rahmen des Verbundprojekts 'Luft-/Erdwärmetauscher' der AG Solar NRW (Abschlussbericht zum Projekt). Siegen: Universität Siegen, Fachgebiet Bauphysik & Solarenergie, 2000

Stephan Benkert, Frank-Dietrich Heidt 2000b:

Interactive Study of Innovative Solar Architecture - ISIS Architecture. Steemers/Yannas 2000, pp. 799...800

Stephan Benkert, Frank-Dietrich Heidt 2001:

Interaktives Seminar Innovativer Solarer Architektur – ISIS Architektur (Zwischenbericht für das Jahr 2000). Siegen: Universität Siegen, Fachgebiet Bauphysik & Solarenergie, 2001

Dieter Beste, Marion Kälke 1996:

Bildung im Netz: Auf dem Weg zum virtuellen Lernen. Düsseldorf: VDI Verlag GmbH, 1996

Susan Blackmore 1999:

The Meme Machine. Oxford University Press, 1999

Benjamin S. Bloom (Hrsg.) 1972:

Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich. Weinheim: Beltz, 1972

Freimut Bodendorf 1990:

Computer in der fachlichen und universitären Ausbildung (Handbuch der Informatik; Bd. 15.1). München: Oldenbourg, 1990

Klaus Boeckmann, Norbert Heymen 1990:

Unterrichtsmedien selbst gestalten. Neuwied: Luchterhand, 1990

Robert Bongen 2000:

Zivile Ziele. SZ, 19.12.2000, S. V2/13

Booz· Allen & Hamilton (Hrsg.) 1997:

Zukunft Multimedia: Grundlagen, Märkte und Perspektiven in Deutschland. Frankfurt a.M.: Institut für Medienentwicklung und Kommunikation GmbH, ⁴1997

Jon Bosak, Tim Bray 1999:

XML and the Second-Generation Web. Scientific American, 5/1999, pp. 79...83

Silvia Brink 1997:

Evaluation hypertextbasierter Lernumgebungen: Anforderungsanalyse, theoretisches Modell und exemplarische Umsetzung (Studien zur Wirtschaftsinformatik, Bd. 8). Hamburg: Kovac, 1997

Jerome S. Bruner 1973:

Der Prozeß der Erziehung. Berlin: Berlin Verlag, ³1973

Beate Bruns, Petra Gajewski 1999:

Multimediales Lernen im Netz: Leitfaden für Entscheider und Planer. Berlin: Springer, 1999

BTS (U.S. Department of Energy, Office of Building Technology, State and Community Programs) 2001:

Building Energy Software Tools Directory. http://www.eren.doe.gov/buildings/tools_directory/, 16.01.2001 09:20

Bundeszentrale für politische Bildung (Hrsg.) 1985:

Informationen zur politischen Bildung 209: Massenmedien 2. München: Franzis-Verl. GmbH, 1985

Colin Burke 1991:

A Practical View of Memex: The Career of the Rapid Selector. In Nyce/Kahn 1991

Wilfried H. Busch 1997:

Internet für Architekten. Frankfurt a.M.: Campus Verlag, 1997

C

Patricia Ann Carlson 1992:

Varieties of Virtual: Expanded Metaphors for Computer-Mediated Learning. In Barrett 1992

Robbie Case 1992:

Neo-Piagetian Theories of Intellectual Development. Beilin/Pufall 1992, pp. 61...104

David D. Clark 1999:

High-Speed Data Races Home. Scientific American, 10/1999, pp. 72...77

Jürgen Claus 1997:

Kulturelement Sonne – Das solare Zeitalter. Zürich: Edition Interfrom, 1997

Björn Clausen 2000:

Das Modell Berlin-Alexanderplatz (VRML-Darstellung). http://www.geog.fu-berlin.de/~clausen/alex_infos.html, 18.12.2000 12:44

Joachim Clemens, Stephan Benkert, Frank-Dietrich Heidt 2000: CASAnova – An Educational Software for Energy and Heating Demand, Solar Heat Gains and Overheating Risk in Buildings. Proceedings “The City - A Solar Power Station”, Sixth European Conference on Solar Energy in Architecture and Urban Planning. Bonn: Sept. 12-15, 2000

Allan Collins, John Seely Brown, Susan E. Newman 1989:

Cognitive Apprenticeship: Teaching the Crafts of Reading, Writing, and Mathematics. Resnick 1989, pp. 453...494

D

Deutscher Bundestag (Hrsg.) 1998:

Deutschlands Weg in die Informationsgesellschaft, Schlußbericht der Enquete-Kommission „Zukunft der Medien in Wirtschaft und Gesellschaft; Deutschlands Weg in die Informationsgesellschaft“. Bonn: ZV Zeitungs-Verlag Service, 1998

Walter Dick, Lou Carey 1985:

The Systematic Design of Instruction. Glenview, Ill.: Scott, Foresman and Company, 1985

Klaus Doderer 1961:

Das Sachbuch als literarpädagogisches Problem. Frankfurt a.M.: Diesterweg, 1961

Dirk Donath 1999:

Schöne neue Datenwelt? Illusion, Frustration und Vision der computergestützten Bauplanung. CAD & Internet, Sonderheft der db (deutsche bauzeitung) zur ACS – Computersysteme im Bauwesen '99. Frankfurt a.M.: 10.-12.11.1999, S. 26...31

Nicola Döring 1997a:

Lernen mit dem Internet. Issing/Klimsa 1997, S. 305...336

Nicola Döring 1997b:

Lernen und Lehren im Internet. Batinic 1997, S. 359...393

Thomas Dreher 1996:

Von der „autogerechten Stadt“ zu „Metapolis“. In Iglhaut et al. 1996

Thomas M. Duffy, David H. Jonassen (eds.) 1992a:

Constructivism and the Technology of Instruction: A Conversation. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Ass., 1992

Thomas M. Duffy, David H. Jonassen 1992b:

Constructivism: New Implications for Instructional Technology. Duffy/Jonassen 1992a, pp. 1...16

E

Edmund Eberleh 1994:

Industrielle Gestaltungsrichtlinien für graphische Benutzungsoberflächen. Eberleh et al. 1994, S. 145...195

Edmund Eberleh, Horst Oberquelle, Reinhard Oppermann (Hrsg.) 1994:

Einführung in die Software-Ergonomie: Gestaltung graphisch-interaktiver Systeme (Mensch Computer Kommunikation – Grundwissen; Bd. 1). Berlin: de Gruyter, 1994

EC DG XIII/E (European Commission, DG XIII/E) 1998:

info 2000 – Ein Schritt in die Multimedia-Zukunft Europas: Von IMPACT zu INFO2000 und in die Zukunft (CD-ROM). Luxemburg: European Commission, 1998

Herbert Ehm 1996:

Wärmeschutzverordnung '95: der Weg zu Niedrigenergiehäusern. Wiesbaden: Bauverlag, 1996

Gunther Eigler (Hrsg.) 1990:

Phaidros, Parmenides [u.a.] (Plato – Werke in 8 Bänden; Bd.5). Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1990

Helmut Eirund, Gerlinde Schreiber 1998:

Umwelt ist draußen – Ein mobiles multimediales Umweltinformationssystem. Riekert/Tochtermann 1998, S. 273...276

John A. Ellis, Frederick G. Knirk, Barbara E. Taylor, Barbara A. McDonald 1993:

The Course Evaluation System. *Instructional Science*, 21 (1993), pp. 313...334

Douglas C. Engelbart, Kristina Hooper 1988:

The Augmentation System Framework. Ambron/Hooper 1988, pp. 15...31

Maia Engeli (ed.) 2001:

bits and spaces: architecture and computing for physical, virtual, hybrid realms. Basel: Birkhäuser, 2001

Michael R. Eraut (ed.) 1989a:

The International Encyclopedia of Educational Technology. Oxford: Pergamon Press, 1989

Michael R. Eraut 1989b:

Programmed Learning. Eraut 1989a, pp. 410...418

Günter Eulefeld, Klaus-E. Jaritz (Hrsg.) 1995:

Umwelterziehung/Umweltbildung in Forschung, Lehre und Studium: IPN-Symposium in der Pädagogischen Hochschule Erfurt, 4.-7. Oktober 1994. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften, 1995

Dieter Euler 1992:

Didaktik des computerunterstützten Lernens: praktische Gestaltung und theoretische Grundlagen (Multimediales Lernen in der Berufsbildung; Bd. 3). Nürnberg: BW Bildung und Wissen, 1992

F

Gerhard Faninger (ed.) 1993:

Fourth International Summer School Solar Energy '92: Technologies – Applications – Economics, Klagenfurt, August 11th-21st, 1992. Klagenfurt: Universität Klagenfurt, Interuniversitäres Forschungsinstitut für interdisziplinäre Forschung und Fortbildung (IFF), 1993

Wolfgang Feist (Hrsg.) 1998:

Das Niedrigenergiehaus: Neuer Standard für energiebewußtes Bauen. Heidelberg: Müller, 1998

Paul K. Feyerabend 1978:

Der wissenschaftstheoretische Realismus und die Autorität der Wissenschaften
(Ausgewählte Schriften; Bd.1 / Wissenschaftstheorie, Wissenschaft und Philosophie;
Bd. 13). Braunschweig: Vieweg, 1978

Peter M. Fischer, Heinz Mandl 1990:

Toward a Psychophysics of Hypermedia. Jonassen/Mandl 1990, pp. XIX...XXV

Fittkau & Maaß (Hrsg.) seit 1995:

W3B-Studien. Hamburg: Fittkau & Maaß, <http://www.w3b.de/>, halbjährlich seit 1995

Fittkau & Maaß (Hrsg.) 1999:

W3B-Ergebnisband: WWW-Benutzer-Analyse Oktober/November 1999 (W3B-Uni-
Ergebnisband). Hamburg: Fittkau & Maaß, 1999

Hans Freibichler 1997:

Werkzeuge zur Entwicklung von Multimedia. Issing/Klimsa 1997, S. 221...240

Hans Freibichler, Christian Thorsten Mönch, Peter Schenkel 1991:

Computergestützte Aus- und Weiterbildung in der Warenwirtschaft (Multimediales Lernen
in der Berufsbildung; Bd. 2). Nürnberg: BW Bildung und Wissen, 1991

Reiner Fricke 1997:

Evaluation von Multimedia. Issing/Klimsa 1997, S. 401...413

Helmut Fritsch 1998:

Witness – learning: pedagogical implications of net-based teaching and learning. Hauff
1998, pp. 123...153

Cornelia Fröschl 1996:

Niedrigenergiehaus in Holzrahmenbauweise. leonardo-online, 3/1996, S. 14...23

Thomas Fütterer, Anne-Catrin Schultz 1999:

Vom Telefon zum Intranet: Kommunikationswege für das Architekturbüro der Zukunft.
CAD & Internet, Sonderheft der db (deutsche bauzeitung) zur ACS – Computersysteme im
Bauwesen '99. Frankfurt a.M.: 10.-12.11.1999, S. 14...18

G

Norbert Gabriel 1997:

Kulturwissenschaften und neue Medien: Wissensvermittlung im digitalen Zeitalter.
Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1997

Werner Gaede 1992:

Vom Wort zum Bild – Kreativ-Methoden der Visualisierung. München: Wirtschaftsverlag
Langen-Müller/Herbig, 1992

Rolando Garcia 1992:

The Structure of Knowledge and the Knowledge of Structure. Beilin/Pufall 1992,
pp. 21...38

Harald Gatermann 1999:

Faszination Panoramen. CADforum, 4/1999, S. 36...40

Hugo Gaudig 1909:

Didaktische Ketzereien. Leipzig: Teubner, ²1909

Peter Gendolla 1997a:

Text-Tänze, Anagramme und Adaptionen – Vorbereitungen auf eine Ästhetik der Hypersysteme bei R. Roussel, H. Bellmer und O. Wiener. Amelunxen 1997, S. 241...266

Peter Gendolla 1997b:

Welt am Draht: Über Simulationsmodelle. Hoffmann 1997, S. 71...84

Heike Gerdes 1997a:

Lernen mit Text und Hypertext (Reihe „Aktuelle Psychologische Forschung“; Bd. 18). Lengerich et al.: Pabst, 1997

Heike Gerdes 1997b:

Hypertext. Batinic 1997, S. 137...159

Christiano German 1996:

Politische (Irr-)Wege in die globale Informationsgesellschaft. Aus Politik und Zeitgeschichte (Beilage zur Wochenzeitung „Das Parlament“), B 32/96, 2.8.1996, S. 16...25

Wilhelm R. Glaser 1994:

Menschliche Informationsverarbeitung. Eberleh et al. 1994, S. 7...51

Ulrich Glowalla, Gudrun Häfele 1997:

Einsatz elektronischer Medien: Befunde, Probleme und Perspektiven. Issing/Klimsa 1997, S. 415...434

Ulrich Glowalla, Joachim Hasebrook 1995:

An Evaluation Model Based on Experimental Methods Applied to the Design of Hypermedia User Interfaces. Schuler et al. 1995, pp. 99...116

Jan T. Goldschmeding 1998:

Multimedia: Quality and design. Hauff 1998, pp. 169...171

Jo Groebel, Peter Winterhoff-Spurk (Hrsg.) 1989:

Empirische Medienpsychologie. München: Psychologie Verlags Union, 1989

Norbert Groeben 1982:

Leserpsychologie: Textverständnis – Textverständlichkeit. Münster: Aschendorff, 1982

Edelgard Gruber, Katrin Ostertag, Jürgen Reichert, Ulla Böde, Dietmar Gruber 1997:

REN-Impulsprogramm „Bau und Energie“ in Nordrhein-Westfalen: Begleitende Bewertung, Abschlußbericht zur Phase 1. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), 1997

Katharina Gsöllpointner 1996:

Architectural Images – Moving Pictures: Zur digitalen und medialen Repräsentation von Environment. Iglhaut et al. 1996, S. 229...239

H

Johannes Haack 1997:

Interaktivität als Kennzeichen von Multimedia und Hypermedia. Issing/Klimsa 1997, S. 151...166

Maria Harig 1980:

Beobachtungen zum historischen Sachbuch der Gegenwart. LiLi (Zeitschrift für Literaturwissenschaft und Linguistik), 10 (1980), 40, S. 82...106

Joachim Hasebrook 1995:

Multimedia-Psychologie: eine neue Perspektive menschlicher Kommunikation. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag GmbH, 1995

Mechtild Hauff (Hrsg.) 1998:

media@uni-multi.media? Entwicklung – Gestaltung – Evaluation neuer Medien. Münster: Waxmann Verlag, 1998

George T. Hawley 1999:

DSL: Broadband by Phone. Scientific American, 10/1999, pp. 82...83

E.U. Heidt 1989:

Media Selection. Eraut 1989a, pp. 393...397

Frank-Dietrich Heidt 1996:

Über das unausweichliche und notwendige Ende der heutigen Struktur weltweiter Energieversorgung. Diagonal (Universität Siegen), 2/96, S. 41...54

Frank-Dietrich Heidt et al. 1993:

Workshop A: Solar Energy in Buildings – Report & Summary. Faninger 1993, pp. 210...233

Frank-Dietrich Heidt, Stephan Benkert, Thilo Braeske, Heinrich Drexler 1999:

Multimediale Datenbank zur Niedrigenergie- und Solararchitektur NESA (CD-ROM). Siegen: Universität Siegen, Fachgebiet Bauphysik & Solarenergie, 1999

Frank-Dietrich Heidt, Stephan Benkert, Joachim Clemens 2001:

ISIS Architektur – Interaktives Studium & Seminar Innovativer Solarer Architektur (CD-ROM). Siegen: Universität Siegen, Fachgebiet Bauphysik & Solarenergie, 2001

Frank-Dietrich Heidt, Thilo Braeske, Heinrich Drexler 1996:

NESA – an innovative multimedia software presenting examples of passive and low energy architecture in Germany. Proceedings “4th European Conference on Solar Energy in Architecture and Urban Planning”, Berlin, March 26th-29th, 1996. Bedford: H.S. Stephens & Associates, 1996, pp. 193...196

Heinze GmbH (Hrsg.) 1997:

Deutsche Bau-Dokumentation, Sonderausgabe Online, Juni 1997

Heisoft AG 2000:

Emoticons – So versteht man sich im Internet... <http://www.heisoft.de/web/emoticon/>,
25.09.2000 10:25

Wolfgang Helzle, Joachim Ritter, Markus Helle 1996:

Digitale Informationen für Architekten. leonardo-online, 3/1996, S. 51...55

Friedrich W. Hesse, Bärbel Garsoffky, Aemilian Hron 1997:

Interface-Design für computerunterstütztes kooperatives Lernen. Issing/Klimsa 1997,
S. 253...267

Norbert Heymen, Klaus Boeckmann 1996:

Fachwissen vermitteln – aber ohne Schulmeisterei. Hohengehren: Schneider, 1996

Hans H. Hiebel, Heinz Hiebler, Karl Kogler, Herwig Walitsch 1999:

Große Medienchronik. München: Wilhelm Fink, 1999

Pentti Hietala, Timo Niemirepo 1997:

Software for Learning: implications of the learner-centered design paradigm. Väliharju et
al. 1997, pp. 1...16

Christiane Hof 1996:

Überlegungen zum Konzept ‚Wissen‘ in der Erwachsenenbildung. Nolda 1996, S. 12...30

Kay Hoffmann (Hrsg.) 1997:

Trau-Schau-Wem: Digitalisierung und dokumentarische Form (Close Up; Bd. 9).
Konstanz: UVK Medien, 1997

Kurt Holm (Hrsg.) 1975:

Die Befragung; Bd. 1. München: Francke, 1975

Matthias Horx 2000:

Die Zukunft des Internet. Bonn: VNR Verlag für die Deutsche Wirtschaft, 2000

Benedikt Hotze 1998a:

Internet für Architekten (1): Das BauNetz. Bauwelt 1998, Heft 19, S. 1052...1055

Benedikt Hotze 1998b:

Internet für Architekten (2): Architekturprojekte im Netz. Bauwelt 1998, Heft 21,
S. 1188...1191

Sam C.M. Hui, K.P. Cheung 2000:

Developing a Web-based Learning Environment for Building Energy Efficiency and Solar
Design in Hong Kong. Solar Energy, 67 (1999/2000) 1-3, pp. 151...159

I

ifib (Universität Karlsruhe: Institut für industrielle Bauproduktion) 1997:

intesol – Integrale Planung solaroptimierter Gebäude. <http://www2.ifib.uni-karlsruhe.de/Intesol/>, 02.12.1997 22:15

Stefan Iglhaut, Armin Medosch, Florian Rötzer (Hrsg.) 1996:
Stadt am Netz – Ansichten von Telepolis. Mannheim: Bollmann, 1996

ISC (Internet Software Consortium) 2001:
Internet Domain Survey. <http://www.isc.org/ds/>, 16.03.2001 13:52

Ludwig J. Issing 1997:
Instruktionsdesign für Multimedia. Issing/Klimsa 1997, S. 195...220

Ludwig J. Issing, Paul Klimsa (Hrsg.) 1997:
Information und Lernen mit Multimedia. Weinheim: Psychologie-Verl.-Union, ²1997

J

David H. Jonassen 1992:
Evaluating Constructivist Learning. Duffy/Jonassen 1992a, pp. 137...148

David H. Jonassen, R. Scott Grabinger 1990:
Problems and Issues in Designing Hypertext/Hypermedia for Learning. Jonassen/Mandl
1990, pp. 3...25

David H. Jonassen, Heinz Mandl (eds.) 1990:
Designing Hypermedia for Learning (NATO ASI Series F: Computer and Systems
Sciences; Vol. 67). Berlin: Springer, 1990

K

Gabriele Kaplitza 1975:
Die Stichprobe. In Holm 1975

Joachim B. Kieferle 1999:
Grenzenlos. leonardo-online, 6/1999, S. 52...56

Andreas v. Kirschhofer-Bozenhardt, Gabriele Kaplitza 1975:
Der Fragebogen. In Holm 1975

Rosemarie Klein, Sibylle Peters, Sandra Dengler 1999:
Selbstgesteuertes Lernen in der Weiterbildung. Magdeburg: Institut für Berufs- und
Betriebspädagogik (IBBP), Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 1999

Paul Klimsa 1997:
Multimedia aus psychologischer und didaktischer Sicht. Issing/Klimsa 1997, S. 7...24

Paul Klimsa 1998:
Kognitions- und lernpsychologische Voraussetzungen der Nutzung von Medien. Horst
Dichanz (Hrsg.): Handbuch Medien: Medienforschung. Bonn: Bundeszentrale für
politische Bildung, 1998, S. 73...100

Göte Klingberg 1973:
Kinder- und Jugendliteraturforschung – Eine Einführung. Graz: Böhlau, 1973

- Karl Kogler 1999:
Schrift/Druck/Post. Hiebel et al. 1999, S. 29...279
- W. Köhler 1933:
Psychologische Probleme. Berlin: Springer, 1933
- Jürgen van Koolwijk 1974:
Die Befragungsmethode. In Koolwijk/Wieken-Mayser 1974
- Jürgen van Koolwijk, Maria Wieken-Mayser (Hrsg.) 1974:
Erhebungsmethoden: Die Befragung (Techniken der empirischen Sozialforschung; Bd. 4).
München: R. Oldenbourg Verl., 1974
- Vesa Korhonen, Timo Väliharju 1997:
Designing Hypermedia Learning Materials for Offline Hypermedia – designing tools under
examination. Väliharju et al. 1997, pp. 27...49
- Klaus Kreimeier 1997:
Fingierter Dokumentarfilm und Strategien des Authentischen. Hoffmann 1997, S. 29...46
- Henrik Kreutz, Stefan Titscher 1974:
Die Konstruktion von Fragebögen. In Koolwijk/Wieken-Mayser 1974
- Peter Krieg 1997:
Die Inszenierung des Authentischen. Hoffmann 1997, S. 85...95
- James A. Kulik, Chen-Lin C. Kulik 1989:
Meta-Analysis in Education. International Journal of Educational Research, 13 (1989),
pp. 221...340
- Alison G. Kwok, Walter T. Grondzik 2000:
Developing vital signs case studies. Steemers/Yannas 2000, pp. 708...712
- L**
- Michael Lang 2000:
Zum Teufel mit der Anleitung. SZ, 27.12.2000, S. V2/12
- Inghard Langer, Friedemann Schulz v. Thun, Reinhard Tausch 1993:
Sich verständlich ausdrücken, München: Ernst Reinhardt Verlag, ⁵1993
- Barbara Lauter 1987:
Software-Ergonomie in der Praxis – Software anwenderfreundlich schreiben. München:
Oldenbourg, 1987
- Detlev Leutner 1997:
Adaptivität und Adaptierbarkeit multimedialer Lehr- und Informationssysteme.
Issing/Klimsa 1997, S. 139...149
- A. Lewy 1989:
Formative and Summative Evaluation. Eraut 1989a, pp. 437...439

LSW (Landesinstitut für Schule und Weiterbildung) (Hrsg.) 1995:
Lehren und Lernen als konstruktive Tätigkeit: Beiträge zu einer konstruktivistischen
Theorie des Unterrichts. Soest: LSW, 1995

LSW (Landesinstitut für Schule und Weiterbildung) (Hrsg.) 1997:
Evaluation der Weiterbildung: Gutachten. Bönen: Verlag für Schule und Weiterbildung,
1997

M

Heinz Mandl, Hans Gruber, Alexander Renkl 1997:
Situierendes Lernen in multimedialen Lernumgebungen. Issing/Klimsa 1997, S. 167...178

Gary Marchionini 1990:
Evaluating Hypermedia-Based Learning. Jonassen/Mandl 1990, pp. 355...373

Michael Jay Markman 1988:
Epilogue: HyperCard. Ambron/Hooper 1988, pp. 331...339

Terry Mayes, Mike Kibby, Tony Anderson 1990:
Learning About Learning From Hypertext. Jonassen/Mandl 1990, pp. 227...250

Ray McAleese 1989:
Hypertext: theory into practice. Oxford: Intellect, 1989

G.F. McVey 1989:
Learning Environments. Eraut 1989a, pp. 124...131

Dennis L. Meadows 1973:
Die Grenzen des Wachstums: Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit. Reinbek
b. Hamburg: Rororo, 1973

Milo Medin, Jay Rolls 1999:
The Internet via Cable. Scientific American, 10/1999, pp. 80...81

Marion Meier 2000:
Jeder sei seine eigene Maus. SZ, 18.01.2000, S. V2/14

Catherine Merz, Florentzou Florentzos, Jean-Bernard Gay, Philipp Kräuchli, Amina Ould-
Henia, Jean-Louis Scartezzini 1999:
CD-ROM – Architecture et développement durable. Proceedings “Solar Energy in
Buildings”, CISBAT '99, Lausanne, Sept. 22nd-23rd, 1999. Lausanne: EPFL-LESO,
pp. 453...457

Wolfgang Metzger 1954:
Sehen, Hören und Tasten in der Lehre von der Gestalt. Schweizerische Zeitschrift für
Psychologie, 13 (1954), S. 188...198; abgedruckt in Wolfgang Metzger: Gestalt-Psycho-
logie: ausgew. Werke aus d. Jahren 1950-1982; hrsg. u. eingel. von Michael Stadler,
Heinrich Crabus. Frankfurt a.M.: Verlag Dr. Waldemar Kramer, 1986, S. 283...290

Wolfgang Metzger 1975:

Gesetze des Sehens. Frankfurt a.M.: Verlag Waldemar Kramer, ³1975

Vittorio Midoro, Giorgio Olimpo, Donatella Persico, Luigi Sarti 1991:

Multimedia Navigable Systems and Artificial Intelligence. Robert Lewis, Setsuko Otsuki (eds.): Advanced Research on Computers in Education. Amsterdam: North-Holland, 1991, pp. 179...184

Lee D. Mitgang 1997:

Saving the Soul of Architectural Education. Architectural Record, 05/97, pp. 124...130

Silke Mittrach 1999:

Lehren und Lernen in der Virtuellen Universität: Konzepte, Erfahrungen, Evaluation. Aachen: Shaker, 1999

Jochen Musch 1997:

Die Geschichte des Netzes: ein historischer Abriß. Batinic 1997, S. 27...48

N

Nemetschek 1999:

Nemetschek D-Board: Das Wichtigste auf einen Blick. LineLetter (Nemetschek AG, München), 6/1999, S. 6/7

Henrietta Nickels Shirk 1992:

Cognitive Architecture in Hypermedia Instruction. Barrett 1992, pp. 79...93

Jakob Nielsen 1990:

Evaluating Hypertext Usability. Jonassen/Mandl 1990, pp. 147...168

Michael Noffz 1998:

Visualisierung in der Wissenschaft: Das virtuelle Forschungslabor. Hauff 1998, S. 173...185

Sigrid Nolda (Hrsg.) 1996:

Erwachsenenbildung in der Wissensgesellschaft. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 1996

Ikujiro Nonaka 1994:

A Dynamic Theory of Organizational Knowledge Creation. Organization Science, 5 (1994) 1, pp. 14...37

Robert P. Norcross 1999:

Satellites: The Strategic High Ground. Scientific American, 10/1999, pp. 86...87

James M. Nyce, Paul Kahn (eds.) 1991:

From Memex to Hypertext: Vannevar Bush and the Mind's Machine. Boston et al.: Academic Press, 1991

O

Stephan Oberländer, Judith Huber, Gerhard Müller 1997:

Das Niedrigenergiehaus: Ein Handbuch – Mit Planungsregeln zum Passivhaus. Stuttgart: Kohlhammer, ²1997

Thomas Oberle, Martin Wessner 1998:

Der Nürnberger Trichter: Computer machen Lernen leicht!?! (Forum Beruf und Bildung; Bd. 10). Alsbach/Bergstraße: LTV-Verlag, 1998

Alfons Oebbeke 1999:

Mit dem richtigen Format im Internet im Bilde. AEC-Report, 6/1999, S. 22...27

Alfons Oebbeke 2000a:

Emoticons, Smiley & Co. http://www.glossar.de/glossar/z_smiley.htm, 25.09.2000 10:26

Alfons Oebbeke 2000b:

Netikette – Benimm-Regeln im Netz. http://www.glossar.de/glossar/z_netiquet.htm, 10.12.2000 11:32

Rolf Oerter, Martin Schuster-Oeltzschner 1987:

Gedächtnis und Wissen. Rolf Oerter, Leo Montada et al.: Entwicklungspsychologie. München: Psychologie Verlags Union, 1987, S. 537...577

James R. Okey 1990:

Tools of Analysis in Instructional Development. Educational Technology, 30 (1990) 6, pp. 28...32

Reinhard Oppermann, Bernd Murchner, Harald Reiterer, Manfred Koch 1992:

Software-ergonomische Evaluation: Der Leitfaden EVADIS II (Mensch – Computer – Kommunikation; Bd. 5/2). Berlin: de Gruyter, 1992

P

Ok-choon Park 1994:

Dynamic Visual Displays in Media-Based Instruction. Educational Technology, 34 (1994) 4, pp. 21...25

Martin Pawley 1996:

Architektur im Kampf gegen die neuen Medien. Iglhaut et al. 1996, S. 27...38

Kirsten Petersen 1996:

Design eines Courseware-Entwicklungssystems für den computerunterstützten universitären Unterricht (Entscheidungsunterstützung für ökonomische Probleme; Bd. 9). Frankfurt a.M.: Peter Lang, 1996

Jean Piaget 1976:

Die Äquilibration der kognitiven Strukturen. Stuttgart: Klett, 1976

Michael Polanyi 1983:

The Tacit Dimension. Gloucester, Mass.: Peter Smith, 1983

Karl R. Popper 1984:

Objektive Erkenntnis – Ein evolutionärer Entwurf. Hamburg: Hoffmann und Campe, ⁴1984

Hilde-Josephine Post 1999:

Spielzeugautos aus dem Fax. SZ, 28.12.1999

R

Edwin Rausch 1966:

Das Eigenschaftsproblem in der Gestalttheorie der Wahrnehmung. Wolfgang Metzger (Hrsg.): Handbuch der Psychologie; Bd. 1, 1. Hälfte. Göttingen: Hogrefe, 1966

Gabi Reinmann-Rothmeier, Heinz Mandl 1996:

Lernumgebungen mit Neuen Medien gestalten. Beste/Kälke 1996, S. 65...74

Robert A. Reiser, Robert M. Gagné 1983:

Selecting Media for Instruction. Englewood Cliffs: Educational Technology Publications, 1983

RENARCH (Renewable Energy in Architecture) 2000a:

RENARCH – The Project. <http://www.renarch.com/>, 20.09.2000 08:02

RENARCH (Renewable Energy in Architecture) 2000b:

Online-Workshop: Gebäude-Energieberater. <http://www.renarch.de/eb-kassel/>, 28.12.2000 09:56

Lauren B. Resnick (ed.) 1989:

Knowing, Learning, and Instruction. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Ass., 1989

Wolf-Fritz Riekert, Klaus Tochtermann (Hrsg.) 1998:

Hypermedia im Umweltschutz: 1. Workshop, Ulm 1998. Marburg: Metropolis-Verlag, 1998

Manfred Roithmeier 1989:

Denkmodell „Wissensvermittlung“: Kann der Lehrer Wissen vermitteln? Pädagogische Welt, 43 (1989) 11, S. 494...496

Franz Josef Röhl, Hildegard Wolf 1995:

Grundlagen der Bildgestaltung – Hinweise zur normativen Kraft der Ästhetik. Baacke/Röhl 1995, S. 171...196

S

Gavriel Salomon 1984:

Television Is “Easy” and Print Is “Tough”: The Differential Investment of Mental Effort in Learning as a Function of Perceptions and Attributions. Journal of Educational Psychology, 76 (1984) 4, pp. 647...658

- Jean-Louis Scartezzini, Jean-Bernard Gay, Catherine Merz, Flourentzou Flourentzos, Philippe Kräuchli, François Leresche 2000:
Architecture et développement durable (CD-ROM). Lausanne: EPFL, LESO-PB, 2000
- Roger C. Schank, Andrew Fano, Benjamin Bell, Menachem Jona 1994:
The Design of Goal-Based Scenarios. *The Journal of the Learning Sciences*, 3 (1994) 4, pp. 305...345
- Benedikta Scheibenzuber, Rolf Kretschmer 1999:
Netzplanung: Internetgestützte Projektabwicklung bei der Architektengruppe modem. CAD & Internet, Sonderheft der db (deutsche bauzeitung) zur ACS – Computersysteme im Bauwesen '99. Frankfurt a.M.: 10.-12.11.1999, S. 20...25
- Marc Schiler, Madhu Gupta, Anish Tripathi, Karen Kensek, Doug Noble 1999:
Websites as a Technology Transfer Library and Software Dissemination Source. Proceedings "Solar Energy in Buildings", CISBAT '99, Lausanne, Sept. 22nd-23rd, 1999. Lausanne: EPFL-LESO, pp. 443...447
- Marc Schiler, Karen Kensek, Doug Noble 2000:
Websites as a computer toolshed and library – An introduction to USC-MBS. Steemers/Yannas 2000, pp. 803...804
- Gunter Schlageter, Peter Buhrmann, Frank Laskowski, Silke Mittrach 1998:
Virtuelle Universität: eine neue Generation netzbasierter Bildungssysteme. Hauff 1998, S. 23...36
- Siegfried J. Schmidt 1998:
Die Zählung des Blicks: Konstruktivismus – Empirie – Wissenschaft. Frankfurt a.M.: Suhrkamp, 1998
- Robert Schmittmann 1985:
Architektur als Partner für Lehren und Lernen: eine handlungstheoretisch orientierte Evaluationsstudie am Großraum der Laborschule Bielefeld (Europäische Hochschulschriften; Reihe 6, Bd. 141). Frankfurt a.M.: Verlag Peter Lang, 1985
- Franz Schott 1991:
Instruktionsdesign, Instruktionstheorie und Wissensdesign: Aufgabenstellung, gegenwärtiger Stand und zukünftige Herausforderungen. *Unterrichtswissenschaft* 193 (1991), S. 195...217
- Wolfgang Schuler, Jörg Hannemann, Norbert Streitz (eds.) 1995:
Designing User Interfaces for Hypermedia (Research Reports ESPRIT Project 6532, HIFI; Vol. 1). Berlin: Springer-Verlag, 1995
- Rolf Schulmeister 1997:
Grundlagen hypermedialer Lernsysteme: Theorie – Didaktik – Design. München: Oldenbourg Verlag, ²1997
- Rolf Schulmeister 1998:
Medien und Hochschuldidaktik: Welchen Beitrag können neue Medien zur Studienreform leisten? Hauff 1998, S. 37...53

Anne-Catrin Schultz, Thomas Fütterer 1998:

Lost and found: Tips zur effektiven Recherche im Internet. CAD & Internet, Sonderheft der db (deutsche bauzeitung) zur ACS – Computersysteme im Bauwesen '98. Frankfurt a.M.: 12.-14.11.1998, S. 10...19

Paul W. Shumate Jr. 1999:

The Broadest Broadband. Scientific American, 10/1999, pp. 84...85

Hartmut Simon (Hrsg.) 1997:

Virtueller Campus: Forschung und Entwicklung für neues Lehren und Lernen. Münster: Waxmann Verlag, 1997

Burrhus F. Skinner 1971:

Erziehung als Verhaltensformung: Grundlagen einer Technologie des Lehrens. München: Keimer, 1971

Burrhus F. Skinner, Werner Correll 1967:

Denken und Lernen. Braunschweig: Georg Westermann, 1967

John Skoro 1999:

LMDS: Broadband Wireless Access. Scientific American, 10/1999, pp. 88...89

Elliot Soloway, Shari L. Jackson, Jonathan Klein, Chris Quintana, James Reed, Jeff Spitulnik, Steven J. Stratford, Scott Studer 1996:

Learning Theory in Practice: Case Studies of Learner-Centered Design. http://hice.eecs.umich.edu/hiceinformation/papers/learning_theory/index.html, 06.11.2000 19:08

Robin M. Starr, William D. Milheim 1996:

Educational Uses of the Internet: An Exploratory Survey. Educational Technology, Sept./Oct. 1996, pp. 19...28

Joachim Stary 1997:

Visualisieren: ein Studien- und Praxisbuch. Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor GmbH, 1997

Statistisches Bundesamt 2000:

Neue Informationstechnologien zunehmend in deutschen Haushalten (Mitteilung für die Presse). Wiesbaden: Statistisches Bundesamt, 25.09.2000

Koen Steemers, Simos Yannas (eds.) 2000:

Architecture – City – Environment: Proceedings of PLEA 2000, Cambridge, July 2nd-5th, 2000. London: James & James, 2000

Gerhard Steindorf 1985:

Lernen und Wissen – Theorie des Wissens und der Wissensvermittlung. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 1985

Norbert A. Streitz 1998:

Integrated Design of Real Spaces and Virtual Information Spaces Supporting Creativity and Learning. Proceedings "ED-MEDIA & ED-TELECOM 98", 10th World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia & World Conference on Educational Telecommunications (CD-ROM). Charlottesville: AACE (Association for the Advancement of Computing in Education), 1998, pp. 36/37

Peter Struck 1996:

Die Schule der Zukunft: Von der Belehrungsanstalt zur Lernwerkstatt. Darmstadt: Wiss. Buchgesellschaft, 1996

Robert Strzebkowski 1997:

Realisierung von Interaktivität und multimedialen Präsentationstechniken. Issing/Klimsa 1997, S. 269...303

SZ (Süddeutsche Zeitung) 2000:

Papier statt Bildschirm – Gedrucktes prägt sich besser ein. SZ, 16.08.2000

T

Sigmar-Olaf Tergan 1997:

Hypertext und Hypermedia: Konzeption, Lernmöglichkeiten, Lernprobleme. Issing/Klimsa 1997, S. 123...137

Stephanie Teufel, Christian Sauter, Thomas Mühlherr, Kurt Bauknecht 1995:

Computerunterstützung für die Gruppenarbeit. Bonn: Addison-Wesley, 1995

Dorothea Thomé 1989:

Kriterien zur Bewertung von Lernsoftware. Heidelberg: Dr. Alfred Hüthig Verlag GmbH, 1989

Christian W. Thomsen 1994a:

Visionary Architecture – From Babylon to Virtual Reality. München: Prestel, 1994

Christian W. Thomsen 1994b:

Zu Möglichkeiten medialer Narrativik in hybriden Architekturen. Christian W. Thomsen (Hrsg.): Hybridkultur: Bildschirmmedien und Evolutionsformen der Künste – Annäherungen an ein interdisziplinäres Problem (Arbeitshefte Bildschirmmedien; 46). Siegen: Universität Siegen, DFG-Sonderforschungsbereich 240 „Ästhetik, Pragmatik und Geschichte der Bildschirmmedien“, 1994, S. 47...64

Donald T. Tosti, John R. Ball 1969:

A Behavioral Approach to Instructional Design and Media Selection. AV Communication Review, 17 (1969) 1, pp. 5...25

Melita Tuschinski 1997a:

Vernetzt, virtuell und multimedial... Heinze 1997, S. 6...13

Melita Tuschinski 1997b:

Digitale Informationen zu energiesparender Architektur. Deutsches Architektenblatt, 11/97, S. 1716...1720

Melita Tuschinski 1998a:

Ökologie im Internet. db, 6/98, S. 102

Melita Tuschinski 1998b:

Niedrigenergiehaus im Internet: Online-Informationen zu energiesparender Architektur. Deutsches Architektenblatt, 6/98, S. 810

Melita Tuschinski 2001:

EnEV-online: EnergieEinsparverordnung und Energiepass für Gebäude. <http://www.enev-online.de/>, 22.01.2001 15:06

U

USC-MBS (University of Southern California, Master of Building Science program 1999:
Note from the Director. <http://www.usc.edu/dept/architecture/mbs/intro/note.html>,
22.11.1999 02:21

UVM-NW (Universitätsverbund MultiMedia Nordrhein-Westfalen) 1999:
Allgemeine Gestaltungsaspekte von CBT-Programmen. http://www.uvm-nw.de/infothek/mediengestaltung/cbt/i_cbt.html, 30.04.1999 11:40

V

Timo Väliharju et al. (ed.) 1997:

Digital Media as a Learning Environment. Tampere: University of Tampere, Hypermedia Laboratory, 1997

Guillermo Vásquez de Velasco, Antonieta Angulo Mendivil 1992:

Using HyperCard to make architecture education more learner-centred. *British Journal of Educational Technology*, 23 (1992) 3, pp. 172...180

Frederic Vester 1984:

Denken, Lernen, Vergessen: Was geht in unserem Kopf vor, wie lernt das Gehirn, und wann läßt es uns im Stich? München: dtv, ¹¹1984

Peter Vitouch, Hans-Jörg Tinchon (Hrsg.) 1996:

Cognitive Maps und Medien: Formen mentaler Repräsentation bei der Medienwahrnehmung (Schriftenreihe zur empirischen Medienforschung; Bd. 1). Frankfurt a.M.: Lang, 1996

W

Herwig Walitsch 1999:

Computer. Hiebel et al. 1999, S. 1029...1060

Herwig Walitsch, Hans H. Hiebler 1999:

Optische Medien. Hiebel et al. 1999, S. 281...539

Paul Watzlawick, Janet H. Beavin, Don D. Jackson 1990:

Menschliche Kommunikation: Formen, Störungen, Paradoxien. Bern: Huber, ⁸1990

Brian R. Webb 1996:

The role of users in interactive systems design: when computers are theatre, do we want the audience to write the script? *Behaviour & Information Technology*, 15 (1996) 2, pp. 76...83

- Willi Weber, Heinrich Drexler, Peter Gallinelli, Peter Haefeli, Bernard Lachal 1996:
DIAS Interactive Database on Solar Architecture – PEM Pascool Electronic Meta-
handbook. Proceedings “4th European Conference on Solar Energy in Architecture and
Urban Planning”, Berlin, March 26th-29th, 1996. Bedford: H.S. Stephens & Associates,
1996, pp. 201...204
- Bernd Weidenmann 1989:
Der mentale Aufwand beim Fernsehen. Groebel/Winterhoff-Spurk 1989, S. 134...149
- Bernd Weidenmann 1995:
Erfolgreiche Kurse und Seminare: professionelles Lernen mit Erwachsenen. Weinheim:
Beltz Verlag, 1995
- Bernd Weidenmann 1997a:
Multicodierung und Multimodalität im Lernprozeß. Issing/Klimsa 1997, S. 65...84
- Bernd Weidenmann 1997b:
Abbilder in Multimedia-Anwendungen. Issing/Klimsa 1997, S. 107...121
- Mark Weiser 1991:
The Computer for the 21st Century. Scientific American, 9/1991, pp. 66...75
- M. Wertheimer 1923:
Untersuchungen zur Lehre von der Gestalt II. Psychologische Forschung, 4 (1923),
S. 301...350
- Hans Herbert Wilhelmi 1995:
Neue Perspektiven der Umwelt- und Gesundheitsbildung. Eulefeld/Jaritz 1995, S. 79...87
- Jürgen Wilke 1996:
Multimedia – Strukturwandel durch neue Kommunikationstechnologien. Aus Politik und
Zeitgeschichte (Beilage zur Wochenzeitung „Das Parlament“), B 32/96, 2.8.1996, S. 3...15
- WIRE (World-wide Information System for Renewable Energy) 2001:
RE Software. <http://wire0.ises.org/wire/Publications/resoft.nsf?OpenDatabase>, 16.01.2001
09:20
- Holger Wormer 1996:
Unklare Aussichten für die Augen. SZ, 12.12.1996, S. 39
- B.R. Worthen 1989:
Program Evaluation. Eraut 1989a, pp. 439...445
- Heinrich Wottawa, Heike Thierau 1998:
Lehrbuch Evaluation. Bern: Huber, 1998
- Holger Wyrwa 1995:
Konstruktivismus und Schulpädagogik - Eine Allianz für die Zukunft? LSW 1995,
S. 15...45

Z

ZBau (Donau-Universität Krems, Zentrum für Bauen und Umwelt) 2000:
Universitätslehrgang „Solares Planen und Bauen“. <http://www.donau-uni.ac.at/umwelt/zbau/lgspub.html>, 05.07.2000 05:06

Gene Zelazny 1992:

Wie aus Zahlen Bilder werden. Wiesbaden: Gabler, 1992

John Ziman 1978:

Reliable knowledge – An exploration of the grounds for belief in science. Cambridge:
Cambridge University Press, 1978

