

UNIVERSITÄT – GESAMTHOCHSCHULE – SIEGEN

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des Grades eines Diplom-Sozialpädagogen im Studiengang
Außerschulisches Erziehungs- und Sozialwesen an der
Universität – Gesamthochschule – Siegen

**Lernsoftware für außerschulische pädagogische
Handlungsfelder: Analysen und Bewertungen.**

Eingereicht von:

Tim Schlotfeldt

Prüfer:

1. Prüfer: Prof. Dr. Adolf Kell
2. Prüfer: Dr. Manfred Kammer

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	V
Abbildungsverzeichnis	VI
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung	2
1.2 Aufbau der Arbeit	3
2 Begriffsbestimmungen	4
2.1 Interaktives Video	5
2.2 Hypertext und Hypermedia	6
2.3 Multimedia	7
2.4 Interaktivität	10
2.5 Von Lernapparaten und denkenden Maschinen	12
3 Psychologische Grundlagen	14
3.1 Wissen und Lernen	15
3.2 Behaviorismus	16
3.2.1 Edward L. Thorndikes „trail and error“	17
3.2.2 Burrhus F. Skinners „Operante Konditionierung“	17

3.3	Kognitivismus	19
3.4	Konstruktivismus	22
3.5	Das fünfstufige Lernmodell der Brüder Dreyfus	24
3.6	Instruktion	25
3.6.1	Instruktionstheorie	26
3.6.2	Instruktionsdesign	27
4	Software-Typologie	29
4.1	Präsentations- und Visualisierungssoftware	30
4.2	Drill- und Testsoftware	32
4.3	Tutorensysteme	34
4.4	Simulationen	35
4.5	Mikrowelten und Modellbildung	38
5	Bewertung	39
5.1	Herkömmliche Bewertungsverfahren	40
5.1.1	Kriterienkataloge	40
5.1.2	Rezensionen	42
5.1.3	Erprobung des Lernerfolgs	42
5.2	Ein heuristisches Modell zur Softwarebewertung	43
5.2.1	Rahmenbedingungen festlegen	43
5.2.2	Lernziel, Lernstufe und Lehrstrategie festlegen	43
5.2.3	Software-Recherche	44
5.2.4	Generierende Fragen an die Software stellen	44
5.3	Evaluation	46

5.3.1	Ablauflogik von Evaluationen	48
5.3.1.1	Wertansprüche	48
5.3.1.2	Wertzuweisungen	49
5.3.1.3	Gewichtung von Wertansprüchen	50
5.3.2	Taxonomie von Evaluationsansätzen	53
5.3.2.1	Interessensorientierung von echten Evaluati- onsansätzen	54
5.4	Ein praktisches Beispiel	56
6	Resümee und Ausblick	58
	Literaturverzeichnis	62

Abkürzungsverzeichnis

AI	Artificial Intelligence
AL	Artificial Life
ASI	Austrian Academic Software Initiative
CAI	Computer Assisted Instruction
CBT	Computer Based Training
CUI	Computerunterstützte Instruktion
CUU	Computerunterstützter Unterricht
CuL	Computerunterstütztes Lernen
EASA	European Academic Software Award
GI	Gesellschaft für Informatik
GPL	Große Prüfliste für Lernsoftware
HTML	Hypertext Markup Language
ID	Instruktionsdesign
ITS	Intelligente Tutorensysteme
KI	Künstliche Intelligenz
KL	Künstliches Leben
NGS	Numerische Gewichtung und Summierung
NSF	National Science Foundation of America
PC	Personal Computer
PLATO	Programmed Logic for Automatic Teaching Operation
QGS	Qualitative Gewichtung und Summierung
TICCIT	Time-shared Interactive Computer Controlled Information Television
WWW	World Wide Web

Abbildungsverzeichnis

2.1	Mutimedia als ein zweidimensionales Konzept	8
2.2	Interaktionszyklus	11
3.1	Lernmodell des Konstruktivismus	23
4.1	Beispiel eines Drill- und Testprogramms	33
5.1	Ein heuristisches Modell zur Softwarebewertung	44
5.2	Interessensorientierungen bei echten Evaluationen	54

1 Einleitung

In Wirtschaft, Politik und Wissenschaft wird einhellig davon ausgegangen, daß wir uns auf dem Weg ins Informationszeitalter befinden bzw. es schon längst erreicht haben.¹ Es wird vor allem durch den für jedermann jederzeit freien Zugang zu elektronischen Informationen geprägt sein. Diese Ära wird die Menschen vor völlig neue Anforderungen – bedingt durch das exponentielle Wachstum unseres Wissens – stellen, die eine permanente Weiterbildung erforderlich machen. So kommen einige derzeitige Studien zu dem Schluß, daß das aktuelle Wissen eines Arbeitnehmers eine durchschnittliche Halbwertszeit von drei Jahren hat. Nach Ablauf dieser Zeit ist lediglich die Hälfte seiner Qualifikation für die Ausübung seines Berufes noch von Bedeutung.²

Als einen Ausweg aus den oben aufgeführten Problemen werden häufig die sogenannten „Neuen Medien“ diskutiert. Begriffe wie Internet, Virtual Reality und Multimedia sind nicht mehr einem kleinen Kreis wissender Experten vorbehalten. Es werden Lernkonzepte, die die Neuen Medien, hier vor allem den sogenannten „Multimedia-PC“, berücksichtigen oder gar zur tragenden Säule avancieren lassen,³ entwickelt.

Multimedia-Computer sind für Privathaushalte erschwinglich geworden und trotz zum Teil erheblicher Akzeptanz-Probleme der neuen Informationstechnologien⁴ finden sie eine immer größere Verbreitung in den Privathaushalten.⁵ Es sei in

¹Siehe hierzu [Bundesministerium für Wirtschaft \(1995\)](#), [Tangens & Glaser \(1996\)](#).

²Vgl. [Geyken et al. \(1996\)](#) S. 4.

³Siehe hierzu [Papert \(1994\)](#), [Tully \(1994\)](#), [Tully \(1996\)](#), [Lück \(1994\)](#), [Issing & Klimsa \(1995a\)](#), [LEU \(1995\)](#).

⁴Siehe hierzu [Opaschowski \(1995\)](#).

⁵Nach [Bundesministerium für Wirtschaft \(1995\)](#) S. 66 kamen 1995 auf 100 Einwohner Deutschlands 19 Computer, im Vorjahr waren es noch 15.

diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, daß im Zuge dieser Arbeit nicht auf die Problematik der Einführung einer neuen Technologie eingegangen werden soll. Die vor allem von der Sozialwissenschaft aufgeworfenen Bedenken gegenüber den Folgen der Einführung der Computertechnologie, wie zum Beispiel Vereinsamung, soziale Isolierung oder gar Autismus,¹ sollen und können hier nicht besprochen werden.

1.1 Problemstellung

Mit der Verbreitung der ersten Bildschirmspielgeräte in den 70er Jahren setzte eine kontrovers geführte Diskussion über deren Folgen ein. Es wurden Befürchtungen geäußert, daß Kindern und Jugendlichen ein rein technisches, lineares Denken eigen würde, dagegen aber Phantasie, intuitives und assoziatives Denken verkümmern könnten (allerdings konnten diese Bedenken von Seiten der Wissenschaft nicht bestätigt werden²).³ Auch heute sind die Neuen Medien gerade im Zusammenhang mit deren Nutzung durch Kinder und Jugendliche umstritten und Eltern wie Pädagogen sind verunsichert, wenn es um Bewertung und Beurteilung von z.B. Computerprogrammen geht.

Mit der vorliegenden Arbeit, die sich vor allem an Veröffentlichungen von Peter Baumgartner und Sabine Payr orientiert, soll ein Überblick über die Möglichkeiten der Herangehensweise an und Beurteilung von Lernsoftware und Edutainment-Titel im außerschulischen Bereich gegeben werden. Es werden nicht allgemeingültige pädagogische Konzepte besprochen oder übertragen, sondern ausschließlich die Eigenheiten einer Wissensvermittlung und -repräsentation durch computergestützte Systeme dargelegt. Relevant sind die vielfältigen Formen der computergerechten Visualisierung, Interaktion sowie Adaptivität.

Auf den Begriff „Lernsoftware“ wird in Kapitel 2 genauer eingegangen. Zur ersten Orientierung sei erwähnt, daß darunter Anwendungen wie Lernprogramme

¹Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 120.

²Siehe hierzu Hoelscher (1994) S. 46ff.

³Vgl. Dittler & Mandl (1994) S. 52f.

und Spiele mit erzieherischem Anspruch, sogenannte Edutainment-Titel, für Vorschulkinder bis zu Anwendungen der Erwachsenenbildung, verstanden werden sollen.

1.2 Aufbau der Arbeit

Kapitel 2 befaßt sich mit der Bestimmung und Abgrenzung der für diese Arbeit so immanent wichtigen Begriffe wie „Lernsoftware“ und „Bildungssoftware“ sowie dessen implizierten Teilbereichen. Es wird sich dabei zeigen, dass einige bis heute unscharfe Definitionen nicht aufzulösen sind.

Der darauffolgende Abschnitt, Kapitel 3, bietet einen Überblick über die wichtigsten lerntheoretischen Ansätze sowie den Einfluß der verschiedenen psychologischen Schulen auf die Entwicklung von „Lernapparaten“ und computergestützten Lernsystemen. Es wird insbesondere das auf den Konstruktivismus, der in letzter Zeit eine wachsende Bedeutung erfährt,¹ zurückzuführende Lernmodell der Brüder Dreyfus hervorgehoben. Daneben sollen zum Abschluß die Grundzüge des Instruktionsgedanken dargelegt werden.

Die Ausführungen in Kapitel 4 greifen vorrangig auf die Arbeiten von Baumgartner und Payr zurück.² Es wird ein Schema zur Einordnung von Lernsoftware behandelt, das sich nicht an die häufig vorzufindende Typologie der „technischen Komplexität“ hält, sondern sich an rein pädagogischen und didaktischen Maßstäben orientiert.

Eine einfache, praktikable Form der Softwarebewertung kann das Kapitel 5 nicht bieten, jedoch von ersten Ansätzen berichten. Neben herkömmlichen Bewertungsverfahren wird eine von Baumgartner vorgeschlagene Herangehensweise zur Beurteilung von Lern- bzw. Bildungssoftware behandelt. Darauf folgt ein Einblick in Evaluationsformen und -ablauf, der sich allerdings auf ein noch unveröffentlichtes Manuskript von Baumgartner stützt. Abschließend wird das Bewertungsverfahren zum European Academic Software Award erläutert.

¹Siehe hierzu [Baumgartner & Payr \(1994\)](#), [Reinmann-Rothmeier & Mandl \(1996\)](#).

²Siehe hierzu [Baumgartner & Payr \(1994\)](#).

2 Begriffsbestimmungen

Bedingt durch das „...pädagogische Desaster...“¹ der frühen behavioristischen Lernmaschinen hat sich die Medienpädagogik dem Thema Computer als Lernmedium nur in einer sehr theoretischen, dem kommunikationswissenschaftlichen Paradigma verpflichteten Sichtweise, genähert. Dies hat zur Folge gehabt, daß eine Vielzahl von Ansätzen, Theorien und Modellen erarbeitet worden sind, die jedoch die durch neue Medien und neue Technologien geschaffenen pädagogischen Möglichkeiten bisweilen stark vernachlässigen oder gar ignorieren.²

Ein häufig verwendeter Begriff ist der der „Lernsoftware“ bzw. des „Lernprogramms“. Lernsoftware soll hier als Software verstanden werden, die eigens für Lehr- und Lernzwecke programmiert worden ist und hauptsächlich im Bildungsbereich eingesetzt wird.³ Diesen Anwendungen ist ein didaktisches Konzept mit konkreten Lerninhalten für eine mehr oder weniger definierte Zielgruppe eigen.⁴ Hierunter fallen sowohl Programme für die Mitarbeiterweiterbildung eines Unternehmens wie auch Edutainment-Titel, also Programme, die auch als Spiel verstanden werden können.

Einen noch weiter greifenden Begriff schlagen Baumgartner und Payr mit dem der „Bildungssoftware“ (engl. „educational software“) vor,⁵ der jede Art von Software bezeichnet, die sich in irgendeiner Weise für Bildungszwecke verwenden läßt. Neben Lernsoftware kann auch eine Tabellenkalkulation unter diese Terminologie fallen, wenn sie z.B. zur Veranschaulichung eines bestimmten Sachverhalts genutzt wird.

¹ Baumgartner & Payr (1994) S. 126.

²Vgl. ebenda.

³Vgl. ebenda S. 137.

⁴Vgl. Baumgartner (1995) S. 244f.

⁵Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 137, Baumgartner (1995) S. 244.

In dieser Arbeit sollen vornehmlich die oben genannten Termini „Lernsoftware“ und „Bildungssoftware“ verwendet werden, da sie allgemeingültiger Natur und keinem bestimmten Lernparadigma verhaftet sind. Ganz im Gegensatz dazu stehen Begriffe wie *Computer Aided Instruction (CAI)*, *Computer Based Training (CBT)*, *Computer Aided Learning (CAL)*, *Computerunterstütztes Lernen (CuL)*, *Computerunterstützte Instruktion (CUI)*, *Courseware*, *Teachware* usw. Daher wird im Verlauf dieser Arbeit auch nicht auf sie näher eingegangen, zumal die Übergänge zwischen den einzelnen Kategorien fließend sind.¹

Jede Software stellt spezifische Mindestanforderungen an die Hardware. Erst im Verbund mit ihr kann man sie qualitativ beurteilen. Von daher ist es sinnvoll, von Systemen zu sprechen wie dies schon bei Instruktionssystemen und Multimedia-Systemen der Fall ist.²

2.1 Interaktives Video

Dieser Begriff, der ursprünglich aus der Unterhaltungselektronik stammt, wird vor allem zur Bezeichnung einer bestimmten Technik, die von einer speziellen Hardwareentwicklung geprägt ist, verwendet.³ Solche Systeme – wie z.B. die Bildplatte oder die CD-I (CD-Interactive) – ermöglichen das wahlfreie (und somit benutzergesteuerte) Abrufen von Videosequenzen. Die Interaktionsformen sind hier nicht besonders ausgeprägt, sie bestehen meist aus traditionellen multiple-choice Auswahlen, mit denen Videosequenzen aufgerufen werden. Eine wirkliche Interaktion mit dem Video, d.h. die Möglichkeit des Nutzers, in die gerade ablaufende Sequenz eingreifen zu können, ist bei den meisten Systemen bisher nicht gegeben.⁴

¹Vgl. Klimsa (1993) S. 164f.

²Vgl. Niegemann (1995) S. 39.

³Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 140.

⁴Vgl. ebenda.

2.2 Hypertext und Hypermedia

Hypertext und Hypermedia sind in den letzten Jahren zu einem vielbehandelten Thema geworden,¹ das mit der wachsenden Bedeutung des Internets und dessen auf der *Hypertext Markup Language* (HTML) basierendem *World Wide Web* (WWW) an Aktualität sogar noch gewonnen hat. Im Gegensatz zu den Hypertext-Systemen bieten Hypermedia zusätzlich die Integration von multimedialen Elementen² an.

Der Grundgedanke dieser Systeme ist der eines vernetzten Informationsangebotes,³ das Informationen in Form von Knoten und Verknüpfungen zwischen Knoten repräsentiert. Diese Struktur ermöglicht es z.B. einem Leser, nichtlinear vorzugehen und flexibel seinen individuellen Bedürfnissen und Wünschen entsprechend eigene Pfade zu erschließen.⁴

Knoten sind die elementaren Einheiten der Informationsspeicherung. Sie enthalten Objekte wie Text, Grafik, Ton, Abbildungen usw., dabei kann der Umfang eines Knoteninhaltes durchaus variieren. Verknüpfungen (engl. „links“) stellen die Beziehungen zwischen den Informationen dar. Dabei gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Strukturisierung und Darstellung der Informationen. Gänzlich unstrukturierten Hypertextbasen liegen lediglich referentielle Verknüpfungen zugrunde, während bei strengeren Organisationsformen auch semantische (hierarchische bzw. konzeptionelle) und pragmatische (z.B. argumentative oder kontextuelle) Prinzipien der Verknüpfungen zum Tragen kommen.⁵

Vor allem die Nichtlinearität der Hypertext- und Hypermedia-Systeme sowie die Benutzersteuerung machen sie für Lernsysteme interessant. Dieser Grundgedanke hat auch längst Einzug in die Lernsoftware gehalten und im wesentlichen sequentiell und starr ablaufende Umgebungen weitgehend ersetzt.⁶ Da in vielen Typen der Lern- und Bildungssoftware dieser Einfluß zu erkennen ist, können

¹Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 140.

²Siehe hierzu Kapitel 2.3.

³Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 141.

⁴Vgl. Tergan (1995) S. 123.

⁵Vgl. ebenda S. 125f.

⁶Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 141.

Hypertext und Hypermedia nicht als eigenständige Kategorien von Bildungssoftware angesehen werden.¹

2.3 Multimedia

Multimedia ist ein Schlagwort, das großartige Hoffnungen geweckt hat, auch und vor allem in der Wirtschaft. In dem von seinem Bundesministerium herausgegebenen Report „Die Informationsgesellschaft“ weist der Bundesminister für Wirtschaft auf die wachsende wirtschaftliche Bedeutung der „Neuen Medien“ hin, zu deren Schlüsselbegriffen zweifelsohne „Multimedia“ zählt.²

Die Frage bleibt, was denn nun Multimedia ist und was es ausmacht. Es sind eine Vielzahl von Definitionen aufgestellt worden, die sich zum Teil recht deutlich unterscheiden; und daß „Multimedia“ im Marketing schon eine geradezu inflationäre Verwendung findet, macht eine Spezifizierung nicht trivialer. Vor allem dürfte es sich auch hinsichtlich der rasanten technischen Entwicklung als äußerst problematisch erweisen, notwendige und hinreichende Merkmale zu bestimmen.³

Wenn heute von Multimedia die Rede ist, so ist in der Regel eine Technik der Medienverknüpfung gemeint, in dessen Zentrum der PC (engl. Personal Computer)⁴ steht.⁵ Diese (computergestützten) Multimedia-Systeme integrieren so verschiedene Medien wie Text, Pixelbilder, Grafik, Video, Ton etc. Allerdings ist es notwendig, zwischen zeitabhängigen (z.B. Animation) und zeitunabhängige (diskrete) Medien wie z.B. Text zu unterscheiden.⁶ Ein definitorischer Ansatz liegt also in der Beschränkung auf die rein technischen Merkmale, so daß Multimedia durch die Kombination zeitabhängiger (kontinuierlicher) und zeitunab-

¹Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 141.

²Vgl. Bundesministerium für Wirtschaft (1995) S. 1.

³Vgl. Kerres (1995) S. 26.

⁴Interessanterweise wurde aus dem *persönlichen Computer*, wie die Firma IBM ihren ersten Rechner für den Privatbereich bezeichnete, in Deutschland ein *Personalcomputer*.

⁵Vgl. Mandl (1995) S. 70.

⁶Vgl. Klimsa (1995) S. 7.

hängiger (diskreter) Medien definiert wird.¹

Issing und Klimsa bezeichnen Multimedia als eine neue Art und Weise der Mediennutzung in Informations- und Lernprozessen. Diese relativ neue Technik impliziert eine neue Art der individuellen Mediennutzung, sowohl in bezug auf Informationsprozesse wie auf Lernprozesse.² Multimedia kann laut Issing und Klimsa auch „...ein Sammelbegriff für solche hybriden Medien, die auf der Übertragungstechnik, Displaytechnik, Mikroprozessortechnik und Speichertechnik basieren und dabei mehrere Darstellungsformen (Text, Video, Audio usw.) verfügbar machen...“³ sein.

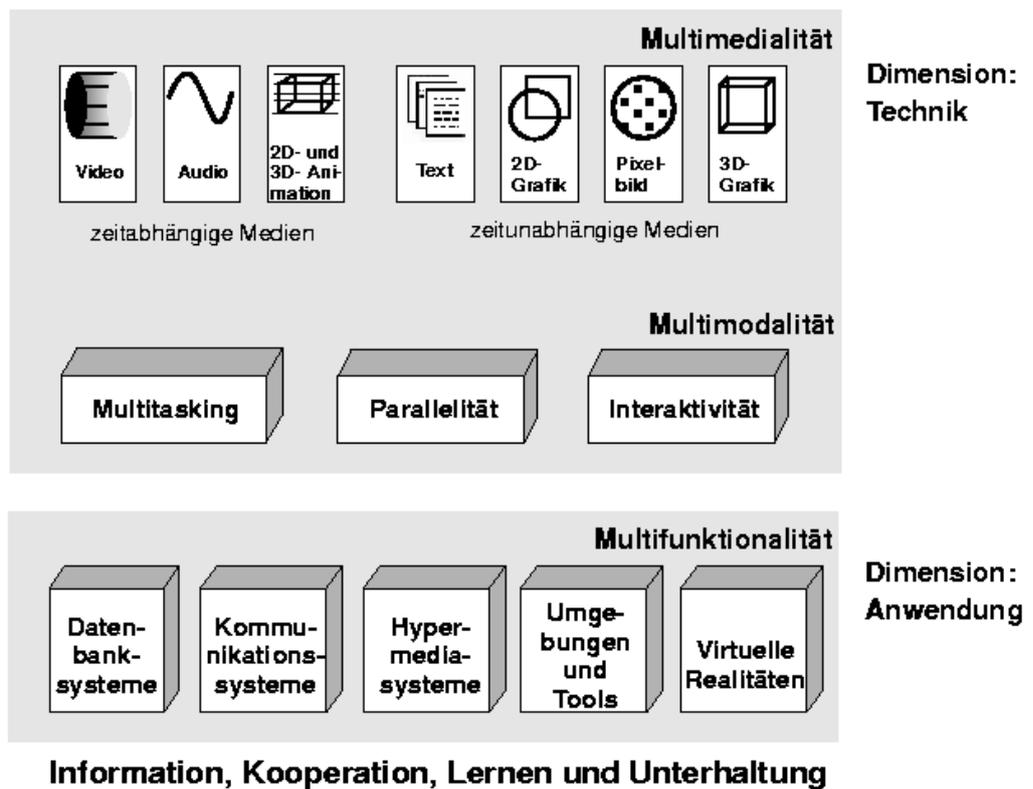


Abb. 2.1: Multimedia als ein Konzept, das technische und anwendungsbezogene Dimensionen integriert. Quelle: Klimsa (1995) S. 8.

¹Vgl. Kerres (1995) S. 26.

²Vgl. Issing & Klimsa (1995b) S. 1.

³Ebenda.

Neben dem Medienaspekt – der Multimedialität – spielen noch Interaktivität, Multitasking (gemeint ist die gleichzeitige Ausführung mehrerer Prozesse) sowie Parallelität bezüglich der gleichzeitigen Präsentation mehrerer Medien eine wichtige Rolle.¹ Klimsa schlägt daher vor, Multimedia als ein Konzept zu sehen, das zwei Dimensionen integriert, eine technische und eine anwendungsbezogene.² Die technische Dimension ist geprägt durch *Multimedialität* sowie *Multimodalität*. Mit der Multimodalität ist hier allerdings nicht die psychologische Bedeutung der Informationsaufnahme über mehrere Sinneskanäle gemeint, sondern die Art und Weise der Medienintegration und -präsentation.³ Die Dimension der Anwendung umfaßt dagegen Kategorien wie Datenbanksysteme, Kommunikationssysteme, Hypermediasysteme sowie spezifische Autorensysteme /-umgebungen und Multimediawerkzeuge.⁴ Erst der Aspekt der Anwendungen ermöglicht es, eine kontextbezogene Analyse des Multimediabegriffs durchzuführen. Denn für die wenigsten Anwendungen ist eine beliebige Medienkombination sinnvoll bzw. als „Multi-Media“ zu bezeichnen.⁵

Wie die vorstehenden Ausführungen gezeigt haben, ist der Begriff Multimedia ebenso weit verbreitet wie er auch unscharf und somit für den wissenschaftlichen Diskurs ungeeignet ist.⁶ Interaktivität, Asynchronität, Multifunktionalität sind Termini, die sich ohne weiteres der Multimedialität zuordnen lassen, ebenso wie Multicodierung,⁷ Adaptivität und Multimodalität.⁸ Für die vorliegende Arbeit mag die oben aufgeführte Umschreibung hinreichend sein, einer wissenschaftlichen Betrachtung genügt sie indes nicht.

¹Vgl. Klimsa (1995) S. 7.

²Vgl. ebenda S. 8.

³Vgl. ebenda S. 7f.

⁴Vgl. ebenda S. 9.

⁵Vgl. Klimsa (1995) S. 8.

⁶Vgl. Weidenmann (1995) S. 65.

⁷Siehe hierzu Weidenmann (1995) S. 65ff, Weidenmann (1994).

⁸Vgl. Issing & Klimsa (1995b) S. 1.

2.4 Interaktivität

In der Sozialpsychologie steht dieser Terminus für ein wechselseitiges, aufeinander bezogenes Verhalten von zwei oder mehr Personen. Diese Definition ist jedoch im Kontext von Multimedia nicht anwendbar. Statt dessen läßt sich „Interaktivität“ als abgeleiteter Begriff verstehen, der in bezug auf Computersysteme jene Eigenschaft von Software beschreibt, die Eingriffe in den Programmablauf seitens des Nutzers zulassen.¹ Der Nutzer ist nicht mehr bloßer Rezipient eines Mediums, sondern es ist ihm nun möglich, gestaltend in den Kommunikationsprozeß (wie auch in den Lernprozeß) einzugreifen. Diese Eigenschaft ist denn auch der zentrale Wesenszug der sogenannten „Neuen Medien“. Allerdings gibt es kein fundiertes Maß, anhand dessen der Grad der Interaktivität bestimmt werden könnte, obwohl Interaktivität eines der spezifischen Charakteristika und Gütemerkmale eines Lernprogramms ist. *„Ein hohes Maß an Interaktivität ist dann gegeben, wenn der Informationsfluß durch eine große Zahl von Zyklen der in [.. . Abb. 2.2] dargestellten Form gekennzeichnet ist.“*² Durch ein solches „zyklisches Feedback“³ ist es überhaupt erst möglich, individualisierte Lernumgebungen zur Verfügung zu stellen, die sich an spezielle Lernbedürfnisse und Interessen anpassen.

Realisieren läßt sich Interaktivität durch Implementierung folgender Merkmale:⁴

- Zugriff auf bestimmte Informationen, Auswählen, Umblättern.
- Ja/Nein- sowie Multiple-Choice-Antwortmöglichkeiten und Verzweigungen auf entsprechende Zusatzinformationen.
- Markierung bestimmter Funktionsteile und Aktivierung entsprechender Zusatzinformationen.
- Freier Eintrag komplexer Antworten auf komplexe Fragestellungen mit intelligentem tutoriellem Feedback (Sokratischer Dialog).

¹Vgl. Haack (1995) S. 153.

² Niegemann (1995) S. 41.

³Vgl. Haack (1995) S. 154.

⁴Vgl. ebenda S. 153.

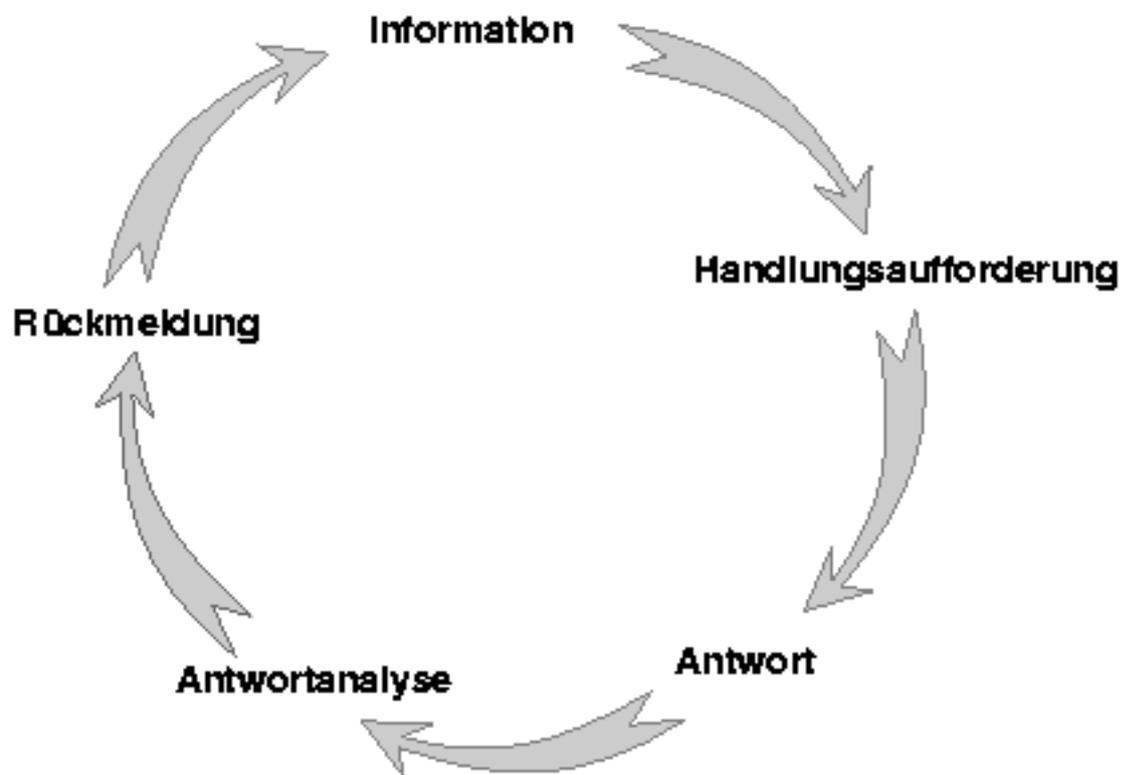


Abb. 2.2: Interaktionszyklus. Quelle: [Niegemann \(1995\)](#) S. 8.

- Freier ungebundener Dialog mit dem Tutor oder mit Lernpartnern mit Hilfe von Multimedia- und Hypermediasystemen.

All diese Charakteristika werfen die Problematik auf, daß eine Evaluation des Lernerfolges von Lernsoftware im klassischen Sinn nicht mehr möglich ist.¹ Die etablierten Evaluationsmodelle sind von den „alten Medien“, d.h. der passiven Wissensvermittlung, geprägt. Lernerfolg wird dementsprechend meist an Reproduktion und/oder Anwendung theoretischen Wissens gemessen.²

2.5 Von Lernapparaten und denkenden Maschinen

„Denkende“ Maschinen haben schon früh eine große Faszination auf die Menschheit ausgeübt. Als ein Beispiel aus der Renaissance sei der „schachspielende Türke“ von Wolfgang Kempelen genannt, der sogar gegen Napoleon I. antreten durfte und auch gewinnen konnte. Zwar wurde die Maschine später als Fälschung entlarvt, bis dahin hatte sie aber die Menschen in ihren Bann gezogen.³

Die Frage der ersten „Lernmaschine“ wurde Ende der fünfziger Jahre dieses Jahrhunderts in der amerikanischen Zeitschrift „Contemporary Psychology“ heftig diskutiert. Schließlich einigte man sich auf die am 20. Februar 1866 patentierte Buchstabiermaschine von Halcyon Skinner.⁴ Die eventuell erste Maschine, die von einem Psychologen ersonnen und zum Patent angemeldet wurde, war die Buchstabiermaschine von Herbert Aikins aus dem Jahre 1911. Es handelte sich allerdings um keinen Apparat sondern um eine Rahmenkonstruktion mit Bildern, auf deren Rückseite lediglich die richtigen Buchstaben zu dem Begriff eingesetzt werden konnten.⁵

In den zwanziger und dreißiger Jahren des zwanzigsten Jahrhunderts wurden vor allem in den USA eine Vielzahl von Lehrmaschinen entwickelt und zum Patent angemeldet. Allerdings war das Interesse an ihnen nicht sonderlich stark. Dies

¹Vgl. Baumgartner (im Druck) S. 28f.

²Siehe hierzu Kapitel 5.1.

³Vgl. Hasebrook (1995) S. 153.

⁴Vgl. ebenda S. 152.

⁵Vgl. ebenda.

änderte sich jedoch schlagartig nach dem 2. Weltkrieg. Bedingt durch den sogenannten „Sputnik-Schock“ (die Sowjetunion hatte den ersten Satelliten ins All geschossen) und der damit einhergehenden Bildungskampagne stieg das Interesse an den Lehrapparaten, ermutigt durch die positiven Erfahrungen des amerikanischen Militärs mit Schulungsfilmen. Doch Mitte der sechziger Jahre ebte der Boom wieder ab, da sich von den Maschinen mehr erhofft worden war.¹

„Nichtsdestoweniger blieb das Gefühl zurück, daß computerunterstütztes Lernen effektiv ist.“² Daher investierte die „National Science Foundation of America“ (NSF) 1971 in zwei Projekte insgesamt 10 Millionen Dollar, um diese Frage abschließend zu klären:³ Es handelte sich um die beiden Projekte „Time-shared Interactive Computer Controlled Information Television“ (TCCIT) und „Programmed Logic for Automatic Teaching Operation“ (PLATO), die in erheblich weiterentwickelten Versionen heute noch kommerziell eingesetzt werden.⁴ Integraler Bestandteil des TCCIT war die Verwendung von Fernseh-Lehrfilmen, für die eine spezielle Hard- und Software entwickelt wurde. Dem Anwender bot sich ein Terminal mit Farbmonitor und Lautsprecher, eine speziellen Tastatur, ein Lichtgriffel und ein Abspielgerät für Videobänder. Das Projekt orientierte sich am Prinzip der Selbststeuerung des Lernenden. Dafür wurde ein spezielles Unterrichtsmodell zum Begriffs- und Regellernen entwickelt.⁵

Im Gegensatz zum TCCIT lag dem PLATO-Projekt kein bestimmtes didaktisches System zugrunde. Das Terminal eines Lernenden bestand aus einem Plas-mabildschirm und einer Tastatur, hatte beachtliche Grafikmöglichkeiten und war zum Teil sogar berührungssensitiv. Darüberhinaus bestand die Möglichkeit, andere Geräte wie Projektoren oder Laborgeräte über das Terminal zu steuern. Zusätzlich ermöglichte eine eigene Autorensprache die Erstellung weiterer Kurseinheiten.⁶

¹Vgl. Hasebrook (1995) S. 157ff.

²Vgl. O’Shea & Self (1986) S. 69.

³Vgl. ebenda S. 69ff.

⁴Vgl. Niegemann (1995) S. 33.

⁵Siehe hierzu Niegemann (1995) S. 29ff, O’Shea & Self (1986) S. 69ff.

⁶Siehe hierzu Niegemann (1995) S. 32f, O’Shea & Self (1986) S. 74ff.

3 Psychologische Grundlagen

Jedem Computerprogramm, das Wissen vermitteln soll, liegt – ob nun gewollt oder ungewollt – ein Lernmodell zugrunde.¹ Es macht sich dem Modell entsprechende Methoden und Verfahren zunutze, um der originären Aufgabe, Wissensvermittlung und Wissenserhalt, gerecht zu werden. Einige dieser Techniken, die heute noch Anwendung finden, sind so alt wie die Sprache selbst. Es sind Kulturen bekannt, die aufgrund fehlender Schrift Wissen mittels Geschichten und Sagen aufzeichneten, so daß sie Märchenerzähler hervorgebracht hatten, die bis zu 200.000 Geschichten gekannt haben.²

Auch in der Antike fanden Mnemotechniken³ ihre Anwendung, hier vor allem in der Rhetorik. In Ciceros Dialog „Vom Redner“ (De oratore), einem Lehrgespräch über die Rhetorik, werden z.B. unter anderem Fragen wie: Wer ist ein guter Redner? In welchem Umfang ist Fachwissen eine Vorbedingung des Erfolges? erörtert. Dort betont z.B. Crassus mit den Worten „...*die bekannte Methode mit den Örtern und Bildern...*“⁴ die Anwendung der sogenannten Loci-Methode⁵ als ein wichtiges Hilfsmittel.

Dieser Abschnitt stellt grundsätzliche lerntheoretische Überlegungen dar. Desweiteren wird ein kurzer Überblick zu den im Hinblick auf die Analyse und Beurteilung von Lernsoftware wichtigsten psychologischen Schulen gewährt, die maßgeblich die Erziehungswissenschaften dieses Jahrhunderts beeinflusst ha-

¹Vgl. Baumgartner (1995) S. 244.

²Vgl. Hasebrook (1995) S. 149.

³Mnemotechnik (gr.): Kunst, das Einprägen von Gedächtnisstoff durch besondere Lernhilfen zu erleichtern.

⁴Huchthausen (1989) S. 45.

⁵Loci-Methode (gr.): Einprägen von Gedächtnisstoff durch Assoziation mit bestimmten Orten und Wegen.

ben.¹ Behaviorismus, Kognitivismus und Konstruktivismus.

3.1 Wissen und Lernen

Wissen und Lernen sind Begriffe, die, wie Baumgartner & Payr betonen, in engem Zusammenhang betrachtet werden müssen. Während Lernen als ein aktiver Prozeß betrachtet werden kann, ist das Wissen eher als dessen Ziel und Ergebnis anzusehen.² Wissen darf aber nach Baumgartner & Payr keinesfalls als ein rein statisches Wissen verstanden werden, sondern vielmehr als ein „... *komplexes, vernetztes und dynamisches System, dessen Struktur wir erforschen und verstehen müssen*“.³

Folgt man Gilbert Ryle, so existieren ein deklaratives und ein prozedurales Wissen. Unter ersterem („knowing that“) wird ein statisches Faktenwissen verstanden, das als Proposition (Inhalt einer sprachlichen Äußerung) oder als bildliche Darstellung repräsentiert wird. Man stellt sich dieses Wissen als ein Netzwerk von Knoten vor, die durch ihre Verbindungen in bestimmten Relationen zueinander stehen.⁴ Das prozedurale Wissen (knowing how) steht dagegen für ein dynamisches Wissen, dem Wissen *wie* ein bestimmtes Ergebnis erreicht werden kann. Es wird im wesentlichen durch die drei Eigenschaften Zielgerichtetheit, Zerlegung eines Gesamtzieles in Teilziele sowie der Wahl und Beschreibung der für die Umsetzung der Teilziele notwendigen Operationen (Handlungen) charakterisiert. Es handelt sich um die Fähigkeit der Problemlösung, einem wesentlichen Aspekt der Intelligenz.⁵

Wie schon eingangs erwähnt, kann Wissen in verschiedener Form repräsentiert sein. Neben dem aussprechbaren (propositionalen) Wissen besitzen wir auch solches, das wir nicht verbal benennen können. Dieses implizite Wissen kommt beispielsweise zur Geltung, wenn es um das Erkennen von Gesichtern geht. Zwar

¹Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 100.

²Vgl. ebenda S. 19.

³Ebenda.

⁴Vgl. ebenda S. 20f.

⁵Vgl. ebenda S. 22.

kann man Menschen auch nach Jahren wiedererkennen, doch ist es nicht möglich eben jenes Wissen zu benennen, das für die Wiedererkennung verantwortlich ist.

3.2 Behaviorismus

Die Entwicklung von Lernmaschinen und Lernumgebungen ist sehr stark von den behavioristischen Lehrstrategien geprägt worden. Hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang die Arbeiten von Edward L. Thorndike und Burrhus F. Skinner, auf die im folgenden noch näher eingegangen werden soll. Die von J.B. Watson im Jahre 1913 begründete Richtung der Psychologie forderte, die Introspektion, also die Beschreibung und Analyse nur innerseelisch beobachtbarer Vorgänge, als unwissenschaftlich aufzugeben und sich ausschließlich mit der Messung des *Verhaltens* zu befassen.¹ Der menschliche Geist ist aus der Betrachtung herausgenommen worden, indem das Gehirn als eine „black box“ aufgefaßt wird, das einen Input (Stimulus *S*) erhält und darauf deterministisch reagiert (Response *R*).²

Behavioristische Lehrstrategien gehen davon aus, daß der Lehrende genau weiß, welche Inhalte zu vermitteln sind. Lernen wird in diesem Sinne als konditionierter Reflex gesehen, der durch Adaption erworben wird.³ Obwohl diese auf einfachen Stimulus-Response-Schemata basierenden Theorien in der Wissenschaft lange Zeit vorherrschend waren, erwiesen sie sich im Hinblick auf die Erklärung des menschlichen Lernprozesses dennoch als ungenügend. Gleichwohl wird diesen Ansätzen eine gewisse Daseinsberechtigung zugesprochen, dann nämlich, wenn es um das Üben solcher Fertigkeiten wie das Klavierspiel oder das Sprechenlernen geht.⁴

¹Vgl. Schmidbauer (1991) S. 35f.

²Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 101.

³Vgl. ebenda S. 101.

⁴Vgl. ebenda S. 102.

3.2.1 Edward L. Thorndikes „trail and error“

Thorndike führte im gewissen Sinne Watsons Ansatz des Behaviorismus weiter.¹ Aufgrund seiner Experimente mit Katzen formulierte er das Effektgesetz (Gesetz der Auswirkung: law of effect):

*Verhaltensweisen (als S-R-Verbindungen) treten dann mit höherer Wahrscheinlichkeit auf, wenn sie in der Vergangenheit zu einem befriedigenden Resultat geführt haben.*²

Danach wird in einer Situation, in der mehrere Reaktionen ausgeführt werden können, diejenige Reaktion stärker mit der Situation verbunden, die den befriedigendsten Zustand bewirkt. Eine Umkehrung des Satzes ist ebenfalls gültig, wonach eine Reaktion, die einen unangenehmen Zustand bewirkt, die Verbindung zur Situation abschwächt.³

Mit dem „Frequenzgesetz“ (Gesetz der Übung: law of exercise) formulierte Thorndike die zweite Säule seiner Lehre:

*Unter gleichen Bedingungen wird jede Reaktion auf eine Situation um so stärker mit der Situation verknüpft sein, je häufiger sie mit ihr in Verbindung gebracht wurde und je intensiver und anhaltender diese Verbindungen sind.*⁴

Dem Üben durch Wiederholung wurde eine überaus wichtige Rolle zugedacht. Thorndike zog auch, ohne es allerdings zunächst zu erwähnen, den Gedanken der Motivation durch Belohnung bei Erreichen einer geforderten Leistung mit ein.⁵

3.2.2 Burrhus F. Skinners „Operante Konditionierung“

Skinner griff die Ideen von Pawlow, Thorndike sowie Guthrie auf und führte sie einem System für den praktischen Einsatz zu, ohne prinzipiell neue theoreti-

¹Vgl. Joerger (1984) S. 21.

²Ebenda S. 22.

³Vgl. Hasebrook (1995) S. 155.

⁴Joerger (1984) S. 22.

⁵Siehe Joerger (1984) S. 23f sowie Hasebrook (1995) S. 155.

sche Annahmen zu machen.¹ Merkmal seiner Ausführung ist die Unterscheidung in „klassische“ Konditionierung (Reiz-Reaktion-Kopplung), deren Reaktion eine *ausgelöste Reaktion* ist, sowie dessen Gegenstück, dem „Operanten Verhalten“, das durch eine *abgegebene Reaktion* einen Reiz der Umgebung (z.B. Belohnung) auslöst.² Aufgrund des Operanten Verhaltens entwickelte Skinner das „Programmierte Lernen“ und formulierte dazu 1958 sieben wichtige pädagogische Schritte:³

1. Auf jede Antwort muß unmittelbar eine Rückmeldung erfolgen.
2. Alle Schüler sollten eine Unterrichtseinheit jeweils in ihrem persönlichen Lerntempo bewältigen.
3. Die Lernziele müssen klar und objektiv formuliert werden, damit gezielte Rückmeldungen und Belohnungen gegeben werden können.
4. Aufgaben sollten so gestellt werden, daß sie mit hoher Wahrscheinlichkeit gelöst werden. Dadurch werden Frustrationen vermieden und die Anzahl derjenigen Antworten erhöht, die verstärkt werden können.
5. Der Unterrichtsstoff muß in eine Abfolge von Frage- und Antwort-Kombinationen gebracht werden. Diese „Rahmen“ sollten von leichten zu schwierigen Inhalten fortschreiten und den Stoff aus möglichst unterschiedlichen Blickwinkeln angeben.
6. Die Lernenden sollen möglichst aktiv sein und Fragen und Aufgaben auch wirklich bearbeiten.
7. Besonders ausdauerndes und gutes Arbeiten sollte durch eine Reihe von Zusatzbelohnungen bekräftigt werden.

Diese Regeln sind zum Teil heute noch Grundlage vieler Softwareentwicklungen. Niemandem gibt in diesem Zusammenhang zu bedenken, daß trotz der Kritik an Skinners programmiertem Lernen die Bedeutung der oben aufgeführten

¹Vgl. Joerger (1984) S. 27.

²Vgl. ebenda.

³Vgl. Hasebrook (1995) S. 158f.

Punkte für die Entwicklung von Lernsoftware nicht zu unterschätzen sind. Sie genießen noch immer einen gewissen Stellenwert, wenn auch aus anderen Gründen.¹

3.3 Kognitivismus

Schon in den dreißiger Jahren unseres Jahrhunderts wurde durch verschiedenste Experimente nachgewiesen, daß gelerntes Verhalten nicht zwangsläufig unmittelbar umgesetzt wird.² Es kann durchaus im Gedächtnis gespeichert bleiben und zu einem völlig anderem Zeitpunkt angewendet werden. Solche Lernvorgänge, denen kein beobachtbares Verhalten zugesprochen werden kann, können von den behavioristischen Theorien nicht beschrieben werden.³ Da deren Positionen so nicht mehr zu halten waren, wandten sich viele Forscher den kognitiven Lerntheorien zu.

Die Kognitionspsychologie sieht das Gehirn nicht mehr als eine „black box“, bei der nur Input und Output von Interesse sind, statt dessen wird versucht, für die bei den Behavioristen so verpönten⁴ inneren Denk- und Entscheidungsprozesse ein theoretisches Modell zu entwickeln.⁵ Im Gegensatz zum Behaviorismus, der in Weiterführung Thorndikes Ideen eine klassische Konditionierung in der Verbindung von instrumentellem Verhalten mit Belohnung sah, wird in der Kognitionspsychologie angenommen, daß ein innerer Zustand hervorgerufen wird, der dann eine Reaktion auslöst.⁶

Es gibt eine ganze Reihe unterschiedlicher Ansätze in der Kognitionspsychologie. Allerdings orientiert sich die überwiegende Mehrheit am Paradigma der Informationsverarbeitung.⁷ So gesehen sind auf einer abstrakten Ebene Computer

¹Vgl. Niegemann (1995) S. 27.

²Siehe Joerger (1984) S. 33.

³Vgl. Hasebrook (1995) S. 164.

⁴Vgl. ebenda S. 162.

⁵Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 103.

⁶Vgl. Hasebrook (1995) S. 164.

⁷Vgl. Fortmüller (1991) S. 104.

und Gehirn äquivalent, woraus auch eine enge Beziehung zwischen Kognitivismus und dem Forschungsgebiet der „Künstlichen Intelligenz“ resultiert.¹

Lernprozesse werden durch innere Faktoren wie geistiges Fähigkeitsniveau und Erkenntnisprozesse erklärt.² Da es dem Menschen nicht vergönnt ist, in das Gehirn hineinzuschauen und die Informationsflüsse direkt zu beobachten, müssen Erklärungen für solche Denkprozesse wie Lernen aufgrund von indirekten Beobachtungen aufgestellt werden. Bei Untersuchungen hat sich der Computer als hilfreiches Medium erwiesen – ein weiteres Indiz seiner Nähe zum Kognitivismus.³ Dem Gehirn wird, anders als im Behaviorismus, eine eigene Verarbeitungs- und Transformationskapazität zugestanden. Es kann in gewissem Sinne als ein informationsverarbeitendes Gerät, wie es der Computer darstellt, gesehen werden. Problemlösung wird nun nicht mehr als eine, aufgrund eines Stimulus produzierte, Antwort gesehen, sondern es geht viel allgemeiner darum, „... richtige Methoden und Verfahren zur Problemlösung zu lernen, deren Anwendung dann erst die (eine oder mehreren) richtigen Antworten ergeben“.⁴

Die Forschung hat mit der Zeit eine Fülle neuen Lernarten wie Regellernen, Beobachtungslernen, Handlungslernen oder Transferlernen entdeckt. Aus heutiger Sicht ist es nicht mehr sinnvoll, für jede Art der beobachtbaren Wissensaneignung eine eigene Lernart zu definieren. Wichtig ist die Feststellung, daß es sehr vielfältige Formen des einsichtigen Lernens gibt – vom Erlernen einfacher Regeln und Zusammenhänge bis hin zu komplexen Problemlösungen.⁵ Allerdings soll hier kurz auf die Lehre des Jean Piaget eingegangen werden, da sie doch großen Einfluß auf die Lernsoftwareentwicklung gehabt hat und auch immer noch hat.

Jean Piaget und der Schemabegriff

Ein führender Vertreter der Kognitionspsychologie war Jean Piaget. Sein Ansatz hat auf eine ganze Generation von Lehrsystementwicklern einen nachhaltigen

¹Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 104.

²Vgl. Hasebrook (1995) S. 164.

³Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 104.

⁴Ebenda S. 105.

⁵Vgl. Hasebrook (1995) S. 165.

Einfluß ausgeübt. Einer der bekanntesten unter ihnen ist Seymour Papert mit der Programmiersprache LOGO.¹

Piaget führte den Schemabegriff in die Psychologie ein:

*Schema ist für Piaget die kleinste Einheit, auf der menschliches (und weitestgehend auch tierisches) Verhalten aufbaut. Es ist entweder, wie der Reflex oder die Instinkthandlung, angeboren oder aufgrund vorangegangener Erfahrungen erworben.*²

Er machte drei verschiedene Formen aus: sensomotorische Schemata, kognitive Schemata sowie Evaluationsschemata. Die kognitiven Schemata wurden weiter in Klassifikations- und Erklärungsschemata unterschieden.³

Piaget ging davon aus, daß ein Individuum in jeder Lebenssituation bemüht ist, ein größtmögliches Gleichgewicht zwischen dem Organismus und seiner Umwelt herzustellen. Es ist bemüht, eine maximale Anpassung (Adaptation) zu erreichen. Entwicklung, wie auch Lernen, ist damit das Fortschreiten von Zuständen labileren Gleichgewichts zu Zuständen stabileren Gleichgewichts.⁴ Eine solche Adaptation kann grundsätzlich durch Assimilation erfolgen, d.h. Einfügung einer Umweltinformation in ein bereitstehendes Schema, oder durch Akkommodation, der Veränderung und Abstimmung eines Schemas mit einer Umwelterfahrung.⁵

Als Ergebnis seiner Forschungen stellte Piaget die Stufenlehre der Entwicklung auf. Mit ihr postulierte er eine mit dem Alter wachsende Intelligenz:⁶

- Stufe 1: Sensomotorische Intelligenz (bis zum 2. Lebensjahr).
- Stufe 2: Vorbegrifflich-symbolisches Denken (2. bis 4. Lebensjahr).
- Stufe 3: Anschauliches Denken (4. bis 7. Lebensjahr).
- Stufe 4: Konkrete Operationen (7. bis 12. Lebensjahr).

¹Vgl. Hasebrook (1995) S. 164.

²Joerger (1984) S. 47.

³Vgl. ebenda.

⁴Vgl. ebenda S. 48.

⁵Vgl. Hasebrook (1995) S. 49, Joerger (1984) S. 164.

⁶Vgl. Joerger (1984) S. 51ff.

- Stufe 5: Formale Operationen (ab dem 12. Lebensjahr).

Festgemacht sind die Stufen an dem Begriff der *Operation* als verinnerlichte Handlung mit maximaler Mobilität (Reversibilität und Assoziativität); mit der Höhe der Stufe wächst auch das Abstraktionsvermögen und die Mobilität, mit jeder Handlungseinheit geht ein eigener Lernprozeß einher, der auch zu einem (Wissens-) Transfer auf andere Bereiche führen kann.¹

3.4 Konstruktivismus

In den USA begann man sich während des Zweiten Weltkrieges mit der Kybernetik zu beschäftigen. Es ging dabei um Probleme der Selbstregulierung, Autonomie und Formen der hierarchischer Strukturen,² Eigenschaften, die zunächst vor allem das Militär interessierten.³ Aufgrund der Erfahrungen entstand die konstruktivistische Idee, derzufolge das Lernen als ein aktiver Prozeß gesehen wird, „... bei dem Menschen ihr Wissen in Beziehung zu ihren früheren Erfahrungen (bzw.) Wissen in komplexen realen Lebenssituationen konstruieren.“⁴ Der Konstruktivismus lehnt die Gültigkeit einer sogenannten „objektiven“ Beschreibung oder Erklärung der Realität ab, er verneint also die Möglichkeit einer *unabhängigen* Wahrnehmung der Wirklichkeit. Realität wird vielmehr als eine interaktive Konzeption verstanden, in der Beobachter und Beobachtetes gegenseitig und strukturell miteinander gekoppelt sind.⁵

Das Hauptaugenmerk des Kognitivismus liegt im Lösen von Problemen. Eine Schwäche dieses Ansatzes liegt indessen gerade im Postulat des definierten Problems, denn wann bietet sich ein sauber definiertes Problem schon an? Meist muß es aus der Situation heraus und entsprechend konstruiert werden:

Die Leistung des Praktikers besteht gerade darin, daß er einer unsicheren,

¹Vgl. Joerger (1984) S. 56f.

²Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 107.

³Vgl. Papert (1994) S. 193ff.

⁴Baumgartner & Payr (1994) S. 107.

⁵Vgl. ebenda.

Hirn ist ein selbstreferentielles,
zirkuläres System;
energetisch offen –
informationell geschlossen

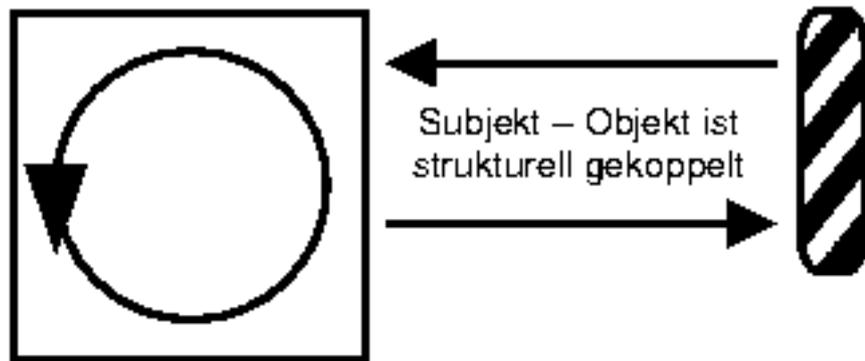


Abb. 3.1: Lernmodell des Konstruktivismus.

Quelle: Baumgartner & Payr (1994) S. 108.

instabilen Situation durch die Konstruktion beziehungsweise Implementierung einer gewissen Sichtweise (=Problemsicht) erst Sinn gibt.¹

Der menschliche Organismus wird vom Konstruktivismus als ein informationell geschlossenes System betrachtet. Ein solches System ist „... *autonom struktur-determiniert*...“ und beruht „... *auf zirkuläre Kausalität und Selbstreferentialität*“.² Wie in Abbildung dargestellt, führen solche Systeme keinen Informationsaustausch durch, sie stehen lediglich in einer energetischen Austauschbeziehung, in der jedes System selbst jene Informationen erzeugt, die es im Prozeß der eigenen Kognition verarbeitet.³

Lernen wird als aktiver und vor allem konstruktiver Prozeß verstanden, in dessen Vordergrund die persönliche Erfahrung des Lernenden gestellt wird. Er läuft stets in bestimmten Situationen ab (situativer Lernprozeß) und umfaßt auch so-

¹Baumgartner & Payr (1994) S. 107.

²Ebenda.

³Vgl. ebenda S. 108.

ziale Komponenten (sozialer Lernprozeß).¹ Der Lehrende erhält die Rolle eines Trainers oder Coaches, eines Subjekts, das aufgrund seiner Erfahrung Wissen vermittelt. Er ist eine Gestalt, die durchaus Fehler machen kann und darf.²

3.5 Das fünfstufige Lernmodell der Brüder Dreyfus

Dreyfus & Dreyfus formulierten 1987 ihr hierarchisches Modell unter dem Gesichtspunkt eines Entwicklungsprozesses.³ Es besagt, daß sich der Lernende schrittweise ein immer besseres Verständnis einer Sache aneignet. Am Anfang steht lediglich das statische Faktenwissen, am Ende dieses Prozesses steht das Expertentum.⁴ Moderne Ansätze zur Lernsoftware-Entwicklung bedienen sich dieses Modells, wie auch Baumgartner & Payr ihre Überlegungen darauf stützen:

Neuling (Novice): Wie schon der Name dieser Stufe verdeutlicht, hat der Lernende mit der Sache noch keine Erfahrungen gemacht. Als Einstieg werden ihm lediglich vom Kontext losgelöste Fakten und Regeln vermittelt bzw. übermittelt. Der Neuling lernt, „objektive“ Fakten zu erkennen, zu unterscheiden und wie sie handlungsrelevant einsetzbar sind. Dieses Wissen (knowing that) ist abstrakt und meistens praxis- und realitätsfremd.

Anfängertum (Advanced Beginner): Nach der Rezeption des statischen Faktenwissens folgt das Sammeln von eigenen Erfahrungen mit dem erlernten Wissen. Dies geschieht meist durch Anwendung relevanter Regeln, die allerdings in einem kontextfreien Raum stehen. Statt zu rezitieren werden die erlernten Fakten nun miteinander in Zusammenhang gebracht, aus dem „knowing that“ entsteht ein – wenn auch noch rein theoretisches – „knowing how“.

Kompetenz (competence): Der Lernende dieser Stufe wendet erstmals die vorher gelernten Regeln sinnvoll und vor allem zielorientiert an. Je nach Situation

¹Vgl. Reinmann-Rothmeier & Mandl (1996) S. 41f.

²Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 108.

³Siehe hierzu Dreyfus & Dreyfus (1987).

⁴Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 77ff.

wird aus einer Unmenge kontextfreier Regeln eine Auswahl getroffen, modifiziert und hierarchisch strukturiert. Hier wird zum ersten Mal eine aktive Komponente sichtbar, da kompetent Handelnde an einer Situation *konstruktiv* teilnehmen.

Gewandtheit (proficiency): Während die vorherige Stufe für ein distanzierteres, reflektiertes Abwägen von Alternativen steht, zeichnet sich diese Ebene durch eine „... intuitive Fähigkeit, Muster (Patterns) zu benutzen, ohne sie in Komponenten zu zerlegen...“¹ aus. Informationen werden bereits von vornherein aus einer bestimmten Warte betrachtet und subsumiert.² Diese Art der Entscheidungsfindung anhand eines Deutungsschemas geschieht weder bewußt reflektiert noch distanziert. Sie basiert lediglich auf mannigfaltige und jahrelange persönliche Erfahrungen des kompetenten Handelns.

Expertentum (expertise): Kennzeichen dieser Stufe ist eine körperliche Integration von Fertigkeiten. Die auf der vierten Ebene erworbenen intuitiven Fertigkeiten verwachsen regelrecht mit dem Körper, sie werden zu einem Bestandteil der Person. Interessanterweise erscheinen diese Fertigkeiten nun so, als ob sie gar keinen eigenen kognitiven Charakter hätten, es „passiert“ ganz nebenbei. „Wenn keine außergewöhnlichen Schwierigkeiten auftauchen, lösen Experten weder Probleme noch treffen sie Entscheidungen; sie machen einfach das, was normalerweise funktioniert.“³ Auf der Expertenstufe fällt es schwer, eine ausgeübte Fertigkeit nachträglich noch analytisch zu zerlegen und distanziert zu betrachten. In den meisten Fällen würde das auch einem augenblicklichen Verlust dieser Fertigkeit gleichkommen.⁴

3.6 Instruktion

Ziel von Instruktionsmaßnahmen ist es stets, bei Personen Lernprozesse in Gang zu setzen, aus denen bestimmte neue bzw. veränderte Verhaltensweisen resul-

¹Dreyfus & Dreyfus (1987) S. 52.

²Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 80.

³Dreyfus & Dreyfus (1987) S. 55.

⁴Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 81.

tieren.¹ Allgemeiner formuliert kann unter „Instruktion“ auch „...*die geplante Bereitstellung von Lernmöglichkeiten, um es bestimmten Personen zu ermöglichen, mehr oder weniger festgelegte Ziele zu erreichen...*“² verstanden werden.

Instruktion umfaßt in ihrer Bedeutung vielfältige Begriffe wie *Unterricht, Erziehung, Bildung, Lehre, Training, Unterweisung, Fortbildung, Weiterbildung, Persönlichkeitsförderung, Personalentwicklung*.³ Da all diese verschiedenen Bezeichnungen mit unterschiedlichsten Assoziationen behaftet sind und je nach Kontext völlig anders verwendet werden können, bietet sich Instruktion als Sammelbegriff für die genannten Begriffe an.

Instruktion läßt sich in drei Ebenen unterscheiden.⁴ Die erste Ebene bezieht sich auf beobachtbare Instruktionen und Instruktionsmaßnahmen. Dies ist der Fall, wenn z.B. eine Person ein Lernprogramm am Computer abarbeitet.

Die zweite Ebene stellt Regeln und Strategien dar, auf denen die beobachtbaren Instruktionen der ersten Ebene aufgebaut sind. Maßnahmen, die diese Ebene betreffen, werden auch als „Instruktionsdesign“ (ID) bezeichnet.

Auf der dritten Ebene sind die theoretischen Konzepte anzutreffen, die den verschiedenen Methoden und Modellen der Gestaltung von Instruktion zugrundeliegen. Eine Theorie, deren Prinzipien für alle Methoden und Modelle gelten soll, wird auch als „Instruktionstheorie“ bezeichnet.

3.6.1 Instruktionstheorie

Eine Instruktionstheorie beschreibt und erklärt die Beziehungen zwischen Modifikationen in der Lernumgebung und den resultierenden Veränderungen der Kompetenz und Einstellung der Lernenden.⁵ Es handelt sich – trotz der Nähe zu den Lerntheorien – um prinzipiell eigenständige Theorien, mit sowohl präskriptiven als auch deskriptiven Komponenten. Das Verhältnis Instruktionstheorie zu

¹Vgl. Niegemann (1995) 122.

²Schott et al. (1995) S. 179.

³Vgl. ebenda.

⁴Vgl. ebenda S. 180.

⁵Vgl. Niegemann (1995) S. 122.

Lerntheorie ist durchaus mit dem der Biologie zur Klinischen Medizin vergleichbar. Auf in der Praxis vorkommende Probleme lassen sich schwerlich allgemeingültige nomologische¹ Aussagen anwenden.² Daher stellen Instruktionstheorien nicht nur explizit theoretisch formulierte Handlungsanweisungen dar, sie bieten auch als *technologische Theorien* (Instruktionstechnologie) praxisrelevantes Hintergrundwissen an.³

3.6.2 Instruktionsdesign

Hiermit wird der gesamte Prozeß der Planung, Entwicklung und Gestaltung von Instruktionssituationen und -verläufen bezeichnet.⁴ Es gibt verschiedene Sichtweisen des Instruktionsdesign, die sich vor allem im Umfang der an sie gestellten Aufgaben und Anforderungen unterscheiden. Zu den Aufgaben einer sehr umfassenden Konzeption des ID-Begriffs gehören:⁵

- *Bedarfsanalysen*, die den Soll-Zustand und die gesellschaftlichen Ziele mit dem Ist-Zustand vergleichen. Sie erfordern meist eine zumindest mittelfristige Planung bzw. Prognose gesellschaftlicher Entwicklungen.
- *Globalziele* des Instruktionsdesign müssen anhand der vorausgegangenen Bedürfnisanalyse definiert werden.
- *Instruktionsanalysen*, die Lehrstoff, -umwelt und Adressaten (wichtig ist z.B. die Ermittlung des Vorwissens der Zielgruppe) untersuchen sowie mittels Lehrstoffanalyse eine Sequenzierung der Lehrinhalte anhand theoretischer Modelle vornehmen.
- *Spezifikation der Lehrziele*, es wird festgelegt, in welchem Ausmaß (Kompetenzgrad) der Lehrstoff von den Adressaten beherrscht werden soll.

¹Nomologie: Lehre von den Denkgesetzen.

²Vgl. Niegemann (1995) S. 123.

³Vgl. ebenda S. 124.

⁴Vgl. ebenda S. 122.

⁵Vgl. ebenda S. 125ff.

- *Verfahren zur Kontrolle des Lernerfolges und zur Steuerung der Remediation*, damit einerseits eine Rückmeldung des Lernfortschritts an den Lernenden erfolgen kann (von eminenter Bedeutung für Computerlernprogramme) und andererseits die Möglichkeit der Evaluation gegeben ist.
- *Instruktionsstrategien und Medienwahl*, da mit der Medienwahl die Zahl der anwendbaren Strategien eingeschränkt werden kann, wie auch mit der Festlegung einer bestimmten Strategie in der Regel diverse Medien nicht in Frage kommen.
- *Materialproduktion*, hierunter fällt auch die Gestaltung eines Computerlernprogramms.
- *Evaluation*, die eine Verbesserung der Instruktionsstrategie bzw. Materialproduktion (formative Evaluation) zum Ziel haben kann, oder aber als eine abschließende, bewertende Überprüfung der Effektivität bzw. Effizienz der gesamten Instruktionsmaßnahme angelegt ist (summative Evaluation).

4 Software-Typologie

Um Lern- respektive Bildungssoftware beurteilen und bewerten zu können, ist zunächst eine Unterteilung in verschiedene Typen vonnöten. Eine Typologie geht von einem zugrundeliegendem Schema aus, nach dem Software eingeordnet werden kann. Obwohl es aus Sicht der Medienpädagogik eigentlich sinnvoll wäre, eine solche Kategorisierung nach rein pädagogischen Gesichtspunkten vorzunehmen, hat sich dennoch eine Klassifizierung nach überwiegend technischen Merkmalen bzw. der „technischen Komplexität“ etabliert. Bisweilen werden selbst so unscharfe Begriffe wie „Interaktives Video“ und „Multimedia“ zur Kategorisierung herangezogen.¹

Die hier verwendeten Kategorien werden in der Praxis meist nicht in reiner Form anzutreffen sein. Vielmehr ist es so, daß reale Softwareprodukte ein durchmisches Set verschiedener der hier beschriebenen Charakteristika kennzeichnet. Im folgenden werden lediglich sogenannte „Idealtypen“ beschrieben, die so in der Praxis sicher nicht anzutreffen sind.²

Ansonsten stützt sich dieses Kapitel aber vor allem auf die Arbeiten von Baumgartner & Payr. Sie schlagen eine handlungstheoretisch motivierte Typologie vor, die einerseits pädagogische Gesichtspunkte wie Lernziel, Lerninhalt und Lehrstrategien berücksichtigt und andererseits auch eine gewisse Praxistauglichkeit besitzt.³

¹Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 138.

²Vgl. ebenda S. 143.

³Vgl. ebenda S. 142.

4.1 Präsentations- und Visualisierungssoftware

Computergestützte Präsentationsformen sind in Zusammenhang mit den frühen behavioristischen Lernmaschinen in Verruf geraten, da solche Präsentationen in erster Linie aus textgefüllten Bildschirmseiten bestanden. Heutige Anwendungen dieses Typus haben durchaus ihre Berechtigung, z.B.:¹

- als *Visualisierungs*-Software, die komplexe Gebilde und Vorgänge modellieren,
- als *Multimediasoftware*, d.h. Präsentationstechniken, die über Text und Grafik hinausgehen,
- als *Hypertext*, sofern sie keine aktive Umgestaltung durch den Benutzer vorsehen.

Dieser Softwaretypus ist überall dort sinnvoll, wo herkömmliche Medien wie z.B. der Papierdruck die Möglichkeiten der Darstellung einschränken.

So führen Baumgartner & Payr als Beispiel ein Lernprogramm auf, daß chemische Moleküle dreidimensional darstellt.² Ein weiteres Beispiel kommt aus der Chaos-Forschung, einer Disziplin, die ohne Rechneranlagen erst gar nicht entstanden wäre. Aufgrund der Komplexität und der Datenfülle chaotischer Systeme muß zur Veranschaulichung auf Visualisierungs-Software zurückgegriffen werden.

Didaktische Konzepte

Baumgartner & Payr betonen die Bedeutung der Visualisierung für die Entwicklung von Vorstellungsbildern und adäquaten mentalen Modellen im Lernprozeß. Präsentation von Inhalten und Informationen ist wohl jeder Bildungssoftware eigen: Die Parameter einer Simulation müssen ebenso dargestellt werden wie das Szenario eines Spiels oder die Objekte einer Mikrowelt. Daher hat die Übereinstimmung von mentalem Modell und Darstellung bzw. Manipulationsmöglichkeiten große Bedeutung für den Aufbau adäquater mentaler Modelle (Baumgartner & Payr sprechen in diesem Zusammenhang auch von WYSIWYG, „What

¹Vgl. [Baumgartner & Payr \(1994\)](#) S. 144.

²Vgl. ebenda S. 145.

You See Is What You Get“). Was nun allerdings im jeweiligen Fall als adäquat zu gelten hat ist die im Einzelfall zu treffende didaktische Entscheidung.¹

Ein Charakteristikum des hier behandelten Softwaretypus ist die Beschränkung der Interaktion lediglich auf die Steuerung des Programms. Dagegen findet die didaktische Interaktion, das heißt die inhaltliche Transformation der Darstellung zu kognitiven Modellen, außerhalb der Software statt bzw. wird von anderen Programmmodulen übernommen.² Dies muß nicht von Nachteil sein, da somit die Software wesentlich flexibler eingesetzt werden kann. Es bleibt dem lernorganisierten Setting überlassen, wie dieser Softwaretypus eingesetzt wird.³

Es ist ersichtlich, daß Präsentationssoftware vor allem der Sammlung von Fakten dient. Somit wird also eine frühe Stufe des Lernmodells nach Dreyfus & Dreyfus angesprochen. Im Gegensatz zum kognitivistischem Lernparadigma ist hier jedoch nicht nur das Merken von (propositionalen) Regelsätzen gemeint, sondern ebenso das Aneignen von Vorstellungen und Modellen der jeweiligen Inhalte.⁴

Mit der digitalen Integration der verschiedensten Datenarten ist es möglich, Inhalte und Situationen auf die vielfältigsten Arten – zum Teil sogar gleichzeitig – zu präsentieren. Dies spielt nicht nur von der Ästhetik und der Abwechslung her eine Rolle, da nun mehr Möglichkeiten gegeben sind, komplexe Situationen verständlicher darzustellen. Gerade komplexe Lernsoftware wie Simulationen, Mikrowelten oder Spiele können damit eine breite Variation unterschiedlicher Formen der Darstellung anbieten und somit dem Benutzer ein Verstehen und Überblicken der Situation erleichtern. Allerdings steigt mit der Zahl der Repräsentationsformen auch die Komplexität der Bedienung, die erst erlernt werden muß. Es ist somit ein Mehr an Arbeit, das aber oftmals unumgänglich und wichtig ist, da die Bedienung selbst ein Teillernziel bilden kann (als Beispiel sei das Notensystem genannt, dessen Erlernen zwar nicht garantiert, ein guter Musiker zu werden, andererseits ein guter Musiker wohl das Notensystem beherrschen muß).⁵

¹Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 147f.

²Vgl. ebenda S. 149.

³Vgl. ebenda.

⁴Vgl. ebenda S. 150.

⁵Vgl. ebenda S. 150.

Repräsentationssysteme sind systematische Deutungs- und Interpretationsschemata, die einen objektivierenden Charakter haben, d.h sie sind auch allgemeingültig. Sie werden immer dann angewendet, wenn sich bestimmte Sachverhalte mit ihnen besser und exakter darstellen lassen.¹ Oftmals geht mit der Darstellung auch eine „Komplexitätsreduktion“ einher. Die Idee ist, daß zum Beispiel einem Anfänger ein Einstieg in eine komplexe Software mit wenigen Einstellungen und Kommandos ermöglicht wird und er sich dann in die umfassende Parameterisierung einarbeiten kann. Es kann auch durchaus sinnvoll sein, den verschiedenen Repräsentationsformen einer Anwendung ein eigenes, begrenztes Set an Einstellungsmöglichkeiten zuzuordnen.²

Sinnvoll ist ein Repräsentationssystem, wenn es sowohl aussagekräftig als auch – relativ zur betreffenden Sache – leicht erlernbar ist. Es darf keinesfalls selbst zum Lernobjekt werden, sondern es immer nur *repräsentieren*.³

4.2 Drill- und Testsoftware

Der in der Literatur weitaus häufiger verwendete Name für diesen Softwaretyp ist „Drill & Practice“. Doch für Baumgartner und Payr greift der Begriff „Practice“ viel zu weit, da er in deren erweitertem handlungsorientierten Ansatz sowohl die Ausübung einer komplexen kognitiven Tätigkeit bedeuten kann wie auch jede Art des mechanischen Einübens von Fertigkeiten. Mit der Bezeichnung Drill- und Testsoftware ist hier jene Form der Bildungssoftware gemeint, die zur Festigung von bereits gelernten Inhalten dienen soll.⁴

Typische Programme dieser Gattung sind gekennzeichnet durch Sequenzen des Typs „Übungsaufgabe – Eingabe einer Antwort – Rückmeldung“.⁵ Viele der frühen Lernprogramme folgten diesem behavioristischen Ansatz und kamen damit zu zweifelhaftem Ruf. Allerdings darf die Notwendigkeit der Übung nicht über-

¹Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 151f.

²Vgl. ebenda.

³Vgl. ebenda S. 152f.

⁴Vgl. ebenda S. 154.

⁵Vgl. Niegemann (1995) S. 47.



Abb. 4.1: Beispiel eines Drill & Test-Programms. Quelle: Eigene.

sehen werden, seien es nun körperliche Fertigkeiten wie z.B. das Erlernen des Maschinenschreibens als auch kognitive Fertigkeiten.¹

Software diesen Typs ist technologisch gesehen relativ leicht zu realisieren und ist daher auch schon lange Zeit verfügbar. Allerdings ist es wohl gerade den Lernumgebungen dieses Typs zu Verdanken, daß die Computertechnologie im pädagogischen Bereich noch keinen Einzug gehalten hat. Leider ist es immer noch so, daß die meisten der derzeit verfügbaren Programme dieser Gattung von minderer Qualität sind.²

Daß die überwiegende Zahl der kommerziellen Lernsoftware gerade dieser Kategorie angehört, hat mehr mit der geringen technischen Komplexität denn mit pädagogischen Erwägungen zu tun. Gerade die hier angesprochenen Interaktionsformen sind einfach zu programmieren und es lassen sich darüberhinaus relativ simpel – wenn auch meist fragwürdige – „Erfolgskontrollen“ programmie-

¹Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 154f.

²Vgl. ebenda S. 127.

ren.¹

Baumgartner & Payr führen als didaktisch und pädagogisch sinnvolle Beispiele die Programme *Fingeralphabet*, ein Programm zum Erlernen des internationalen Fingeralphabets, sowie *Number Munchers* (Grundrechenarten) auf.²

4.3 Tutorensysteme

Tutorielle Systeme entsprechen idealtypisch der Situation eines einzelnen Schülers mit einem Tutor oder Privatlehrer: Neue Begriffe und Regeln werden verbal bzw. anhand von Beispielen eingeführt und durch Fragen oder Aufgaben wird geprüft, inwieweit der Lerner den Lehrstoff verstanden hat.³ Der Computer übernimmt also tatsächlich die Rolle eines Tutors, der einem Inhalte vermittelt, einübt und eventuell sogar überprüft. Entscheidend jedoch soll sein, daß dieser Softwaretypus in erster Linie kein Faktenwissen, sondern Regeln und Anwendungen, also prozedurales Wissen, vermittelt.

Von der Konzeption her handelt es sich somit um Software mit einem hohen didaktischen Anspruch.⁴ In ihr sind Merkmale der Kategorien Präsentationssoftware sowie Drill- und Testsoftware vertreten. Da die tutoriellen Systeme aber eine große Bedeutung erlangt haben, sind sie hier separat aufgeführt.

Lehrstrategien, die dem Lernenden ein Problem stellen, dessen Lernziel das Verfahren zur Lösung dieses Problem ist, sind der prototypische Einsatz für Tutorensysteme.⁵ Je umfassender jedoch eine Problemstellung ist, desto komplexer und vielfältiger werden die möglichen Lösungsstrategien. Konventionelle Tutorensysteme mit fest programmierten Regeln und Verfahren sind damit überfordert. In der Mediendidaktik werden daher große Hoffnungen in die Forschung zur „Künstlichen Intelligenz“ (KI; engl. artificial intelligence, AI) gesetzt. Sogenannte „Intelligente Tutorensysteme“ (ITS), die auf Forschungen der KI auf-

¹Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 155f.

²Vgl. ebenda S. 156ff.

³Vgl. Niegemann (1995) S. 49.

⁴Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 158.

⁵Vgl. ebenda S. 161.

bauen, müssen nicht nur Wissen zur inhaltlichen Seite der Problemstellung repräsentieren, sondern auch Wissen über Lehren und Lernen. Der Lernende wird vom Programm beobachtet, seine Aktionen aufgezeichnet und ausgewertet, um Wissensstand sowie die Wissenslücken des Lernenden zu ermitteln und entsprechend zu reagieren.¹ Ein idealtypisches Merkmal intelligenter tutorieller Systeme ist also ein nicht eindeutig vorgegebener Lernweg.²

Nur die intelligenten tutoriellen Systeme können dem hier gemeinten Idealtypus „Tutorensystem“ entsprechen. Der Entwicklungsaufwand solcher Systeme ist allerdings enorm hoch, wie auch die Schwierigkeiten zur Formalisierung notwendigen „Lehr-Expertentums“.³ Daher sind ITS vor allem in der Forschung zu finden.⁴ Kommerzielle Produkte wie *Lisp Tutor* (Einführung in die Programmiersprache LISP) und *Geometry Tutor* (geometrische Beweise) sind derzeit die Ausnahme.⁵

4.4 Simulationen

Mit Simulationsprogrammen wird eine Veranschaulichung komplexer Sachverhalte und Situationen auf z.B. naturwissenschaftlichem, ökonomischem, ökologischem oder sozialem Gebiet veranschaulicht.⁶ Sie beruhen auf mathematisch definierten und parameterisierten Modellen meist recht hoher Komplexität.

Dem Lernenden stellt sich die Aufgabe, durch gezielte Manipulation von Parametern ein gewünschtes Ergebnis zu erzielen. Da die Parameter des Systems jedoch in Beziehungen zueinander stehen, hat die Maximierung eines Faktors meist auch – unerwünschte – Auswirkungen auf andere Faktoren. Es gilt also, die Wechselwirkungen eines Systems herauszufinden und aufgrund der gemachten Erfahrung situativ optimale Einstellungen zu ermitteln.⁷

¹Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 161.

²Vgl. Niegemann (1995) S. 57.

³Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 161; siehe auch Weiss & Kulikowski (1991).

⁴Vgl. Niegemann (1995) S. 63.

⁵Vgl. ebenda.

⁶Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 161, Niegemann (1995) S. 50.

⁷Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 161.

Bezeichnend für Simulationen ist die nicht statische und nicht determinierbare Ausgangssituation einer Handlung. Das System ändert sich laufend, was eine schrittweise Handlung nach erlernten Regeln unmöglich macht. Es kommt vielmehr darauf an, die Situation in ihrer Gesamtheit zu erfassen und, wie Baumgartner und Payr betonen, „...*sich auf sie motivational einzulassen.*“¹ Lernziel ist die Bewältigung komplexer Situationen auf dem Niveau von Gewandtheit oder Expertentum (siehe Kapitel).²

Software diesen Typs ist recht häufig anzutreffen. In der Wirtschaft wird sie ebenso eingesetzt (z.B. Was-wäre-wenn-Analysen) wie auch in der Ausbildung (z.B. Unternehmensplanspiele). Auch haben sich eine Reihe von Spielen auf Simulationsbasis als regelrechte „Klassiker“ etabliert. Eines der bekanntesten Simulationsspiele dürfte wohl *SimCity* bzw. *SimCity 2000*³ sein (Sinn des Spiels ist es, eine Stadt aufzubauen). Ein besonders komplexes Spiel stellt *SimEarth* dar, das Baumgartner und Payr ebenfalls besprechen (der Spieler wird mit der Entwicklung eines ganzen Planeten betreut)⁴ sowie *SimAnt* (ein Ameisenvolk muß einen Garten nebst dazugehörigem Haus für sich gewinnen),⁵ das als Paradebeispiel für die Integration der hier vorgestellten Typologien dienen kann.⁶

Didaktische Konzepte

Ein Problem von Simulationen besteht in ihrer Komplexität. Nutzer einer solchen Software können leicht mit der Fülle an einzustellenden Parametern, zu beobachtenden Entwicklungen die ihrerseits eine Reaktion erfordern und der Verfolgung der unterschiedlichsten Wechselwirkungen überfordert sein. Hier bietet sich eine Komplexitätsreduktion anhand von „Szenarien“ an, die eine bestimmte Ausgangssituation anbieten. Ihre Parameterisierung ist eingeschränkt, so daß dem Anwender der Einstieg erleichtert wird.⁷

¹Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 161f.

²Vgl. ebenda S. 162.

³Siehe hierzu Fehr & Fritz (1994).

⁴Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 162ff.

⁵Siehe hierzu auch Fehr & Fritz (1992).

⁶Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 171ff.

⁷Vgl. ebenda S. 164.

Die Entwicklung einer Simulation bietet unterschiedliche Ansätze: Werden nur wenige Parameter einer Situation modelliert, so ist die Komplexität gering. Sie eignet sich besonders dazu, die Wechselwirkungen einiger Parameter zu ergründen. Eine wesentlich komplexere Modellierung gewährt dagegen Einblicke in eine Situation ohne Vorhersagbarkeit, ohne gesicherte Regeln und Erkenntnisse.¹

Erwähnt werden soll noch der differenzierte Umgang mit Zielen. Komplexe Systeme erlauben es, einzelne Aspekte auszuklammern oder nur einige wenige Teilaspekte zu beachten. Während einer Simulation können positive und negative Ziele verfolgt werden, es können globale Ziele gesteckt oder auch ganz spezifische Ergebnisse zu erreichen versucht werden. Weiter werden noch unklare und klare Ziele, einfache und mehrfache Ziele sowie implizite und explizite Ziele unterschieden.²

Simulationen wie auch die im folgenden Kapitel noch zu behandelnden Mikrowelten können häufig auch als Spiel verstanden werden. Da aber eine Anwendung je nach Kontext als Lernprogramm oder als Spielsoftware verstanden wird, macht es wenig Sinn, noch eine zusätzliche Kategorie „Spielsoftware“ einzuführen. Wichtiger ist vielmehr eine Unterscheidung in *Play* (Spielzeug) und *Game* (Spiel). Während ein „Spiel“ *Gewinnsituationen* fest definiert, fehlen diese einem „Spielzeug“ ganz oder sie sind zumindest nicht eindeutig definiert. Bei Simulationen und Mikrowelten handelt es sich meist um den zweiten Spieltypus; Gewinnsituationen müssen hier oftmals erst konstruiert und ausgehandelt werden, je nach Zielspezifikation kann es durchaus mehr als einen Gewinner geben.³

Sozialpsychologisch sind beide Spieltypen für die Entwicklung der Persönlichkeitsstruktur in der Kindheit von größter Bedeutung. In der Rollenübernahme auf der „Play“-Stufe wird die signifikante Rolle spezifischer Bezugspersonen gelernt. Kinder konstruieren in diesen Rollenspielen soziale Realität und erlernen den Umgang mit diesen Situationen. Sie erleben sich in verschiedenen Rollen

¹Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 164.

²Vgl. ebenda S. 165.

³Vgl. ebenda S. 166.

und können sich daher in verschiedener Weise sehen.¹

4.5 Mikrowelten und Modellbildung

Gegenüber Simulationen gehen Mikrowelten noch einen Schritt weiter. Anstatt wie in einer Simulation eine bestimmte Situation lediglich zu repräsentieren, wird der Lernende vor die Aufgabe gestellt, eine solche Situation erst einmal erschaffen zu müssen. Desweiteren ist der Anwender gehalten, seine eigenen (Lern-) Ziele zu definieren.² In einer solchen „Welt“, die aus veränderbaren Eigenschaften besteht, werden „Experimente“ konstruiert, angeordnet und durchgeführt. Allen Objekten sind bestimmte Eigenschaften zugeordnet, die manipulierbar sind. Die Aufgabe besteht nun nicht mehr *nur* darin, eine komplexe Situation zu bewältigen, sondern sie zu modellieren, das heißt eine Welt zu konstruieren.

Mittlerweile tragen nicht nur die Erkenntnisse aus der KI-Forschung zur Entwicklung von Mikrowelten bei, sondern verstärkt auch Ergebnisse der Forschungsrichtung Künstliches Leben (KL; engl. artificial life, AL). Ein noch recht junges Softwarebeispiel ist das Computerspiel *Creatures*, das den Nutzer vor die Aufgabe stellt, quasi mit göttlicher Hand in die Entwicklung einer Spezies steuernd einzugreifen.³

¹Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 166.

²Vgl. ebenda S. 167.

³Vgl. Pöppe (1996) S. 14ff.

5 Bewertung

Die technischen Weiterentwicklungen der „Neuen Medien“ machen diese für den privaten Interessenten ebenso attraktiv¹ wie sie auch viele Gesellschaftsbereiche verändern.² Die Wirtschaft muß sich ebenfalls längst mit den Möglichkeiten der Neuen Medien befassen, unter anderem verursacht durch einen rapide wachsenden Weiterbildungsbedarf, dem damit einhergehenden Zwang zur Kostenminimierung sowie der Notwendigkeit, innerhalb kürzester Zeit Weiterbildungsmaßnahmen bereitstellen zu müssen.³

Zunehmend wird nach Möglichkeiten zur Einbeziehung von Multimedia und Telekommunikation in Aus- und Weiterbildung zur „informellen Bildung“⁴ gesucht.⁵ Allerdings sind Wirkung bzw. Erfolg solcher Maßnahmen umstritten, da die Verfahren zur Bewertung des Lernerfolgs ebenfalls in der Diskussion stehen. Im folgenden werden diese Möglichkeiten der Bewertung von Lernsoftware dargestellt. Eine besondere Stellung nimmt hier die Evaluation ein, da sie als formative Evaluation ein wichtiges Instrument während der Entwicklungsphase sein kann.⁶

¹Vgl. [Petzold \(1995\)](#) S. 276.

²Vgl. [Mandl \(1995\)](#) S. 68.

³Vgl. [Geyken et al. \(1996\)](#) S. 4.

⁴Vgl. [Tully \(1994\)](#) S. 19ff.

⁵Vgl. [Schenkel & Holz \(1995\)](#) S. 11.

⁶Vgl. ebenda S. 12f.

5.1 Herkömmliche Bewertungsverfahren

5.1.1 Kriterienkataloge

Eines der beliebtesten Verfahren zur Bewertung von Lernsoftware bilden Kriterienkataloge. So hat beispielsweise die Stiftung Warentest in ihrer Juli-Ausgabe 1996 einen Testbericht über Lernsoftware veröffentlicht, dessen Grundlage ein Kriterienkatalog bestehend aus ca. 500 Indikatoren war.¹ Die Vorteile solcher Kataloge, die meist in Form von Prüf- oder Checklisten vorkommen, liegen auf der Hand:²

- Sie sind billig und zeitsparend, da bereits eine strukturierte Liste der relevanten Evaluationskriterien angeboten wird. In der Regel genügt eine fachkundige Person nebst Programmkopie und passender Hardware, um die Evaluation durchzuführen.
- Die Verfahren sind einfach zu organisieren, da die Lernsoftware nicht in ihrem Lerngebiet (z.B. dem Kinderzimmer oder der Schulklasse) belassen werden muß. Statt dessen kann die Evaluierung zentral erfolgen.
- Das Verfahren erscheint durch die schrittweise, immer gleiche Abarbeitung der Kriterienkataloge objektiv und methodisch sauber.

Die einzelnen Punkte eines Kriterienkatalogs werden meist in Frageform dargestellt. Es werden wie in jeder Software-Evaluation „qualitative“ und „quantitative“ Daten erhoben. Fragen nach Hersteller, Systemkonfiguration oder Betriebssystem dienen beispielsweise der Abfrage qualitativer Daten. Quantitative Daten werden dagegen meist mittels Rating-Skalen ermittelt. Die Aufgabe des Evaluators besteht vor allem darin, die quantitativen Kriterien innerhalb einer Bewertungsskala einzuordnen.³

Kriterienkataloge können für den Einstieg durchaus von Vorteil sein, hier vor allem zur Bestimmung qualitativer Daten. Mittels simpler Abfragen lassen sich so

¹Vgl. [Stiftung Warentest \(1996\)](#) S. 39.

²Siehe [Baumgartner \(1995\)](#) S. 241f, [Tergan \(1996\)](#) S. 37.

³Vgl. [Tergan \(1996\)](#) S. 38.

die Systemeigenschaften (z.B. Existenz bestimmter Interaktionsformen) leicht klären.¹ Für die pädagogische und didaktische Bewertung jedoch sind sie unzulänglich.

Obwohl z.B. Dorothea Thomé mit ihrer „Großen Prüfliste für Lernsoftware“ (GPL), einer Synopse von 23 veröffentlichten Katalogen, immerhin 324 Einzelkriterien aufgestellt hat,² kann sich auch ein solcher Katalog nicht dem Verdacht der Unvollständigkeit entziehen.³ Es ist mehr als nur unsicher, ob jemals Bewertungskriterien dermaßen formalisiert werden können, daß sie dem Anspruch der Vollständigkeit und der zeitlich unbegrenzten Reliabilität genügen.

The fact that all components of an instructional situation interact with one another is a central problem for evaluating educational software. The existing interrelations between the components of learning systems, the fact, that the usefulness and effectivity of a particular system type may be dependent on the context of use and the particular educational goals make it impossible to follow a direct checking approach in software evaluation on the basis of a simple software evaluation criteria list.⁴

Ein weiterer Kritikpunkt liegt in den fehlenden oder strittigen Gewichtungs- bzw. Wertungsverfahren. Ein jedes Kriterium einer Prüfliste ist auf bestimmte lerntheoretische Annahmen zurückführbar, ihre Gewichtungen zueinander bleiben indes strittig.⁵ Doch gerade die Gliederung und Gewichtung der einzelnen Kriterien ist entscheidend für eine vergleichende Bewertung und Auswahlentscheidung. Meist werden die Wichtungen den subjektiven Ansichten des individuellen Anwenders, Evaluators, Pädagogen etc. überlassen.⁶

Damit eröffnet sich eine weitere Problematik, nämlich die Frage nach der zugrundeliegenden Lerntheorie. Mit der Ausklammerung einer theoretisch fundierten Gewichtung wird die Frage des lerntheoretischen Hintergrundes ausgeklammert, der eigentliche Sinn einer Evaluation somit konterkariert.⁷

¹Vgl. Tergan (1996) S. 45.

²Siehe Thomé (1989).

³Vgl. Baumgartner (1995) S. 242.

⁴Tergan (1996) S. 47.

⁵Vgl. ebenda S. 44.

⁶Vgl. Baumgartner (1995) S. 242.

⁷Vgl. ebenda.

5.1.2 Rezensionen

Gemeint sind in erster Linie Artikel in Zeitschriften, die eine Software beschreiben und einschätzen, aber auch Ratgeber wie z.B. die Reihe „Computerspiele auf dem Prüfstand“ der Bundeszentrale für politische Bildung. Rezensionen bieten kein „objektives“ Urteil an, sondern bewerten aufgrund rein subjektiver Wahrnehmungen. Ein genaues und reproduzierbares Ergebnis ist von daher nicht zu erwarten.

Software-Rezensionen sind einfach und billig zu erstellen, wie die Prüflisten setzen sie nicht den Aufbau von realen Lernsituationen voraus und sind daher unabhängig vom Einsatzgebiet. Für einen groben Überblick mögen sie durchaus ihren Sinn haben, wegen ihrer Subjektivität und der uneinheitlichen Vorgehensweise ist jedoch eine Vergleichbarkeit nicht gegeben.¹

5.1.3 Erprobung des Lernerfolgs

Gerade diese Verfahren sind häufig zu Vergleichsgruppenuntersuchungen traditionellen Lehrerunterrichts versus Lernen mit „Neuen Medien“ eingesetzt worden. Der methodische Ablauf sieht einen Test zur Ermittlung des Vorwissens bezüglich der Lernziele vor, gefolgt von der eigentlichen Wissensvermittlung und anschließend einen zum Vortest parallelen Nachtest zur Feststellung des Lernstandes. Aus der Differenz zwischen Vor- und Nachtest ergibt sich dann ein Lerngewinn, der mit entsprechenden statistischen Verfahren näher analysiert werden kann.²

Baumgartner sieht hier ein methodisches Problem und rät daher von solchen Vergleichsstudien ab, „... da selbst bei hoher Vergleichbarkeit der Gruppen in allen wichtigen Variablen wie Alter, Geschlecht, Vorkenntnisse usw. die beiden vergleichenden Lernsituationen durch viele situative Zufälligkeiten verfälscht werden können.“³ Für einen Vergleich unterschiedlicher Lehr- bzw. Lernformen ist eine wesentlich größere Stichprobe von Durchführungen beider Unterrichtsverfahren

¹Vgl. Baumgartner (1995) S. 243.

²Vgl. ebenda.

³Ebenda.

vonnöten. Hinzu kommt, daß in die Konstruktion der Meßinstrumente theoretische Vorannahmen mit einfließen, die das Untersuchungsergebnis wesentlich beeinflussen. Wird der Lernerfolg beispielsweise anhand der Beantwortung von Faktenfragen gemessen, dann stellt sich die Frage, ob Lernen nicht bereits auf die verbale Reproduktion von Inhalten reduziert worden ist. Baumgartner spricht in diesem Fall vom „operationalisiertem Zirkelschluß“.¹

5.2 Ein heuristisches Modell zur Softwarebewertung

Baumgartner & Payr haben immer wieder hervorgehoben, wie ungenügend ihrer Meinung nach eine Beurteilung von Lernsoftware mittels einfacher Erprobung eines Lernerfolges ist. Sie plädieren dagegen für ein „heuristisches Modell“², das einer konstruktivistischen Sichtweise folgt.

5.2.1 Rahmenbedingungen festlegen

Rahmenbedingungen machen meist durch unangenehme Einschränkungen auf sich aufmerksam. Dies können zum Beispiel das zur Verfügung stehende Budget, die vorhandene Hardware oder auch das verwendete Betriebssystem sein. Weiter können auch abzudeckender Inhalt, Organisationsform (Curriculum, offenes Lernen zu Hause), Eingangsvoraussetzungen usw. dazu gezählt werden.

5.2.2 Lernziel, Lernstufe und Lehrstrategie festlegen

Anhand des Würfelmodells in Abbildung [w](#) werden die gewünschten Lern- bzw. Entwicklungsstufen mit der gewünschten Interaktionsform und dem sozialen Setting (der didaktischen Situation) festgelegt, indem das abstrakte Modell anhand der konkreten inhaltlichen Fragestellung konkretisiert wird.

¹Vgl. Baumgartner (1995) S. 243.

²Vgl. Baumgartner & Payr (1994) S. 25ff, Baumgartner (1995) S. 248ff.

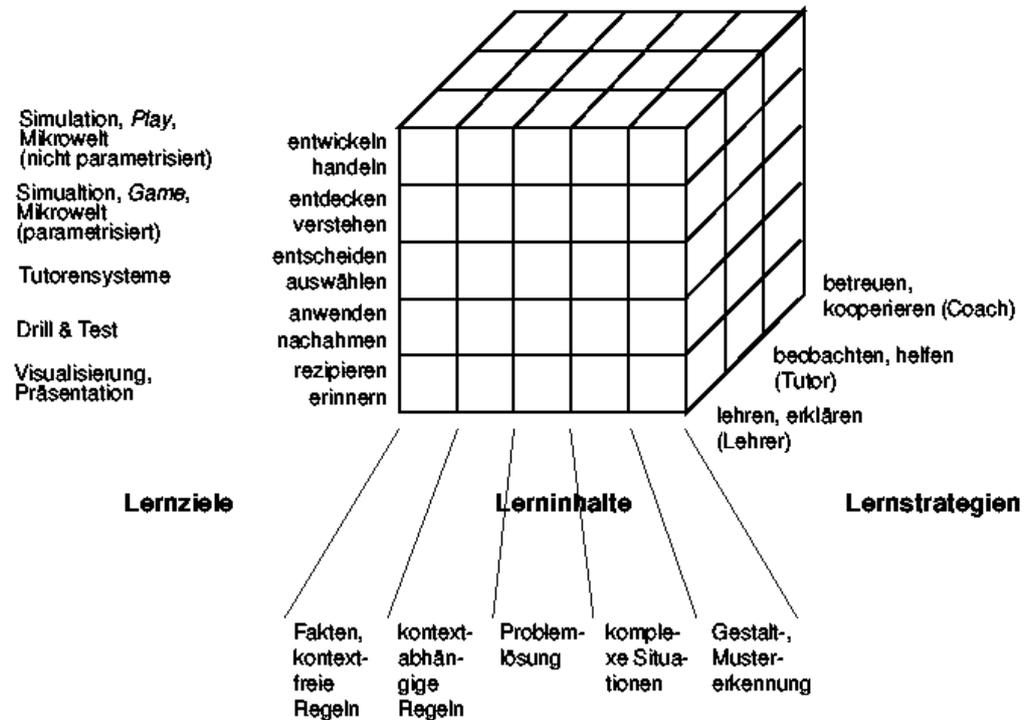


Abb. 5.1: Ein heuristisches Modell zur Softwarebewertung.

Quelle: Baumgartner (1995) S. 248.

5.2.3 Software-Recherche

Anhand der vorangegangenen Fragestellungen können schon Einschränkungen bezüglich der zu verwendenden Software getroffen werden. Allerdings ist es recht schwierig, brauchbare Anwendungen zu erkennen. Letztendlich muß diese Vorauswahl aufgrund verfügbarer Informationen getroffen werden. Mögliche Quellen wären Software-Kataloge, Rezensionen, persönlicher Erfahrungsaustausch, Hersteller-Informationen und Demo-Programme zu begutachten.

5.2.4 Generierende Fragen an die Software stellen

Baumgartner schlägt als nächsten Schritt vor, an den in die engere Wahl gekommenen Anwendungen eine vergleichende Analyse in Form von generierenden Fragestellungen vorzunehmen. „Generierend“ bedeutet in diesem Fall, „... das

*Problemfeld öffnen, auf die Problematik aufmerksam werden und mit anderen Problemlösungen vergleichen.*¹ Es lassen sich fünf grundsätzliche Typen von Fragestellungen unterscheiden:²

- *Fragen zum Übergang von einer Komplexitätsstufe zur anderen:* Wie wird z.B. erreicht, daß bei der Vermittlung von Fakten diese später leicht in einem Kontext eingebunden werden können?
- *Fragen zur selben Komplexitätsstufe:* Wie wird innerhalb einer Stufe (=Würfelzelle) auf möglichst kontinuierliche steigende Komplexität geachtet? Gemeint ist hier Komplexitätsreduktion, d.h. didaktisch bereinigte Aufgaben, die schrittweise komplexer und realitätsnäher werden.
- *Fragen zu (impliziten) Metastrategien:* Wie werden heuristische Faustregeln („tricks of trade“) vermittelt? Wie werden Strategien zur Steuerung des Problemlösungsprozesses vermittelt? Wann wird ein iterativer Prozeß eingeleitet? Wann wird eine Strategie aufgegeben und zu einer anderen gewechselt? Wie werden Lernstrategien vermittelt?
- *Fragen zu Lehrstrategie:* Welche Methoden werden zum Aufbau (zur Konstruktion) mentaler Modelle verwendet (z.B. erklären)? Welche Methoden werden zur Stützung der (ersten) Eigenaktivitäten verwendet (z.B. tutoring)? Welche Methoden werden zur schrittweisen Übernahme von Verantwortung im kooperativen Handlungsprozeß verwendet (z.B. coaching: langsames Entziehen der Unterstützung und Hilfestellung)?
- *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?

¹ Baumgartner (1995) S. 249.

²Vgl. ebenda S. 249f.

Diese Fragen verwenden das Moment der Kriterienkataloge bzw. Prüflisten. „*Statt aber als operationalisiertes Bewertungsinstrument zu dienen, öffnen sie in meinem Vorschlag erst das Feld für eine vergleichende Analyse*“.¹

Der Zweck dieser generierenden Fragen ist es, Fragen zu den dahinterliegenden didaktischen Strategien zu stellen. Da alle Fragestellungen innerhalb einer bestimmten Würfelzelle anzuwenden sind, ergibt sich ein im Gegensatz zu den üblichen Prüflisten überschaubares Set von etwa fünf bis sieben Fragen.²

5.3 Evaluation

Eine Evaluation dient der Bewertung, in diesem Fall der Bewertung von Lern- bzw. Bildungssoftware. Wichtig ist die Unterscheidung in summative und formative Evaluation. Unter ersterer ist eine abschließende Bewertung wie sie zum Beispiel Verbraucherorganisationen³ durchführen zu verstehen, während eine formative Evaluation den Entwicklungsprozeß mit dem Ziel begleitet, Informationen zur Verbesserung des Programms zu liefern.⁴

Evaluation von Lernsoftware scheint ein schwieriges Feld zu sein. Dies mag an den ungenügenden Definitionsansätzen ebenso liegen wie am recht hohen Aufwand, den eine solche Maßnahme erfordert. So sind Evaluationen bei Entwicklern wie Anwendern (bzw. Anwendervertretungen) – zum Teil bedingt durch fehlendes theoretisches Hintergrundwissen⁵ – nicht sehr beliebt.⁶

Für die Evaluation gibt es viele Definitionsansätze, eine allseits anerkannte Evaluationsdefinition gibt es zur Zeit allerdings nicht.⁷ Baumgartner führt dies auf das relativ junge Alter des Forschungsbereichs sowie die sich ständig vermeh-

¹Baumgartner (1995) S. 249.

²Vgl. ebenda S. 251.

³Siehe beispielsweise Stiftung Warentest (1996) S. 34ff.

⁴Vgl. Schenkel & Holz (1995) S. 14.

⁵Vgl. ebenda S. 13.

⁶Vgl. Glowalla & Schoop (1992) S. 276.

⁷Vgl. Baumgartner (im Druck).

renden Evaluationsmodelle zurück.¹ Er hat die seiner Meinung nach wichtigsten Definitionsansätze kurz skizziert:²

- *Die relativistische Position:* „Evaluation – more than any science – is what people say it is; and people currently are saying it is many different things.“³ Demnach kann je nach Gesichtspunkt etwas völlig anderes verstanden werden.
- *Evaluation als quantitatives Analyseverfahren:* Hier handelt es sich meist um eine statistische Interpretation von systematisch gesammelten Daten.
- *Evaluation als eine Anwendung von Methoden:* Diese Form ist in der Literatur häufig in Gestalt von Beschreibungen, Diskussionen und Umsetzungen (sozialwissenschaftlicher) Methoden vorzufinden.
- *Evaluation als Verbesserung praktischer Maßnahmen:* Der wesentliche Sinn einer Evaluation wird hier in der Entwicklung von Verbesserungsvorschlägen gesehen.
- *Evaluation als angewandte Sozialforschung:* Vor allem im pädagogischen Bereich wird Evaluation als ein Anwendungsgebiet der Sozialforschung betrachtet.
- *Evaluation als Bewertung:* Evaluation stellt vor allem einen Prozeß der Bewertung dar.

Aufgrund der Vielfalt der Definitionsansätze schlägt Baumgartner daher eine wesentlich weiter gefaßte These zur Begriffsbestimmung der Evaluation vor:

Unter Evaluation sind alle Aktivitäten und/oder Ergebnisse zu verstehen, die die Bedeutung, Verwendbarkeit, (Geld-) Wert, Wichtigkeit Zweckmäßigkeit... einer Sache beurteilen bzw. bewerten. Nur dieses weitgefaßte Verständnis von Evaluation kann sowohl die Charakteristika besonderer Evaluationsfelder berücksichtigen als auch einen adäquaten Beitrag zur Theoriebildung leisten.⁴

¹Vgl. Baumgartner (im Druck).

²Siehe ebenda.

³Vgl. ebenda.

⁴Ebenda.

5.3.1 Ablauflogik von Evaluationen

Auch zu diesem Themenkomplex herrscht in der Wissenschaft immer noch keine Einigkeit. Die folgende Zusammenstellung orientiert sich an Michael Scriven,¹ da „...dessen wissenschaftsphilosophische und -theoretische Arbeiten zur Evaluationslogik großen Einfluß und Verbreitung gefunden haben“:²

- *Formulierung von Wertkriterien:* In der ersten Phase einer Evaluation werden jene Kriterien ausgewählt und definiert, die der Evaluand erfüllen muß, um positiv bewertet zu werden.
- *Formulierung von Leistungsstandards:* Für jedes einzelne Kriterium wird eine Norm definiert, die der Evaluand erfüllen muß, damit das Kriterium als erfüllt angesehen werden kann (Operationalisierung).
- *Messung und Vergleich:* Nun wird jedes Kriterium beim Evaluanden untersucht, gemessen und mit den jeweils vorgegebenen Leistungsstandards verglichen.
- *Werturteil (Synthese):* In dieser letzten und wohl schwierigsten Phase von Evaluationen müssen die verschiedenen Ergebnisse zu einem einheitlichen Werturteil integriert werden.

5.3.1.1 Wertansprüche

Als zentrales Modell zur Definition der Wertansprüche soll eine dreistufige Bedürfnisanalyse dienen, mit deren Hilfe die wesentlichen Momente der ersten beiden Phasen der Ablauflogik erreicht werden:³

- *Ebene I (necessitata):* Sie dient der Bestimmung unabdingbarer Notwendigkeiten und Erfordernissen. Wird ein Kriterium nicht erfüllt, so hat dies

¹Siehe hierzu [Scriven \(1992\)](#).

²[Baumgartner \(im Druck\)](#).

³Vgl. ebenda.

den unweigerlichen Ausschluß des Evaluanden zur Folge. Ein solches k.o.-Merkmal ist zum Beispiel die Hardware-Voraussetzung eines Computerprogramms: Ohne entsprechende technische Ausstattung ist Software nicht einmal installierbar.

- *Ebene 2 (desiderata)*: Funktionen und Eigenschaften, die über das absolute Minimum hinausgehen, deren Fehlen also nicht zum Ausschluß führen würden, werden der zweiten Ebene zugerechnet. Man spricht in diesem Fall von Vorzügen. Um beim Beispiel der technischen Voraussetzungen zu bleiben: Ein Lernprogramm, daß auf mehr als einer Systemarchitektur aufsetzt (z.B. Apple Macintosh und Sun OS), kann als eines mit Vorzügen bezeichnet werden.
- *Ebene 3 (ideals)*: Ihr werden abschließend Ideale zugerechnet. Wie der Name schon impliziert, handelt es sich um kaum erreichbare bzw. realisierbare Zielvorstellungen. Sie dienen als Wegweiser für Verbesserungsansätze.

5.3.1.2 Wertzuweisungen

Die vorangegangene Bedürfnisanalyse dient vor allem den ersten zwei Phasen der Ablauflogik einer Evaluation. Daneben fällt ihr ein entscheidendes Moment zur Operationalisierung und Integration der Ergebnisse zu.

An eigentlichen Beurteilungsverfahren (Zuweisung von Werten) lassen sich grundsätzlich vier Methoden unterscheiden, die untereinander frei kombinierbar sind:

- *Grading (Einstufung)*: Die Evaluanden werden anhand eines vordefinierten Beurteilungsmaßstabes eingestuft.
- *Ranking (Reihung)*: Für eine Reihung werden die Evaluanden zueinander in Relation gesetzt und beurteilt. Es entsteht eine Ordinalskala mit einer Aussage wie gut-besser-am Besten, die jedoch keine Aussage zu den Abständen untereinander macht.

- *Scoring (Punktevergabe)*: Im Unterschied zum Ranking werden hier Punkte vergeben, deren Abstände untereinander gleich und bedeutungsvoll sind. Nur mit dieser Methode sind summative Operationen wie Addition oder Division zulässig.
- *Apportioning (Aufteilung, Zuteilung)*: Entsprechend der Wertigkeit eines Evaluanden werden vorhandene Ressourcen aufgeteilt (als Beispiel mag die Aufteilung des Bundeshaushalts genommen werden).

5.3.1.3 Gewichtung von Wertansprüchen

Zur Analyse eines Evaluanden bedarf es der Festlegung einer relativen Wertigkeit aller Beurteilungsdimensionen. Es mag inzwischen deutlich geworden sein, welche Schwierigkeiten dieses Unterfangen birgt.

Wenn inhaltliche Zusammenhänge zwischen Funktionsmerkmalen des Evaluanden und den Interessensorientierungen verschiedener Adressaten der Evaluation vorerst ausgeklammert werden, so stellt sich das Definieren von Prioritäten (Gewichtung) zunächst einmal als ein rein methodisches Problem dar. Zur Lösung bieten sich prinzipiell zwei Verfahren an: additive (numerische) und qualitative Gewichtungsprozeduren.¹

Numerische Gewichtung und Summierung

Die Numerische Gewichtung und Summierung (NGS) ist in verschiedensten Formen anzutreffen. Sie kann sowohl beschreibend, vorschreibend (normativ, präskriptiv) als auch bewertend eingesetzt werden. Die allgemeine Form ist die „Multi-Attribute Utility Analysis“,² in der die einzelnen Dimensionen zunächst gewichtet werden, das heißt ihre relative Wertigkeit wird eingeschätzt. Sodann werden die Leistungen der Prüflinge in den jeweiligen Dimensionen eingeschätzt (rating). Die ermittelten Werte aus Leistungsbewertung und deren Wichtung werden abschließend miteinander multipliziert und die Produkte eines Evaluanden dann summiert. Der Wert eines Evaluanden wird durch eine Zahl angegeben; je

¹Vgl. Baumgartner (im Druck).

²Vgl. Scriven (1992) S. 380.

größer die Zahl, desto besser das Abschneiden. Sieger ist der Evaluand mit der größten Punktzahl.

Da dieses Verfahren relativ einfach umzusetzen und leicht verständlich ist sowie in jedem Fall zu einem klaren Ergebnis führt, erfreut es sich großer Beliebtheit. Dem stehen allerdings einige gravierende methodische wie intrinsische Mängel gegenüber. Ein mittels der erweiterten *NGS-Methode mit Minima* lösbares Problem stellt der Umstand dar, daß gewisse Dimensionen erst ab einem bestimmten Minimalwert Sinn machen.¹ Darunterliegende Werte dürften eigentlich nicht in die summative Bewertung einfließen. Ein weiteres Problem stellen Bewertungskomponenten dar, die miteinander interagieren und daher nicht unabhängig voneinander bewertet werden dürfen. Zwar ist es grundsätzlich möglich, mittels Definition neuer Kriterien eine Lösung anzubieten, allerdings erfordert dies eine enorme Kompetenz und stellt dennoch meist nur eine spezialisierte Einzellösung dar, die nicht verallgemeinert werden kann.² Ein grundsätzlicher methodischer Fehler liegt mit der Annahme einer Linearität der Punkteabstände vor. Die NGS-Methode liefert zur Bewertung eine Ordinalskala, die es eigentlich verbietet, Multiplikationen und Summationen durchzuführen. Diese Operationen sind nur mit Intervall- und Ratio-Skalen zulässig.

Als schwerwiegendstes – da kaum lösbares – Problem hebt Baumgartner in seinen Ausführungen hervor, daß die Anzahl der Kriterien, die bei einer Evaluation definiert werden, nicht vorhersehbar sind.³ So gibt es Prüflisten mit zehn bis zwanzig Kriterien und solche mit mehreren hundert. Dadurch kommt es vor, daß entweder einige wichtige Kriterien durch viele triviale Punkte in der Bewertung unterdrückt werden, oder aber einige wenige Faktoren bestimmen das Endergebnis.

Qualitative Gewichtung und Summierung

Die Mängel der Numerischen Gewichtung und Summierung (NGS) machen die Erfordernis einer anderen Methode deutlich. Die QGS bietet ein qualitatives Bewertungsverfahren mittels paarweisen Vergleichs: „[Qualitative Weight and Sum

¹Vgl. Baumgartner (im Druck).

²Vgl. ebenda.

³Vgl. ebenda.

(QGS),] *a method of evaluation that uses only a grading scale for weighting the importance of dimensions of merit and for rating the performance of each evaluand on each dimension.*¹

Zunächst werden den einzelnen Dimensionen eines der fünf Gewichte Essential (*E*), Very Valuable (*), Valuable (#), Marginally Valuable (+) und Zero (0) zugesprochen. Sie werden als Symbole dargestellt, um so eine Verwendung als Ratio- oder Intervall-Skala auszuschließen. Es sei darauf hingewiesen, daß nicht alle fünf Gewichte vergeben werden müssen. Schließlich kann es durchaus vorkommen, daß keine der Dimensionen beispielsweise als # (Valuable) gewichtet wurde.²

Die Zero-Dimensionen (0) sind als absolut ohne Gewicht und daher für die Bewertung unbedeutend. Sie können also gestrichen werden. Anschließend muß überprüft werden, daß alle Evaluanden den als Minimalerfordernissen gewerteten Dimensionen (Essentials, *E*) genügen. Die Kandidaten mit negativem Befund werden ausgeschlossen.

Es folgt die Bewertung der einzelnen Kriterien. Der Wert muß im Bereich von Zero (0) bis zur maximalen Wichtung des Kriteriums liegen, das heißt eine als Essential betrachtete Dimension kann ein Wert von 0 bis *E* zugewiesen werden, einer Very Valuable Dimension nur 0 bis * usw. Zu beachten ist hier, daß es sich nicht immer um einen monoton ansteigenden Zweckmäßigkeitbereich handelt. Es kann durchaus vorkommen, daß das Überschreiten eines bestimmten Niveaus wiederum zur Schwäche wird.

Aufgrund der bisherigen Vorgehensweise ist eine Rangordnung (ranking) der einzelnen Dimensionen entstanden, die mit einer integrierten Schlußbewertung versehen werden kann. So wäre es denkbar, daß nach einer Bewertung der Evaluanden ein zu erfüllendes Minimal Kriterium aufgestellt wird.

Fortzufahren ist nun mit der Summierung jener Dimensionen, die mit gleicher Wertigkeit behaftet sind. Als Ergebnis liegen dann pro Evaluanden drei Werte vor: die Summe der *, die Summe der # und die Summe der +. zur Vereinfachung

¹Vgl. [Scriven \(1992\)](#) S. 294.

²Die methodische Beschreibung folgt [Scriven \(1992\)](#) S. 294f und [Baumgartner \(im Druck\)](#).

können jene Eigenschaften, die alle Evaluanden gleichermaßen aufweisen, ausgeschlossen werden. Dies erleichtert einen eventuellen paarweisen Vergleich. Jeder Evaluand hat nun eine Wichtung in Form n_* , $n_{\#}$ und n_+ erfahren, wobei n für die Anzahl der Gewichte steht.

Es kann geprüft werden, ob sich schon eine eindeutige Rangordnung manifestiert hat.

Evaluand A 3*, 4#, 2+

Evaluand B 2*, 5#, 2+

Evaluand C 2*, 7#, 0+

Hier ist Evaluand A eindeutig besserer als Evaluand B. Es ist jedoch nicht möglich, eine solche Aussage bezüglich A und C zu treffen. Daher müssen beide Kandidaten in einem paarweisen Vergleich genauer untersucht werden. Können auf Anhieb keine eindeutigen Ergebnisse geliefert werden, kann im Lichte des paarweisen Vergleiches die Methode als iterative Prozedur solange wiederholt werden, bis ein befriedigendes Resultat vorliegt.

Nachteilig am QGS-Verfahren ist seine Komplexität sowie das Fehlen eines definitiven Entscheidungsalgorithmus¹.

5.3.2 Taxonomie von Evaluationsansätzen

Baumgartner führt neben echten Evaluationen desweiteren sogenannte „unechte Evaluationen“ auf, die auch als Quasi- sowie Pseudo-Evaluationen bezeichnet bzw. stigmatisiert werden.¹ Als Pseudo-Evaluationen gelten jene, die entweder politisch gesteuert oder zur Zementierung einer vorgefaßten Meinung dienen. Quasi-Evaluationen sind zwar methodisch korrekt, bieten aber keine Reflektion ihrer Fragestellung und Wertansprüche an. Echte Evaluationen hingegen stellen dagegen ihre Definition, Begründung und Beurteilung von Wertansprüchen (Zieldefinitionen) in den Mittelpunkt ihrer Analyse.

¹Vgl. Baumgartner (im Druck).

5.3.2.1 Interessensorientierung von echten Evaluationsansätzen

Jede Form der Evaluation ist interessensgeleitet. Dies manifestiert sich besonders in der Wichtung einzelner Beurteilungsdimensionen. Von daher bietet es sich an, aufgrund unterschiedlicher Interessensorientierungen eine Gruppierung wie in Abbildung vorzunehmen.

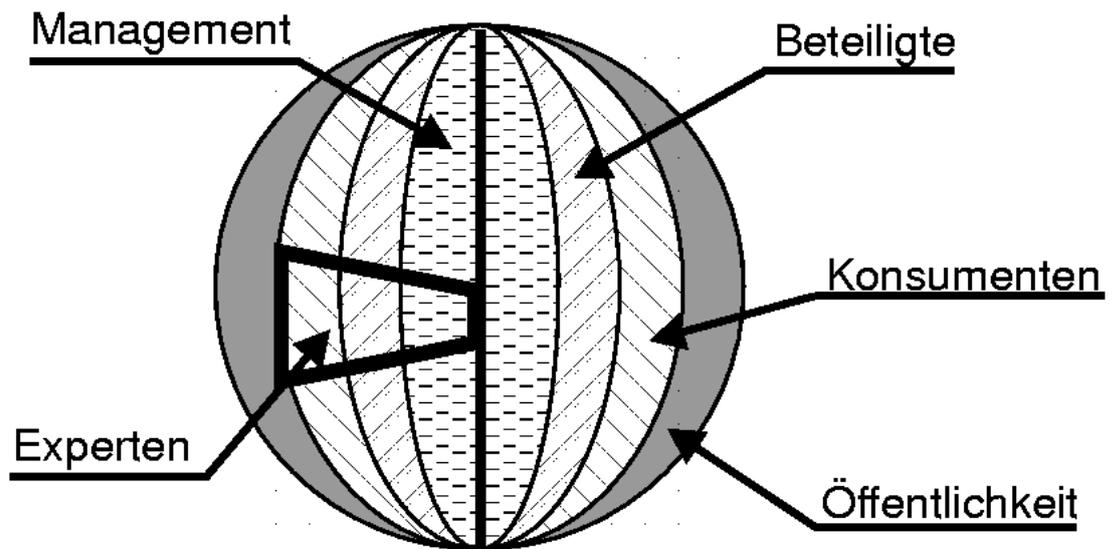


Abb. 5.2: Interessensorientierungen bei echten Evaluationsansätzen.

Quelle: Baumgartner (im Druck).

Management-orientierte Ansätze

Diese Form der Evaluation dient häufig als Modell zur Entscheidungsfindung. Hervorzuheben ist besonders das CIPP-Modell (Context, Input, Process and Product Evaluation) von Stufflebeam, ein Modell, das vor allem wegen seines Bezugs auf Entscheidungsträger (Management) in der Betriebswirtschaft sehr beliebt ist. Die Evaluation erfolgt hier in vier Schritten.

Konsumenten-orientierte Ansätze

Die hierunter fallenden Modelle sind der Öffentlichkeit nicht gänzlich unbekannt, da sie häufig z.B. von Konsumentenvereinigungen zur Bewertung bestimmter Produkte angewendet werden. Grundlage dieser Modelle ist die Be-

trachtung der Evaluanden als Produkte . Damit ist eine gewisse Marktorientierung gegeben. Unter „educational product“ kann vom Lehrbuch über Lernsoftware bis hin zu Workshops, Diensten und Methoden wie Checklisten, Reviews oder Reports verstanden werden.

Evaluations-Modelle eines konsumentenorientierten Ansatzes werden häufig auch als Produkt-Evaluationen bezeichnet. Es sind meist summative (=abschießende) Evaluationen und sind somit den Check- und Prüflistenverfahren methodologisch.

Experten-orientierte Ansätze

Dies sind wohl die allgemein bekanntesten und auch ältesten Evaluationsansätze. Beispiele für Expertenorientierungen sind: Kommissionen zur Antragsprüfung, Karriere (Habilkommission), Beglaubigungskörperschaften bzw. Vergabe von Qualitätssiegel, Peer-Reviews bei wissenschaftlichen Zeitschriften, Preisverleihungen etc. Im Gegensatz zu den anderen Modellen der Evaluation wird in den Experten-orientierten Ansätzen kein Problem in der Subjektivität der Werturteile gesehen, sondern ganz im Gegenteil ganz bewußt auf professionelle subjektive Werturteile aufgebaut.

Öffentlichkeitsorientierte Ansätze

Dies sind Modelle, die in der Öffentlichkeit die unterschiedlichen Sichtweisen in einer Gesamtevaluation kontrovers zu Wort kommen lassen. Sie sehen keine Ursachenanalyse vor und taugen daher lediglich zur summativen Evaluation. Bekannt sind z.B. die Gegnerschafts-orientierten Ansätze (*adversary approach* oder *advocate-adversary approach*, die in zwei verschiedenen Teams jeweils die Vor- bzw. Nachteile des Evaluanden untersuchen. Eine besondere Erweiterung, die weit über ein einfaches pro und contra hinausgeht, stellt der *judicial approach* dar, der in Anlehnung an die Justiz in einem „Prozeß vor Gericht“ zu einem Werturteil kommt.

Teilnehmer-orientierte Ansätze

Hierunter werden jene Ansätze verstanden, die nicht nach einem präskriptiven Muster vorgehen. Es wird nicht von starr vorgefaßten Zielen ausgegangen, son-

dem auf Bedürfnisse und Interessen aller Beteiligten eingegangen. Es werden häufig Methoden aus der Anthropologie verwendet, so daß sie Ähnlichkeiten zu ethnographischen Studien besitzen.

Mit Einbeziehung subjektiver Präferenzen und Interessen der Beteiligten widersprechen diese Methoden dem traditionellen Wissenschaftsparadigma. Es wird von einem Weltbild multipler Realitäten und individueller Perspektiven ausgegangen statt von einer objektiven Realität. Daher liegt die Betonung auf deduktiven Vorgehensweisen, die auf Verstehen statt auf statistische Zusammenhänge ausgerichtete sind.

5.4 Ein praktisches Beispiel

Als abschließendes Beispiel soll kurz auf den 2. European Academic Software Award 1996 (EASA) eingegangen werden.¹ Mit ihm sollen „akademische“ Programme ausgezeichnet werden, also Anwendungen, die vornehmlich für Forschung und Lehre im Hochschulbereich entwickelt worden sind. Der Evaluationsprozeß orientierte sich stark an Scriven (siehe Kapitel 5.3.1), eine Besonderheit besteht in der Nutzung des Internets respektive World Wide Webs während der gesamten Evaluation.

Der Ablauf der Evaluation erfolgte in drei Phasen. Juroren mußten sich im ersten Schritt einen Überblick über die gemeldeten Anwendungen verschaffen und grob nach Gesichtspunkten vorher festgelegten Kriterien wie Innovation, Design, landesspezifische Anpassung, Zielgruppen usw. klassifizieren.

Im zweiten Abschnitt sind die Programme von „Experten“, deren Fachgebiet eine Anwendung zugeordnet ist, getestet und evaluiert worden. Die Vorgehensweise war vorher festgelegt worden und für alle Anwendungen einheitlich. Die Evaluatoren mußten in dieser Phase Fragen zur Software beantworten (Kriterienkatalog bzw. Checkliste) und abschließend eine schriftliche Beurteilung verfassen. Handelte es sich um Lehrsoftware, mußten zusätzlich Studenten als weitere Evaluatoren herangezogen werden. Auf Basis dieser Beurteilungen wurden

¹Die Informationen stammen aus [EASA \(1996\)](#).

schließlich 35 Programme ausgewählt, die an der abschließende Bewertung teilnehmen durften.

Die Finalisten schließlich wurden einem komplizierten Verfahren, das sich an der Qualitativen Gewichtung und Summierung orientierte (siehe Kapitel), ausgesetzt um die jeweiligen Sieger der unterschiedlichen Programmkategorien zu bestimmen.

Aus diesen Finalisten sind dann die jeweiligen Sieger ihrer Kategorie ermittelt worden.

6 Resümee und Ausblick

Die Qualität eines computergestützten Lernprogramms steht und fällt mit dem didaktischem Konzept und der zugrundeliegenden Lerntheorie. Neben diesen fundamentalen Voraussetzungen sind das Interfacedesign und – als völlig neue Dimensionen – Multimedialität sowie Interaktivität die tragenden Elemente computergestützter Lernsysteme.

Neben der Schwierigkeit den Grad der Interaktivität einer Anwendung zu bestimmen, machen sich vor allem technische Einschränkungen wie zum Beispiel die Mensch-Maschine-Schnittstelle unangenehm bemerkbar. Seit Einführung des grafikfähigen Monitors und der Computer-Mouse hat es trotz technischer Verfügbarkeit von Geräten wie Lichtgriffel und Touch-Screen keine gravierenden Veränderungen gegeben. Doch nun scheint sich auch hier eine Lösung anzubieten, denn seit kurzem ist eine völlig neue Form der Mensch-Maschine-Kommunikation verfügbar geworden: die Spracheingabe. Zur Zeit wird ein Betriebssystem (OS/2 Warp Version 4) ausgeliefert, das sich vollständig verbal bedienen läßt und zudem eine funktionierende Spracherkennung bietet. Für andere Systemplattformen sind ebenfalls Erweiterungen ähnlicher Funktionalität erhältlich.

Die Qualität der kommerziell erhältlichen Lernprogramme bot lange Zeit Anlaß zur Sorge. Glücklicherweise hat sich dies inzwischen nachhaltig geändert, haben doch selbst klassische Schulbuchverlage diesen Markt entdeckt. Auch im Hochschulbereich tut sich einiges, Einrichtungen wie die Fernuniversität Hagen setzen zum Teil Lernprogramme erfolgreich ein. Hier greift man auch oft auf Erkenntnisse aus der Forschung zur Künstlichen Intelligenz zurück. In diesem Bereich wie auch aus den Forschungen zum Künstlichen Leben sind in den nächsten Jahren weitere Impulse zu erwarten.

Als schwerwiegend dürften immer noch die Probleme zur Evaluation des Lerner-

folges von Lernsoftware betrachtet werden. Aufgrund der besonderen Merkmale interaktiver Medien und den hinzugekommenen internationalen Netzwerken (vor allem das Internet) ergeben sich für den Lernprozeß neue Möglichkeiten, aber auch neue Herausforderungen. Es ist keineswegs mehr eindeutig, was unter Lernerfolg zu verstehen ist. Die bisherige Sichtweise, die den Lernerfolg an der Reproduktion von Wissen bzw. der Anwendung theoretischen Wissens gemessen hat, ist geprägt durch die „alten“, klassischen Medien wie es z.B. das Buch darstellt. Sie geht jedoch nicht auf die durch die Neuen Medien geschaffenen neuen Lernparadigmen ein. Diese kognitivistisch orientierte Sichtweise versteht unter Lernerfolg meist sprachlich formulierbares Wissen. Sie geht aber in keiner Weise auf die durch die Interaktivität angestoßenen Lernprozesse ein, zumal diese sich meist nicht sprachlich formulieren lassen. Baumgartner umschreibt diese Situation mit einem Zitat der berühmten Tänzerin Isadore Duncan, die nach einer gelungenen Performance auf die Frage nach den Sinn ihres Tanzes antwortete: *„Welchen Sinn hätte es zu tanzen, wenn ich es auch in Worte ausdrücken könnte?“*¹

Neben den durch den Multimedia-Boom hervorgerufenen Umwälzungen bestimmt zur Zeit die weltweite Vernetzung mittels Internet die Diskussion. Es ist noch nicht abzusehen, wie tiefgreifend der Einfluß dieser Technologie auf die Gesellschaft sein wird. Allerdings ist dieser schon heute so groß, daß selbst institutionelle Bildungseinrichtungen wie Schulen sich diesem nicht entziehen können. Bemerkenswert ist, daß die Vernetzung deutscher Schulen aufgrund der von der Wirtschaft geförderten Initiative „Schulen ans Netz“ der Gesellschaft für Informatik (GI) vonstatten geht. Bundesbildungsminister Rüttgers tritt lediglich als Schirmherr auf.²

In anderen Ländern ist die Vernetzung der Schulen schon wesentlich weiter vorangeschritten. Während in Deutschland schätzungsweise zwei Prozent aller Schulen mit einem Internet-Zugang aufwarten können, sind es in Großbritannien beispielsweise schon 15 Prozent und in den skandinavischen Ländern gar 66 Prozent.³ Aufgrund des (Weiter-) Bildungsbedarfs moderner Gesellschaften

¹Vgl. Baumgartner (im Druck).

²Siehe hierzu Sarnow (1996) S. 80ff.

³Siehe hierzu Pitzer (1996).

dürften Vernetzung und Bereitstellung von digitalen Informationen zu den essentiellen Zielen gehören (die USA werden in den kommenden fünf Jahren allein für die Initiative „The Technology Literacy Challenge“ zwei Milliarden Dollar zur Verfügung stellen). Wenn die klassischen Bildungseinrichtungen Schule und Hochschule Konzepte wie „Virtual Classroom“¹ und „Virtual Campus“ nicht annehmen, könnten sie auf lange Sicht ihr Bildungsmonopol verlieren. Schon jetzt ist ein Trend weg von der institutionellen Bildung hin zur informellen Bildung und selbstgesteuertem Lernen festzustellen.

¹Siehe hierzu [Hiltz \(1994\)](#).

Anhang

Literaturverzeichnis

Baumgartner, Peter (1995): *Didaktische Anforderungen an (multimediale) Lernsoftware.* In **Issing, Ludwig J. & Klimsa, Paul (Hg.)** *Information und Lernen mit Multimedia*, S. 241–252. Psychologie Verlags Union, Weinheim.

Baumgartner, Peter (im Druck): *Evaluation vernetzten Lernens.* Erscheint in: Simon, Hartmut (Hg.): *Virtueller Campus.* StudienVerlag, Innsbruck.

Baumgartner, Peter & Payr, S. (1994): *Lernen mit Software.* Digitales Lernen. Österreichischer StudienVerlag, Innsbruck.

Bundesministerium für Wirtschaft (Hg.) (1995): *Die Informationsgesellschaft: Fakten Analysen Trends.* BMWI Report. Zeitbild-Verlag, Bonn.

Dittler, Ullrich & Mandl, Heinz (1994): *Computerspiele aus pädagogisch-psychologischer Perspektive.* In **Hartwagner, G., Iglehaut, S. & Kötzer (Hg.)** *Künstliche Spiele*, S. 50–78. Boer-Verlag, München.

Dreyfus, Hubert L. & Dreyfus, Stuart E. (1987): *Künstliche Intelligenz: Von den Grenzen der Denkmaschine und dem Wert der Intuition.* Rowohlt Verlag, Reinbek bei Hamburg.

EASA (1996): *European Academic Software Award 1996: Final Report.* Internes Papier.

Fehr, Wolfgang & Fritz, Jürgen (1992): *Computerspiele auf dem Prüfstand: SimAnt.* Rezension 12, Bundeszentrale für politische Bildung, Bonn.

Fehr, Wolfgang & Fritz, Jürgen (1994): *Computerspiele auf dem Prüfstand: SimCity 2000.* Rezension 39, Bundeszentrale für politische Bildung, Bonn.

- Fortmüller, Richard (1991):** *Lernpsychologie: Grundkonzeption, Theorien, Forschungsergebnisse*. MANZ Verlag, Wien, 1 Auflage.
- Geyken, Alexander, Mandl, Heinz & Reiter, Wilfried (1996):** *Qualität in der Weiterbildung: Steigerung von Effizienz und Effektivität in der Weiterbildung*. Internes Papier, Siemens AG, München.
- Glowalla, Ulrich & Schoop, E. (Hg.) (1992):** *Hypertext und Multimedia: Neue Wege in der computerunterstützten Aus- und Weiterbildung*., Informatik aktuell. Springer Verlag, Berlin; Heidelberg; New York. GI-Symposium Schloß Ruischholzhausen 28.–30.04.1992.
- Haack, Johannes (1995):** *Interaktivität als Kennzeichen von Multimedia und Hypermedia*. In **Issing, Ludwig J. & Klimsa, Paul (Hg.)** *Information und Lernen mit Multimedia*, S. 151–166. Psychologie Verlags Union, Weinheim.
- Hasebrook, Joachim (1995):** *Multimedia-Psychologie: eine neue Perspektive menschlicher Kommunikation*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg; Berlin; Oxford.
- Hiltz, Starr Roxanne (1994):** *The Virtual Classroom: Learning Without Limits via Computer Networks*. Human/computer interaction. Ablex Publishing Corp., Noorwood.
- Hoelscher, Gerald R. (1994):** *Kind und Computer*. Springer Verlag, Berlin; Heidelberg.
- Huchthausen, Liselot (Hg.) (1989):** *Cicero: Werke*, Band 2. Aufbau-Verlag, Berlin; Weimar, 1 Auflage.
- Issing, Ludwig J. & Klimsa, Paul (Hg.) (1995a):** *Information und Lernen mit Multimedia*. Psychologie Verlags Union, Weinheim.
- Issing, Ludwig J. & Klimsa, Paul (1995b):** *Multimedia – Eine Chance für Information und Lernen*. In **Issing, Ludwig J. & Klimsa, Paul (Hg.)** *Information und Lernen mit Multimedia*, S. 1–3. Psychologie Verlags Union, Weinheim.

- Joerger, Konrad (1984):** *Einführung in die Lernpsychologie: Mit Anwendungsbeispielen, Kontrollaufgaben und weiterführenden Literaturhinweisen*, Band 9043 von *Herderbücherei Pädagogik*. Verlag Herder, Freiburg im Breisgau, 10 Auflage.
- Kerres, Michael (1995):** *Technische Aspekte multimedialer Lehr-Lernmedien*. In **Issing, Ludwig J. & Klimsa, Paul** (Hg.) *Information und Lernen mit Multimedia*, S. 25–45. Psychologie Verlags Union, Weinheim.
- Klimsa, Paul (1993):** *Neue Medien und Weiterbildung: Anwendung und Nutzung in Lernprozessen der Weiterbildung*. Deutscher Studien-Verlag, Weinheim.
- Klimsa, Paul (1995):** *Multimedia aus psychologischer und didaktischer Sicht*. In **Issing, Ludwig J. & Klimsa, Paul** (Hg.) *Information und Lernen mit Multimedia*, S. 7–24. Psychologie Verlags Union, Weinheim.
- LEU (1995):** *Der Computer als Übungsmedium and der Förderschule: Grundsätze und Erfahrungen*. Technischer Bericht, Landesinstitut für Erziehung und Unterricht (LEU), Stuttgart.
- Lück, Willi van (1994):** *Gestaltung von Hypermedia-Arbeitsumgebungen: Lernen in Sach- und Sinnzusammenhängen*. Forschungsbericht, Landesinstitut für Schule und Weiterbildung, Soest.
- Mandl, Heinz (1995):** *Bildung im Informationszeitalter*. *Politische Studien*, 46(341):68–83.
- Niegemann, Helmut N. (1995):** *Computergestützte Instruktion in Schule, Aus- und Weiterbildung: theoretische Grundlagen, empirische Befunde und Probleme der Entwicklung von Lehrprogrammen*. Peter Lang Verlag, Frankfurt a. M.; Berlin; Bern; New York; Paris; Wien.
- Opaschowski, Horst W. (1995):** *Das Multimedia-Zeitalter läßt auf sich warten. Akzeptanz-Probleme der neuen Informationstechnologien*. In **Bundesministerium für Wirtschaft** (Hg.) *Die Informationsgesellschaft: Fakten Analysen Trends*, S. 46–47. Zeitbild-Verlag, Bonn.

- O'Shea, T. & Self, J. (1986):** *Lernen und Lehren mit Computern: Künstliche Intelligenz im Unterricht.* Birkhäuser, Basel.
- Papert, Saymor (1994):** *Revolution des Lernens: Kinder, Computer, Schule in einer digitalen Welt.* Heise Verlag, Hannover.
- Petzold, Matthias (1995):** *Kinder, Computer und familiäre Interaktion mit neuen Medien. Medien und Erziehung, 39(2):276–282.*
- Pitzer, Sissi (1996):** *Wir haben viele Wege, aber kein klar formuliertes Ziel: Zu einer Konferenz der Bertelsmann- und der Nixdorf-Stiftung in Bonn über den Einsatz von Computer, Internet und PC in Schule und Ausbildung. Frankfurter Rundschau, 48(278):11.*
- Pöppe, Christoph (1996):** *Mathematische Unterhaltungen: Künstliches Leben im PC. Spektrum der Wissenschaft, 1996(10):14–19.*
- Reinmann-Rothmeier, Gabi & Mandl, Heinz (1996):** *Lernen auf Basis des Konstruktivismus: Wie Lernen aktiver und anwendungsorientierter wird. Computer und Unterricht, 1996(23):41–44.*
- Sarnow, Karl (1996):** *Schulen ans Netz: Initiative fördert Internet-Zugänge für Schulen. c't magazin für computertechnik, 1996(4):80–85.*
- Schenkel, Peter & Holz, Heinz (Hg.) (1995):** *Evaluation multimedialer Lernprogramme und Lernkonzepte: Berichte aus der Berufsbildungspraxis. Multimediales Lernen in der Berufsbildung. BW Bildung und Wissen Verlag und Software, Nürnberg.*
- Schmidbauer, Wolfgang (1991):** *Psychologie: Lexikon der Grundbegriffe. rororo Handbuch. Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbek bei Hamburg.*
- Schott, Franz, Kernter, Steffi & Seidl, Petrica (1995):** *Instruktionstheoretische Aspekte zur Gestaltung von multimedialen Lernumgebungen. In Issing, Ludwig J. & Klimsa, Paul (Hg.) Information und Lernen mit Multimedia, S. 179–192. Psychologie Verlags Union, Weinheim.*
- Scriven, Michael (1992):** *Evaluation thesaurus.* Sage Publ., Newbury Park, 4 Auflage.

- Stiftung Warentest (1996):** *Lerprogramme für Schüler: Klassenziel nicht erreicht. test*, 96(7):34–39.
- Tangens, Rena & Glaser, Peter (1996):** *Die Zuvielisation. Spiegel special*, 3:110–114.
- Tergan, Sigmar-Olaf (1995):** *Hypertext und Hypermedia: Konzeption, Lernmöglichkeiten, Lernprobleme*. In **Issing, Ludwig J. & Klimsa, Paul** (Hg.) *Information und Lernen mit Multimedia*, S. 123–137. Psychologie Verlags Union, Weinheim.
- Tergan, Sigmar-Olaf (1996):** *Evaluation of software for computer-based learning*. In **Wedekind, J.** (Hg.) *Staff training in media use for learning and teaching.*, S. 37–50. Deutsches Institut für Fernstudienforschung, Tübingen.
- Thomé, Dorothea (1989):** *Kriterien zur Bewertung von Lernsoftware: mit einer exemplarischen Beurteilung von Deutsch-Lernprogrammen*, Band 12 von *Hochschultexte Informatik*. Dr. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg.
- Tully, Claus J. (1994):** *Lernen in der Informationsgesellschaft: informelle Bildung durch Computer und Medien*. Westdeutscher Verlag, Opladen.
- Tully, Claus J. (1996):** *Lernen und Bildung im Wandel. medien praktisch*, 1:41–44.
- Weidenmann, Bernd (1994):** *Lernen mit Bildmedien*. Beltz Verlag, Weinheim; Basel, 2 Auflage.
- Weidenmann, Bernd (1995):** *Multicodierung und Multimodalität im Lernprozeß*. In **Issing, Ludwig J. & Klimsa, Paul** (Hg.) *Information und Lernen mit Multimedia*, S. 65–84. Psychologie Verlags Union, Weinheim.
- Weiss, Sholom M. & Kulikowski, Casimir (1991):** *Computer Systems That Learn*. Morgan Kaufmann Publishers, Inc., San Mateo, CA.