

Aus dem
Institut für Medizinische Biometrie und Medizinische Informatik
Abteilung Medizinische Informatik
des Universitätsklinikums der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br.

**Entwicklung und Evaluation
eines elektronischen Lernsystems der Histopathologie**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Medizinischen Doktorgrades
der Medizinischen Fakultät der
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Breisgau

Vorgelegt 1997

von THOMAS CHRISTIAN AUHUBER

geboren in Neumarkt i. d. OPf.

Vorwort

Computergestützte Lernhilfen gewinnen in der medizinischen Ausbildung zunehmend an Bedeutung. Große Datenmengen können auf preiswerten Datenträgern oder über Netze zur Verfügung gestellt werden. Interaktive, hypertextbasierte Komponenten, wie die Abfrage von Lernwissen oder Fallsimulationen, machen solche Lernprogramme didaktisch interessant. Im Vergleich zu Büchern ist das schnelle Auffinden von Suchbegriffen in umfangreichen Texten wesentlich verbessert. Während für das sequentielle Lesen großer Textmengen das Buch sicher das geeignetere Medium darstellt, ist das elektronische Medium für die Publikation großer Bildmengen besonders attraktiv: Umfangreiche Bestände didaktisch wertvoller Bilder können, einmal digitalisiert, zu geringen Kosten beliebig vervielfältigt werden.

Im Rahmen seiner Dissertation hat Herr Thomas Auhuber ein Lernsystem konzipiert, entwickelt und an Probanden evaluiert. Der elektronische Bildatlas „MicroPat“ unterstützt in der medizinischen Ausbildung den Kurs „Allgemeine Pathologie“. Inhaltlich wurde MicroPat von Prof. Dr. H.-E. Schaefer, Ordinarius für Allgemeine und Spezielle Pathologie des Klinikums der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br., gestaltet und mitbetreut.

Die Entwicklung computergestützter Lernsysteme in der Medizin ist eine interdisziplinäre Herausforderung. Am Beispiel von MicroPat beschreibt die Arbeit Möglichkeiten, Ziele und Grenzen beim Einsatz neuer Medien. Im Vordergrund stehen die vergleichende Analyse bisher verwendeter Lehrmittel und die Präsentation histopathologischer Lehrinhalte als interaktiver Bildatlas mit adaptierbarem Tutor. Besonders wichtig ist dabei die Beachtung von Qualitätskriterien für elektronische Publikationen.

Das Zusammenstellen und Aufbereiten der über 1300 exakt beschriebenen und beschrifteten Diapositive, die gleichzeitige Berücksichtigung unterschiedlicher Lernstile und die methodische und kontrollierte Evaluation, die bei anderen Lernsystemen meist fehlt, unzureichend oder subjektiv ist, sind eine besonders anerkennenswerte wissenschaftliche Leistung. Herr Thomas Auhuber hat damit nicht nur für die Medizin sondern auch exemplarisch für alle Entwickler und Methodiker von Lernprogrammen anderer Disziplinen ein hervorragendes Buch geschaffen, dem ich in unserer oft unkritischen und unsystematisch konzipierten Multimedia-Welt und Informationsgesellschaft eine weite Verbreitung wünsche.

Prof. Dr. R. Klar

Klinikum der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br.
Ordinarius für Medizinische Informatik

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
1.1	IDEE	1
1.2	LEHRVERANSTALTUNGEN IN DER PATHOLOGIE	2
1.3	ENTWICKLUNG DES CBT IN DER MEDIZIN	2
1.4	AUFGABENSTELLUNG: DAS PROJEKT MICROPAT	4
2	METHODIK	5
2.1	ANALYSE HISTOLOGISCHER CBT-SYSTEME	5
2.2	HISTOPATHOLOGIE IM WWW	8
2.3	LEITPRINZIPIEN	10
2.4	SOFTWAREKONZEPT	12
2.4.1	DAS AUTORENSYSTEM TOOLBOOK	12
2.4.2	TOOLBOOK ASSOZIIERTE PROGRAMME	15
2.4.3	PAINT SHOP PRO 3.12	15
2.4.4	MICROSOFT ACCESS 7.0	16
2.4.5	MICROSOFT RECORDER 95	16
2.5	BILDMATERIAL	16
2.6	TEXTMATERIAL	18
3	MICROPAT – KURSUS DER HISTOPATHOLOGIE	20
3.1	CHRONOLOGIE	20
3.2	INSTALLATION – PROGRAMMSTART	22
3.3	INTERAKTIVER ATLAS DER HISTOPATHOLOGIE	22
3.3.1	INHALTSVERZEICHNIS	22
3.3.2	ORGANVERZEICHNIS – KAUSALPATHOGENETISCHES VERZEICHNIS	23
3.3.3	PRÄSENTATION DER PRÄPARATE	25
3.3.3.1	Programmiertechnisches Konzept	25
3.3.3.2	Seitenaufbau	25
3.3.3.3	Text – Beschriftung	27
3.3.3.4	Färbung	29
3.3.3.5	Aktionswörter	29

3.3.3.6	Navigation – Zoomeffekt	30
3.3.3.7	Bildübersicht – vergleichende Bildvorschau	31
3.3.3.8	Bedienelemente – Tastatursteuerung	32
3.3.4	ANMERKUNGEN	33
3.3.5	INDEX (SCHLAGWORTVERZEICHNIS)	34
3.3.6	DRUCKEN	35
3.3.7	HILFE	36
3.3.8	FÄRBUNGEN	37
3.3.9	EXEMPLARISCH VOLLSTÄNDIGE PRÄSENTATION EINER KRANKHEIT	38
3.4	INTEGRIERTES LERNSYSTEM	39
3.4.1	DATEIORGANISATION – PROGRAMMIERUNG	39
3.4.2	LERNER	41
3.4.3	TESTAT	42
3.4.4	EDITOR	43
3.5	PROGRAMMVOLUMEN	47
3.6	GLIEDERUNGSPRINZIP UND BENUTZERSPEKTRUM	48
3.7	DISKUSSION	49
3.7.1	MEDIZINISCHE EINORDNUNG VON MICROPAT	49
3.7.1.1	Vorteile und Eigenschaften von MicroPat für das Lernen	50
3.7.1.2	Grenzen der Einsatzmöglichkeiten von MicroPat	51
3.7.1.3	Vergleich von MicroPat mit einer AV-Show	51
3.7.2	INSTRUKTIONSPSYCHOLOGISCHE EINORDNUNG VON MICROPAT	52
3.7.2.1	Bedeutung der Hypertexttechnik für das Lernen	52
3.7.2.2	Die Funktion der Interaktivität beim Lernen der Histopathologie	54
3.7.2.3	Problemorientiertes Lernen mit MicroPat	55
3.7.3	INFORMATISCHE EINORDNUNG VON MICROPAT	56
3.7.4	WEITERENTWICKLUNGSMÖGLICHKEITEN VON MICROPAT	58
4	EVALUATION	60
4.1	STUDIENZIEL	60
4.2	STUDIENDESIGN	61
4.3	ERGEBNISSE UND DISKUSSION	63
5	ZUSAMMENFASSUNG	73
6	ANHANG	74
6.1	SYSTEMVORAUSSETZUNGEN – INSTALLATION – SETUP	74

6.2	ÜBERSICHT ÜBER DATEI- UND PFADSTRUKTUR VON MICROPAT	77
6.3	QUALITÄTSKRITERIEN FÜR ELEKTRONISCHE PUBLIKATIONEN IN DER MEDIZIN	79
6.3.1	BEGRIFFSBESTIMMUNG	79
6.3.2	KATEGORISIERUNG	81
6.3.3	KRITERIENKATALOG	82
6.3.3.1	Inhalte	82
6.3.3.2	Softwaretechnik	83
6.3.3.3	Medien	84
6.3.3.4	Ergonomie und Design	87
6.3.3.5	Dialog und Didaktik	88
6.4	STAMMDATEN DER EVALUATIONSSTUDIE	91
6.5	BEWERTUNGSBOGEN A	93
6.6	BEWERTUNGSBOGEN B	94
6.7	FRAGEBOGEN	95
7	GLOSSAR	96
8	LITERATURVERZEICHNIS	99
9	WEITERFÜHRENDE LITERATUR	109
10	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	110
11	TABELLENVERZEICHNIS	112

1 Einleitung

1.1 Idee

Seit vielen Jahren wird in zahlreichen Gremien eine neue Ausbildungsordnung für Ärzte diskutiert [42] [162]. Die Erörterung unterschiedlicher Fragestellungen führt hierbei häufig zu nicht nur in der Medizin beliebten Schlagworten wie „Kommunikation“, „Information“ und „Multimedia“ [49] [103]. Gerade in der Verwendung von Computern liegt ein großes Potential für die Verbesserung der Lehre, da CBT (Computer Based Training) verschiedensten Lernformen und akademischen Erwartungen gerecht werden kann. In der Pathologie bedeutet dies eine Erweiterung des Lehrangebots mit neuen, bisher nicht verwendeten Medien; die informatische Aufbereitung von Lehrinhalten ermöglicht einen zusätzlichen und um bestimmte Aspekte erweiterten Zugang zur Pathologie und daneben auch die Integration individueller Problemlösungsstrategien in das vorhandene Lehr- und Lernmethodenspektrum.

Unabhängig von der Diskussion der „permanenten Ausbildungsmisere“ [22] ist es deshalb wichtig, vorhandene Lehr- und Lernkonzepte auf ihre Effektivität und Relevanz zu überprüfen und unter Berücksichtigung von geeigneten Mitteln weiterzuentwickeln [29]. Auch die begrenzte Optimierung von einzelnen schon jetzt eingesetzten Lehrmethoden kann eine sinnvolle Verbesserung des gesamten Bildungskonzeptes bedeuten; eine umfangreiche Novellierung ist nicht unbedingt notwendig. Gerade in bestimmten Bereichen der Mediziner Ausbildung scheint diese „Mikrooptimierung“ ein schnellerer Weg zu sein, den Wissenstransfer zu verbessern. Unter Umständen führt sie sogar zu neuen Aspekten in der Diskussion um eine angemessene Ausbildung.

Die Umsetzung neuer Lernkonzepte in der medizinischen Lehre an der Universität Freiburg soll am Beispiel des Projekts MicroPat erprobt werden. Auf der Basis eines Hypertextsystems (siehe 7) war unter Berücksichtigung weiterer neuer Medientechnologien ein elektronischer Atlas für Histopathologie mit einer integrierten tutoriellen Komponente zu erstellen. Das Programm soll im Rahmen des vorgegebenen Bildmaterials erweiterbar und nach unterschiedlichen didaktischen Kriterien zu benutzen sein. MicroPat steht für „**M**icroscopical **P**athology“ und gibt dem Lernsystem für Histopathologie seinen programmatischen Namen. Für die Verwirklichung der Idee war ein pragmatischer Ansatz zu wählen, der eine rasche Entwicklung einsatzfähiger Software zum Ziel hat; die Anwendung von formalisierten Modellen für Hypermedia-systeme [147] (siehe 7) stand nicht im Vordergrund. Es sollte jedoch in Anlehnung an derartige Hypertextmodelle versucht werden, die Datenebene von der Präsentationsebene soweit wie möglich zu trennen, d. h. die Bilder mit ihren erläuternden Texten unabhängig von der Art und Weise ihrer Darstellung zu verwalten, und die Aspekte der Wartbarkeit, der Plattformunabhängigkeit (siehe 7) und der Fortschreibungsfähigkeit des Programms bei der Entwicklung zu berücksichtigen.

Weil in der Medizin die Verantwortung der Lehre für das zukünftige ärztliche Handeln besonders wichtig ist [80], sollte in einer zusätzlichen Studie die Lehreffektivität, die Adaptiertheit [79] und die Akzeptanz von MicroPat überprüft werden. Da zu diesem Zweck keine passenden Evaluationsmodelle verfügbar sind, war die Ausarbeitung eines entsprechenden Studiendesigns notwendig, wobei Methoden, wie sie in der Biometrie für kontrollierte Studien eingesetzt werden, zur Anwendung kommen sollten.

Insgesamt umfaßt das Projekt somit zwei große Bereiche: die Programmentwicklung und die Evaluation eines histopathologischen Lernsystems.

1.2 Lehrveranstaltungen in der Pathologie

Die pathologische Anatomie, auch Histopathologie genannt (gr. ἵστός = Gewebe – gr. πάθος = Leiden – gr. λόγος = Lehre), erforscht vor allem mit mikroskopischen Techniken die krankheitsbedingten Zell- und Gewebsveränderungen an entsprechendem Untersuchungsmaterial, das durch Biopsien, operative Eingriffe oder Leicheneröffnungen gewonnen wird. Bei vielen Krankheiten stellt der Pathologe aufgrund der Untersuchung des Feingewebes die endgültige Diagnose. Dementsprechend ist die Pathologie auch mit der Klärung unsicherer Todesursachen befaßt [100]. Die Histopathologie stellt somit sowohl in der pathologischen als auch in der gesamten medizinischen Ausbildung ein zentrales Thema dar. An der Universität Freiburg vermitteln im ersten klinischen Studienabschnitt vor allem folgende Lehrveranstaltungen histopathologische Inhalte:

- Die Hauptvorlesung „Allgemeine Pathologie“.
- Der Kurs der „Allgemeinen Pathologie“, der aus der Besprechung von histopathologischen Kurspräparaten in Vorlesungsform und aus Übungen zum freien Mikroskopieren mit Betreuung durch Assistenten besteht. Neben der Abschlußklausur gibt es ein Testat, in dem am Mikroskop pathologische Präparate zu diagnostizieren sind.
- Mehrstündige Seminare im Pathologischen Institut, deren Besuch freiwillig ist und in denen besondere Qualifikationen erworben werden können.
- Der Einsatz einer audiovisuellen Show (AV-Show), die den Studenten weite Teile der allgemeinen und der speziellen Pathologie näherbringen soll. Diese Methode der Wissensvermittlung ist technisch antiquiert und aufwendig in der Handhabung. Zum richtigen Gebrauch sind ein Kassettenrecorder mit Kopfhörern, ein Diaprojektor mit Fernbedienung und eine Projektionsfläche notwendig. Die auf Kassetten und Diapositiven gespeicherten Lehrinhalte sind mit Ausnahme einiger allgemeiner Kapitel überwiegend topographisch geordnet. In der Didaktik der einzelnen Kapitel fühlt man sich an den klassischen Aufbau von Büchern erinnert, die Präsentation ist streng systematisch. Dieses vor 20 Jahren moderne und fast multimedial anmutende Verfahren besitzt heute wegen der zum Teil unterhaltsamen Tondokumente eher einen Originalitätswert.

Als weiteres Medium soll nun für den Bereich Histopathologie [65] ein Computerprogramm, dessen Realisierung und Bewertung in dieser Arbeit diskutiert werden, in diesen Hauptbereich der Mediziner Ausbildung integriert werden.

1.3 Entwicklung des CBT in der Medizin

„Medical schools should lead in the application of information science and computer technology, and promote their effective use.“ Dies ist eine Forderung der American Association of Medical Colleges – Panel on the General Professional Education of the Physician aus dem Jahr 1984 [85]. Elektronische Tutoren [89] sind bereits in vielen Bereichen üblich, z. B. in Maschinenschreibkursen oder bei Schachtrainern, und werden seit mehreren Jahren auch für das Trai-

ning und die Leistungskontrolle in der Mediziner Ausbildung gefordert. Da oft die Sinnhaftigkeit und Effizienz solcher Methoden angezweifelt werden [37], ist diese Forderung jedoch umstritten. Dies äußert sich unter anderem in einer bis jetzt uneinheitlichen Begrifflichkeit, mit der nicht eindeutig differenziert werden kann: Lehr- und Lernsoftware, Computer Based Training (CBT), Computer Assisted Instruction (CAI), Computer Assisted Learning (CAL), Computer Unterstützter Unterricht (CUU), Computer Unterstützte Lehre (CUL) und verschiedene andere Bezeichnungen mehr. Heute versteht man unter CBT einen Oberbegriff für alle Anwendungen von Datenverarbeitungsanlagen, die mit Hilfe von dialogorientierten Programmsystemen der Vermittlung, Veranschaulichung, Einübung, Prüfung und Bewertung von Wissen, Kenntnissen und Fähigkeiten dienen [11]. Der Begriff „Elektronische Publikation“ umfaßt sämtliche Elemente des CBT, beinhaltet jedoch auch alle anderen Informationen, die auf elektronischem Weg verbreitet werden können [108]. Für die Medizin empfiehlt sich eine gewisse Einschränkung dieses Terminus [125] (siehe 6.3).

Anfang der 60er Jahre kam es zu ersten Versuchen mit Computern in der medizinischen Ausbildung [24], in den 70er Jahren war bereits eine größere Verbreitung von CBT festzustellen [151]. Anwendungen wurden in dieser Zeit hauptsächlich für Großrechner entwickelt, nicht zuletzt um Einsparungen an Lehrpersonal vorzunehmen [69]. Die Entwicklung entsprechender Programme erwies sich aber als viel teurer als bisherige Lehrmethoden. Der Einsatz beschränkte sich daher vor allem auf Universitäten und große Unternehmen. In den 80er Jahren nahm die Verbreitung des CBT allmählich zu, blieb aber dennoch weit hinter den Prognosen zurück. Der Grund dafür war vor allem das Aufkommen preisgünstiger Mikrocomputer [27]. Der Trend zur Nutzung von Computern als Lernhilfe wird wegen der Verbreitung des Internet, der zunehmenden Vernetzung, der fallenden Computerpreise bei wachsender Leistung und infolge der Akzeptanzsteigerung neuer Medien [66] nach Schätzungen längere Zeit anhalten. Neben der Individualisierung der Lernstrategien ist gleichzeitig der Trend zum sogenannten Edutainment, dem Zusammenwachsen von audiovisuellen Medien, der Unterhaltungselektronik, der Kommunikationselektronik und von Lerntechnologien zu beobachten [36].

KEMMIS und Mitarbeiter haben 1977 eine Unterteilung des CUU in mehrere Kategorien vorgeschlagen [105], die sich nach lerntheoretischen Grundlagen aus der unterschiedlichen Dominanz von Lernprogramm und Lernenden ergeben [14]. Meist findet man folgende Unterteilung:

- Textausgabeprogramme: Elektronische Bücher, die durch einen raschen Seitenzugriff gekennzeichnet sind; man „blättert“ [119] durch die Bildschirmseiten des Programms.
- Hypertextprogramme: Textausgabeprogramme, die um hypermediale Links erweitert sind; der Benutzer bestimmt die Reihenfolge der angebotenen Informationen selbst, das Lesen von Sachverhalten erfolgt exploratorisch [24] [26].
- Drill-And-Practice-Programme: Weitverbreitete Frage- und Antwortspiele, die durch wiederholte Abfrage und Korrektur der Eingabe zur Wissensüberprüfung geeignet sind.
- Tutorialprogramme: Dialoggeführte Wissensvermittlung, die stark auf des Verständnis des Lernstoffes ausgerichtet ist [80]; die Nachahmung eines menschlichen Lehrers steht bei dieser sogenannten expositorischen Lernform [26] im Vordergrund.
- Simulationsprogramme: Spielerische Modellpräsentation, an der der Benutzer das Verständnis und die Fähigkeit zur Problemlösung einüben kann. Diese Programme sind inhaltlich oft durch die Nachahmung möglicher realer Situationen, z. B. in Form einer Fallsimulation oder eines virtuellen Labors, gekennzeichnet [80] und verwenden häufig Techniken aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz. Sie werden unter anderem auch für mathema-

tische Simulationen z. B. zur Enzymkinetik, zur Patch-clamp-Technik oder zur Signalverarbeitung in der Elektrophysiologie genutzt.

Ein aktueller Schwerpunkt in der Forschung ist die Charakterisierung und Entwicklung sogenannter „cognitive tools“, kognitiver Werkzeuge, die während der Auseinandersetzung mit dem Lernthema aktive Denkprozesse fördern sollen [58] [68].

Auch wenn die Erstellung von Lernsoftware infolge der Entwicklung von didaktischen Strategien und die Wissensaufbereitung immer noch sehr kosten- und zeitaufwendig sind [94], erleichtern wichtige Fortschritte die Erstellung von Lehrprogrammen. Für ein histopathologisches Lernsystem sind dies vor allem:

- Multimediatechnologien, die Bilddokumente für den Computer verfügbar machen (z. B. Diascanner).
- Programmierumgebungen, die die Entwicklung elektronischer Publikationen und CBT-Programme in bestimmten Bereichen einfacher und schneller machen (z. B. sogenannte Autorensysteme [137]) und trotzdem weitgehend programmierbar sind.
- Preisgünstige und leistungsstarke Computer – spätestens seit der Pentium-Generation – mit immer schnelleren Prozessoren und größeren Kapazitäten des Arbeitsspeichers (RAM) und Massenspeichers (Festplatten, CD, DVD).
- Große Farbmonitore, die in Verbindung mit hochauflösenden Graphikkarten eine farb- und detailgetreue Bildwiedergabe erlauben.

Die Gültigkeit von Einteilungen des CBT und die Aspekte der Steigerung der Lehreffektivität unter Berücksichtigung der computertechnischen Anforderungen sind im allgemeinen und im speziellen Fall von MicroPat zu diskutieren.

1.4 Aufgabenstellung: Das Projekt MicroPat

Auf der Grundlage der dargestellten Idee und der neuen Medientechnologien hat sich eine Arbeitsgruppe der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br. die Aufgabe gestellt, ein elektronisches Lernsystem der Histopathologie unter Berücksichtigung medizinischer, informatischer und lernpsychologischer Fragestellungen zu konzipieren, zu implementieren und zu evaluieren.

PROF. DR. RER. NAT. RÜDIGER KLAR, Direktor der Abteilung Medizinische Informatik des Universitätsklinikums, initiierte das Projekt und stellte die Arbeitsmittel bereit. PROF. DR. MED. HANS-ECKART SCHAEFER, Ärztlicher Direktor des Pathologischen Instituts der Universität Freiburg, übernahm die Betreuung in pathologischen Fragen und stellte über 1300 Diapositive zur Verfügung. DR. MED. STEFAN SCHULZ, wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Medizinische Informatik, beriet in allen informatischen und konzeptionellen Fragen. Die Doktoranden BERND FRISCHAUF und HAUKE SPANNHOFF waren im Rahmen ihrer Dissertationen mit Vorarbeiten bei der Bildverarbeitung und der Sammlung und Aufbereitung des Wissens betraut.

Die Aufgabe dieser nun vorliegenden Dissertation besteht in der Überarbeitung, Verbesserung und Weiterentwicklung des von FRISCHAUF [36] und SPANNHOFF [133] vorgestellten Prototyps unter weitgehender Beibehaltung der dort verwendeten Methoden sowie der Evaluation des zu erstellenden Computersystems.

2 Methodik

Im folgenden Kapitel werden die methodischen Konzepte bei der Entstehung von MicroPat vorgestellt: Der Analyse inhaltlich verwandter CBT-Systeme der Histologie und dem Überblick über aktuelle histopathologische Inhalte im Internet folgt die Formulierung von Leitprinzipien für die Erstellung der eigenen Software und von Spezifikationen des Funktionsumfangs. Im Anschluß daran werden das verwendete Softwarekonzept und die Bild- und Textgrundlagen näher erläutert.

2.1 Analyse histologischer CBT-Systeme

Da es bis jetzt im deutschen Sprachraum keine Programme für Histopathologie gibt, erscheint es sinnvoll, vorhandene, inhaltlich verwandte Histologie-Programme kurz zu analysieren, um geeignete vorhandene Konzepte zu übernehmen, eine Standardisierung in der Bedienung weiterzuentwickeln und Fehler zu vermeiden. Auch englischsprachige Software für Histopathologie [99] [161] wird kaum angeboten. Die Bewertung des Programms folgt einem Modell von Qualitätskriterien für elektronische Publikationen in der Medizin aus der Abteilung Medizinische Informatik der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br. (siehe 6.3). Die ausgewählten Programme sind die aktuellen Versionen von „Histologie“ aus dem Verlag Walter de Gruyter & Co. [106] und von „Histologie“ des Verlages Urban & Schwarzenberg [44].

Kriterien	Histologie Walter de Gruyter & Co.	Histologie Urban & Schwarzenberg
Zielgruppe	nicht definiert	Studierende der Medizin, Auszubildende in medizinischen Assistenzberufen, Ärzte
Bezug zum Lernzielkatalog (GK)	Prüfungsrelevante Themen ohne GK-Spezifizierung	Prüfungsrelevante Themen ohne GK-Spezifizierung
Aktualität	aktuelles Standardwissen	aktuelles Standardwissen
Text		
Gesamtvolumen (Überschaubarkeit / Bearbeitungsdauer / Umfang)	Präparateverzeichnis und textorientiertes Histologielehrbuch mit Inhaltsverzeichnis ohne Umfangs- und Zeitangaben / keine graphische Visualisierung des Hypertexts	Präparateverzeichnis mit morphologischen Beschreibungen ohne Umfangs- und Zeitangaben / Markierung bearbeiteter Bilder / Extramodul: Histologische Techniken als eigene Anwendung / keine graphische Visualisierung des Hypertexts
Hierarchie	Lehrbuch der allgemeinen und speziellen Histologie als hierarchische Grundstruktur mit unterschiedlicher Zahl der Ebenen	durchgängig nummerierte Präparate der allgemeinen und speziellen Histologie in drei Ebenen (Inhaltsverzeichnis, Organverzeichnis, Gewebe)

Sequentieller Hypertext	digitalisiertes Lehrbuch mit sequentieller Grundstruktur	sequentiell angeordnete Präparate innerhalb eines Themenbereiches
Hyperlinks	Glossar als Hyperlinks, Textverweise selten, viele Bildverweise	Glossar \emptyset , Textverweise \emptyset , Bildverweise als Ausschnittsvergrößerung
Lesezeichen	\emptyset	\emptyset
Notizblock	\emptyset	\emptyset
Liste bearbeiteter Seiten (history list)	exaktes Abbild der bearbeiteten Seiten kann rückwärts verfolgt werden	\emptyset außer: Markierung bearbeiteter Bilder / Rücksprung bei der Ausschnittsvergrößerung
Retrievalwerkzeug (Schlagwortsuche / Freitextsuche)	Index nur für das Lehrbuch ohne Eingabemöglichkeiten, Freitextsuche nur in bestimmten Textbereichen möglich, Eingabe nicht fehlertolerant	Schlagwortsuche ohne Eingabemöglichkeit, Freitextsuche \emptyset
Beschriftung	ausführlich, eindeutig, auf Anforderung	ausführlich, eindeutig, auf Anforderung
Graphik		
Photographien	1500 Diapositive, 200 elektronenmikroskopische Bilder	550 Diapositive
Video	\emptyset	Videos zur Demonstration histologischer Techniken
Animation	\emptyset	\emptyset
Tondokumente	\emptyset	Tondokumente zur Demonstration histologischer Techniken und zur Ergebnismitteilung im Quizteil
Handwerkliche Qualität	Färbungen sind infolge der inadäquaten Palettenoptimierung zum Teil farblich verfälscht	zum Teil abgehackte Sprachausgabe, schlechte Videoqualität, gute Bildqualität
Integration, angemessener Einsatz	Verknüpfung von Atlas und Lehrbuch gut gelungen	verschiedene Medien in den Hyperlinks, z. B. Ton oder Video, sind nicht voneinander abgegrenzt
Ergonomie / Design		
GUI-Standards	weitgehend eingehalten	weitgehend eingehalten
Menüleiste zur Auswahl	\emptyset	\emptyset
Navigationswerkzeuge	Symbol-, Textbuttons weitgehend standardisiert, Blättern, Ausschnittsvergrößerung, Inhaltsverzeichnisse, Index	Symbol-, Textbuttons zum Teil standardisiert, Blättern, Ausschnittsvergrößerung, Inhaltsverzeichnisse, visuelles Inhaltsverzeichnis, Index
Benutzerspezifische Einstellungen	\emptyset	\emptyset
Maus- / Tastaturbedienung	vollständige Maussteuerung, Tastatursteuerung eingeschränkt möglich	vollständige Maussteuerung, Tastatursteuerung nur bei einigen Funktionen realisiert
Tooltips	\emptyset	\emptyset
Hilfe	nicht kontextsensitiv, online-Handbuch	nicht kontextsensitiv, online-Referenzkarte
Layout	standardisiert, sehr viele Elemente	standardisiert, wenig Elemente

Intuitive Bedienung	weitgehend möglich mit Ausnahme schlecht hervorgehobener Schaltflächen	weitgehend möglich mit Ausnahme einiger Symbole
Handbuch	online, druckbar	online, gedruckt
Icons / metaphorische Hilfsmittel	weitgehend verwendet	zum Teil verwendet
Dialog / Didaktik		
Didaktik (exploratorisch / expositorisch)	exploratorisch mit Quizmöglichkeit	exploratorisch mit Quizmöglichkeit
Multiple-Choice-Fragen	randomisiertes Quiz, bildspezifisches Testat, Fragensammlung kommentiert	randomisiertes Quiz, Lösung mit Detailanalyse, schwer zu bedienen
Freitext-Dialoge	∅	∅
Auswertung der Fragen	∅	vorhanden, auch akustisch
Sonstiges	Fragen zum Weiterdenken	∅
Softwaretechnik		
Stabilität	hohe Stabilität, zum Teil Programmierfehler (Tastatursteuerung, Routinen funktionieren nicht)	hohe Stabilität, zum Teil Programmierfehler (Tondokumente nicht gefunden)
Performanz	angemessen	angemessen
Wartbarkeit	nicht beurteilbar	nicht beurteilbar
Computervorkenntnisse	Maus	Maus, schwierige Installation
Plattform	Microsoft Windows ab Version 3.1	Microsoft Windows ab Version 3.1 / MacOS ab Version 7.1
Installation / Deinstallation	automatisiert mit Installationsprogramm / Deinstallation manuell, relativ leicht	Installationsprogramm / Deinstallation manuell, schwierig
Lauffähig ohne lokale Installation	ja	bei vorhandener Soundkarte und installiertem Apple QuickTime 2.11 ja
Netzwerkeinsatz	Fileserver-Installation ohne lokale Clientinstallation möglich	bei vorhandener Soundkarte Fileserver-Installation ohne lokale Clientinstallation möglich
Konfigurierbarkeit	∅	∅
Programmiersystem	Multimedia ToolBook 3.0 / Asymetrix	Apple Media Tool / Apple Computer
Systemvoraussetzungen	PC ab 80486, 8 MB RAM, SVGA (800 x 600, 256 Farben), Maus, CD-ROM	PC ab 80486, 8 MB RAM, VGA (640 x 480, 256 Farben ausschließlich!), Maus, CD-ROM, Soundkarte empfohlen oder Apple Macintosh ab 68040-Processor, 8 MB RAM, 14"-Farbmonitor, CD-ROM

Tab. 1: Bewertung von Histologie-Programmen nach bestimmten Kriterien

2.2 Histopathologie im WWW

Das Internet bietet eine große Vielfalt an Themen an; deshalb liegt eine Datenrecherche nach histopathologischen Einträgen nahe. Adressen, die ausschließlich einen allgemeinpathologischen Bezug haben, wurden nicht berücksichtigt. Die gefundenen Einträge lassen sich in die Gruppen „Anwendung und Forschung“ und „Lehre“ einteilen.

Die Angebote im Bereich „Anwendung und Forschung“ beschränken sich fast nur auf elektronische Zeitschriften, wie z. B. „Histopathology“. Histopathologische Standardliteratur ist jedoch nicht im Internet verfügbar. Man findet allerdings viele hilfreiche Hinweise auf gedruckte Literatur. Einen großen Anteil nehmen pathologische Informationsdienste (z. B. PathIT Pathology Online) oder Diskussionsforen (z. B. HISTONET) ein, die über Listserver organisiert sind. Die Themen reichen von der Diskussion von Fallbeispielen bis zu Empfehlungen diagnostischer Techniken und Arbeitsvorschriften. Oft stellen sich aber im Internet auch nur Abteilungen mit ihren Forschungsprojekten vor. Das größte Seitenangebot findet man bei Anbietern von Laborbedarf oder Herstellern mikroskopischer Gerätschaften. Einige Firmen haben sich auch auf den Vertrieb von pathologischen Bildern spezialisiert.

Lehrangebote sind in Internet insgesamt zahlreicher vertreten als Angebote im Bereich „Anwendung und Forschung“. Die Anbieter sind in erster Linie Universitäten aus den angloamerikanischen Ländern mit englischsprachigen Seiten. Unter manchen Adressen können Benutzer eine Kurzeinführung in die allgemeine und spezielle Pathologie erhalten oder kleine Tutorien in der Art von Kurzlehrbüchern bzw. Skripten abrufen. Das weitaus größte Seitenangebot umfaßt Bildsammlungen mit zum Teil mehreren tausend Bildern; darunter sind oft auch makroskopische Bilder. Der Zugriff erfolgt meist über numerische bzw. alphabetische Listen oder über topographische Anordnungen nach Organsystemen. Vereinzelt gibt es auch eine Suchfunktion, die es erlaubt, neben der aktuellen auf verschiedenen Internet-Seiten zu suchen. Pro Krankheit ist meist nur *ein* charakteristisches Bild verfügbar. Werden mehrere Abbildungen angeboten, stehen sie meist unverknüpft nebeneinander; es gibt sehr selten Elemente der didaktischen Verknüpfung, wie z. B. einen Zoomeffekt (siehe 3.3.3.6) oder pathogenetische Querverweise. Die Bilder sind meist nicht oder nur in wenigen Fällen mit einem Kurztext beschrieben, Bildmarkierungen fehlen gänzlich; manchmal sind kleine Fallbeispiele angegliedert. Die Navigation bietet wenig Komfort und beschränkt sich auf standardisierte Funktionen des Browsers. Selbst Frametechniken werden nur selten verwendet. Die Bildqualität ist jeweils so gut wie die verwendete Digitalisierungsmethode oder das benutzte Graphikformat; Qualitätsverluste, wie sie z. B. bei Bildern des Kodak-Photo-CD-Formats [114] auftreten, sind häufig nicht korrigiert; vereinzelt Anbieter lassen auch Zugriffe auf Bilder unterschiedlicher Qualität zu. Damit man keine unnötigen Ladezeiten, die bei den aktuellen Transferraten des Internet je nach Bildgröße und -format sehr lang sind, in Kauf nehmen muß, werden die Bilder oft stark verkleinert und als sogenannte Thumbnails, Bilder in „Daumennagelgröße“, in einer Übersicht angeboten.

Resümee: Insgesamt konnten viele Adressen gefunden werden, die hilfreiche Informationen für spezifische Fragestellungen bereitstellten; einige Seiten waren nicht anwählbar, da die Hyperlinks nicht richtig referenziert waren. Der Zugang zu bestimmten Informationen war manchmal durch die Gebührenpflicht oder eine andere Zugangsbeschränkung begrenzt. In Tabelle 2 sind einige Angebote aus dem Internet aufgeführt. Bezogen auf MicroPat hat die Suche nach histopathologischen Lehrinhalten im Internet nur zu wenigen Anregungen geführt, das Prinzip, multimediale Elemente bei der Präsentation histopathologischer Inhalte anzuwenden, ist jedoch weitverbreitet.

Anbieter (Land) – Kurzbeschreibung – Internet-Adresse (URL)
Semmelweis University of Medical Science Budapest (H) Histopathologische Bildsammlung http://korb1.sote.hu/kkk/kkk_e.htm
King's College School of Medicine and Dentistry London (GB) Kurs der „Allgemeinen Pathologie“ http://www.smd.kcl.ac.uk/kcsmd/hist/hist.htm
University of Cambridge Clinical School (GB) Atlas der Histopathologie http://fester.his.path.cam.ac.uk/histop/onlineatlas.html
Blackwell Science Ltd. (GB) Histopathology (Journal) http://www.blacksci.co.uk/products/journals/histo.htm
David Conzanzo, Quinnipac College Hamden, Connecticut (USA) Verweise zum Thema Histologie, Histopathologie und Pathologie http://spring-board.com/one/pathology/dave.htm
University of Utah (USA) Tutoriale und Bilder zur Pathologie http://www-medlib.med.utah.edu/WebPath/webpath.html
University of Illinois College of Medicine at Urbana-Champaign (USA) Atlas der Histopathologie http://www.med.uiuc.edu/PathAtlasf/titlePage.html
Meducation (USA) Verweise zum Thema Pathologie und Histopathologie http://www.meducation.com/path.html
University of Arizona (USA) Verweise auf histopathologische Bilddatenbanken http://amber.medlib.arizona.edu/pathpics.html
PathIT Pathology Online (USA) Pathologischer Informationsdienst http://www.pathit.com
Cornell University Medical College (USA) Histopathologische Bildsammlung gopher://guru.med.cornell.edu/11/Medical%20College/Images/Pathology
University of Texas (USA) Listserver HISTONET, Forum zum Thema Histopathologie http://www.mwrn.com/subject/histonet.htm
University of Kansas Medical Center (USA) Grundkenntnisse Histopathologie http://www.kumc.edu/instruction/medicine/anatomy/histoweb/path/m_path.htm
Uniformed Services University of the Health Sciences Bethesda, Maryland (USA) PathLab – Histopathologische Grundkenntnisse http://wwwpath.usuf2.usuhs.mil/PathLab_Mosaic/Pathintr.html
Wake Forest University / Baptist Medical Center (USA) Kursorische histopathologische Fallsammlung http://www.bgsm.wfu.edu/pathology.html
IBM Higher Education, Washington (USA) Histopathologische Bildsammlung http://ike.engr.washington.edu/software/eduimg/histop.html

Tab. 2: Auflistung ausgewählter Internet-Adressen zum Themenfeld „Histopathologie“

2.3 Leitprinzipien

Aus der Analyse bestehender Softwareangebote, aus technischen Überlegungen, aus medizinischen Erfahrungen und aus den Vorgaben des Pathologischen Institutes ergaben sich folgende Leitprinzipien, die bei der Erstellung von MicroPat besonders berücksichtigt wurden:

- Die Zielgruppe des Programms sind in erster Linie Studenten des ersten klinischen Studienabschnitts.
- Die Hardware-Ausstattung vieler Studenten entspricht nicht dem Stand der Technik. Die Optimierung des Programms muß ältere Systeme berücksichtigen.
- Das Programm orientiert sich im Aussehen und in der Bedienung an Standards, damit eine intuitive Bedienung ohne besondere Vorkenntnisse möglich ist.
- Der medizinische Informationsgehalt des Programms steht über den informatischen Möglichkeiten und Notwendigkeiten. Der Computer soll unter Berücksichtigung computertechnischer Vorteile so wenig wie möglich das Lernverhalten negativ beeinflussen.
- Die Struktur des Programms soll den realen Ausbildungsverhältnissen und -anforderungen entsprechen.
- Das Programm soll eine sinnvolle und dem Inhalt angemessene Verbindung aus verschiedenen Typen von CBT-Software (Textausgabeprogramme, Hypertextprogramme, Drill-And-Practice-Programme, Tutorial-Programme, Simulationsprogramme) gewährleisten.

Die Spezifikation der Eigenschaften von MicroPat erfolgt nach dem bereits bei der Analyse histologischer CBT-Systeme (siehe 2.1) verwendeten Schema.

Kriterien	MicroPat
Zielgruppe	Studierende der Medizin, Ärzte
Bezug zum Lernzielkatalog (GK)	Prüfungsrelevante Themen ohne GK-Spezifizierung
Aktualität	aktuelles Standardwissen
Text	
Gesamtvolumen (Überschaubarkeit / Bearbeitungsdauer / Umfang)	Präparateverzeichnis der allgemeinen Histopathologie mit morphologischen Beschreibungen ohne Umfangs- und Zeitangaben / Extramodul: editierbares tutorielles System auf der Basis des Atlanten zur nachträglichen Veränderung / Extramodul: Übersicht über gebräuchliche Färbungen / keine graphische Visualisierung des Hypertexts
Hierarchie	durchgängig numerierte Präparate in drei Ebenen (Inhaltsverzeichnis, Organverzeichnis, Krankheit)
Sequentieller Hypertext	integriertes Lernsystem als sequentieller Hypertext, ansonsten überall nicht-lineare Zugänge möglich
Hyperlinks	Glossar als Hyperlinks, Textverweise, Bildverweise als Ausschnittsvergrößerung und als Textverweis, Erklärung zu Färbungen als Hyperlink
Lesezeichen	∅
Notizblock	ja
Liste bearbeiteter Seiten (history list)	exaktes Abbild der bearbeiteten Seiten kann rückwärts verfolgt werden, Rücksprung bei Ausschnittsvergrößerung

Retrievalwerkzeug (Schlagwortsuche / Freitextsuche)	Index nur für den Atlas mit fehlertoleranten Eingabemöglichkeiten, Freitextsuche ∅
Beschriftung	ausführlich, eindeutig, immer sichtbar
Graphik	
Photographien	1371 Diapositive, 88 Schemazeichnungen
Video	∅
Animation	∅
Tondokumente	∅
Handwerkliche Qualität	überwiegend Kodak-Photo-CD-Qualität, zum Teil besser
Integration, angemessener Einsatz	Verknüpfung von Atlas und Lernprogramm in <i>einem</i> Programm / einfache Bedienung / virtuelles Mikroskopieren mit Zoomeffekt / vergleichende Bildvorschau, entsprechend der Zielgruppe moderate Hardwareansprüche
Ergonomie / Design	
GUI-Standards	ja
Menüleiste zur Auswahl	∅
Navigationswerkzeuge	Symbol-, Textbuttons weitgehend standardisiert, Blättern, Ausschnittsvergrößerung, Inhaltsverzeichnisse, Index, Bildvorschau
Benutzerspezifische Einstellungen	∅
Maus- / Tastaturbedienung	vollständige Maussteuerung, Tastatursteuerung weitgehend möglich
Tooltips	ja
Hilfe	eingeschränkt kontextsensitiv
Layout	standardisiert, wenige Elemente, übersichtlich
Intuitive Bedienung	ja
Handbuch	∅ für Atlas, für Lernprogramm online oder gedruckt
Icons / metaphorische Hilfsmittel	ja
Dialog / Didaktik	
Didaktik (exploratorisch / expositorisch)	exploratorisch (Atlas) und expositorisch (Lernsystem) mit Quizmöglichkeit
Multiple-Choice-Fragen	randomisiertes Quiz mit Kommentar
Freitext-Dialoge	∅
Auswertung der Fragen	Anzeige der Lösung und der Fragens Statistik
Sonstiges	∅
Softwaretechnik	
Stabilität	hohe Stabilität
Performanz	angemessen
Wartbarkeit	Atlas: abhängig vom Autorensystem / Lernprogramm: unabhängig vom Autorensystem

Computervorkenntnisse	Maus
Plattform	Microsoft Windows ab Version 3.1
Installation / Deinstallation	Installationsprogramm / Deinstallation manuell, einfach
Lauffähig ohne lokale Installation	ja
Netzwerkeinsatz	Fileserver-Installation mit lokaler / ohne lokale Clientinstallation
Konfigurierbarkeit	ja
Programmiersystem	ToolBook 4.0 / Asymetrix
Systemvoraussetzungen	PC ab 80486 DX2-66, 8 MB RAM, VGA (640 x 480 / 800 x 600 / 1024 x 768, 256 / 64K Farben), Maus, CD-ROM

Tab. 3: Spezifikation der Eigenschaften von MicroPat

2.4 Softwarekonzept

Um ein Softwarekonzept zu erarbeiten, das den gewünschten Eigenschaften entspricht, mußten unterstützende Hilfsprogramme und eine geeignete Programmierumgebung ausgewählt werden.

2.4.1 Das Autorensystem ToolBook

Als Programmierwerkzeug wurde das Autorensystem ToolBook der Firma Asymetrix gewählt [<http://www.asymetrix.com>]. Die Anwendungen, die mit ToolBook erstellt werden, sind auf der Metapher eines Buches aufgebaut. Ein ToolBook-Programm besteht aus einer oder mehreren Dateien, die „Bücher“ genannt werden; ein Projekt setzt sich aus vielen „Büchern“ zusammen. Ein solches „Buch“ wiederum ist in Seiten unterteilt, wobei jede Seite einer separaten Bildschirmseite in der Anwendung entspricht. Die Darstellung erfolgt in Fenstern, die in ToolBook Ansichtobjekte genannt werden.

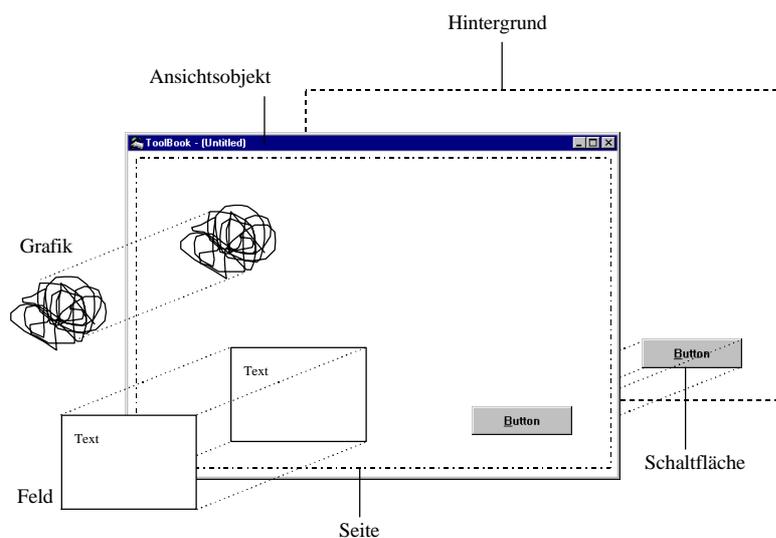


Abb. 1: Aufbau einer ToolBook-Seite [143]

Eine Seite (siehe Abb. 1) kann Felder, Schaltflächen und Graphiken enthalten, die als Objekte bezeichnet werden; jede Seite wird dazu noch in Vordergrund und Hintergrund unterteilt. Während im Vordergrund nur solche Objekte positioniert werden, die für jede einzelne Seite spezifisch sind, werden im Hintergrund jene Objekte erstellt, die in gleicher Form für mehrere Seiten im gesamten „Buch“ verwendet werden. Es ist auch möglich, mehrere Hintergrundmasken gleichzeitig in einem „Buch“ zu verwenden.

Die Steuerung der Anwendung erfolgt durch das Aufrufen unterschiedlicher ToolBook-Dateien oder innerhalb einer Datei von Seite zu Seite. Da jede Bildschirmseite von jeder beliebigen Stelle aufgerufen werden kann, ist die Anordnung der einzelnen Seiten innerhalb der Datei unwichtig; dabei ist allerdings eine gewisse Systematik zu empfehlen.

Die visuellen Elemente einer Anwendung, die bestimmte Eigenschaften besitzen, z. B. Schaltflächen, Graphiken oder Felder, werden als Objekte bezeichnet. Derartige Angaben werden über Dialogfelder oder über Befehle der Programmiersprache OpenScript eingegeben und bestimmen das Verhalten und das Erscheinungsbild von Objekten (z. B. Name des Objektes, Position, Farbe oder Textausrichtung). ToolBook stellt eine Hilfsmittelpalette zur Verfügung, mit deren Hilfe Objekte erstellt werden können. Eine Schaltfläche (Button) wird erzeugt, indem man das entsprechende Symbol der Palette anklickt, danach mit dem Mauscursor ein Rechteck zeichnet und diesem dann eine Funktion zuweist. Auf ähnliche Weise werden auch Objekte wie Textfelder, Datensatzfelder, Kombinationsfelder, Kreise und Vielecke erstellt.

ToolBook unterscheidet sich von Programmen mit herkömmlicher Programmieretechnik dadurch, daß der Benutzer nicht nur vom Programm geführt wird, d. h. daß Daten angezeigt und Benutzereingaben angefordert werden, sondern auch selbst Programmabläufe auslösen kann. Wie Microsoft Windows ist ToolBook ereignisgesteuert. Jedes Anwählen von Objekten führt dazu, daß eine Botschaft an das Objekt gesendet wird, um es über das aufgetretene Ereignis zu benachrichtigen. Mit einem integrierten Editor kann eine Befehlsfolge, ein sogenanntes Skript, definiert werden, das je nach Botschaft danach abgearbeitet wird. Die Funktionalität von ToolBook orientiert sich hauptsächlich an Vorgaben, die von Microsoft Windows bestimmt werden. So enthält jede ToolBook-Anwendung viele bekannte Elemente aus der graphischen Microsoft Windows-Oberfläche.

to handle AlternativePicture	Prozedur „Alternativbild“
sysCursor=4	Anzeigen des Sanduhrcursors
system svsysPath	Deklaration der Systemvariable Systempfad
vIniPath=svsysPath & "\ZOOMLIST.DAT"	Deklaration der Datei mit den Alternativbildsequenzen
system svIllness	Deklaration der Systemvariable Krankheit
vZoom=getIniVar(svIllness,"Zoom",vIniPath)	Auslesen einer Zahlensequenz aus der angegebenen Datei; „vZoom“ ist die Bildsequenz für die Funktion des Alternativbildes
if pageNumber of this page<=itemCount(vZoom)	wenn noch ein Alternativbild nach der momentan angezeigten Seite vorhanden ist,
go to page (item (pageNumber of this page) of vZoom)	gehe zur Alternativseite; Bestimmung der Seitenzahl aus „vZoom“
end if	Ende der Bedingung
sysCursor=1	Anzeigen des normalen Cursors
end AlternativePicture	Ende der Prozedur „Alternativbild“

Abb. 2: Programmierbeispiel in OpenScript

Der Skript-Editor ist ein Texteditor, der um einige Funktionen ergänzt wurde, um das Schreiben von Subroutinen zu erleichtern. Es gibt einen Skript-Rekorder, der aufgezeichnete Befehle in OpenScript-Anweisungen, einer Pascal-ähnlichen Programmiersprache des Autorensystems ToolBook, übersetzt, was bei der Programmierung von Animationen sehr nützlich ist. Ein weiteres Hilfsmittel ist ein Testfenster, um Befehlssequenzen auf ihre Funktionsfähigkeit zu überprüfen (Debugging Tool). ToolBook-Programme werden zur Laufzeit interpretiert, ein Compiler ist nicht vorhanden.

Zusammenfassend kann man das Autorensystem Toolbook als eine Programmierumgebung zur Erstellung von Microsoft Windows-Anwendungen beschreiben. ToolBook bietet eine interaktive Entwicklungsumgebung, die zum Erstellen einer visuellen Oberfläche Hilfsmittel bereitstellt und die die Interaktion zwischen der Anwendung und Microsoft Windows koordiniert. Mit der eingebauten Programmiersprache OpenScript (siehe Abb. 2) kann definiert werden, was mit einem Objekt der Anwendung bei einem bestimmten Ereignis, z. B. einem Mausklick, passieren soll [48].

Die verschiedenen Programmierwerkzeuge unterscheiden sich in ihrem Funktionsumfang, in ihrer Kompatibilität zu verschiedenen Betriebssystemen, in der Interaktion mit anderen Programmen und in der Einfachheit der Bedienung. Nach der Übernahme der Arbeit im Juni 1995 stellte sich die Frage, ob das bisher für den Prototyp von MicroPat verwendete Werkzeug Asymetrix ToolBook 3.0a noch den Ansprüchen von MicroPat genügt. Für die ursprüngliche Idee der Umsetzung einer audiovisuellen Show in die Form eines elektronischen Bildatlanten war ToolBook sehr gut geeignet, weil es um eine Verknüpfung von Bildschirmseiten im Sinne eines reinen Hypertextes ging. ToolBook wurde gerade für dieses einfache Verbinden von Bildschirmtafeln [121] entwickelt. Die Analyse bestehender Lernsoftware auf der Basis des Autorensystems ToolBook zeigte zudem die Eignung von ToolBook für die geplante Programmentwicklung [36] [133]. Für die Erweiterung um einen Lernsequenz-Editor mit Viewer und Quizeinbindung war allerdings ein erhöhter Programmieraufwand notwendig, da die Datenbasis des Atlanten nach unterschiedlichen Kriterien vielseitig zugänglich sein muß. Ein weiteres Problem stellte die Markteinführung des Betriebssystems Microsoft Windows 95 dar, weil dadurch eine Plattform geschaffen wurde, die nicht in allen Bereichen mit der Vorgängerversion Microsoft Windows 3.1 kompatibel war. ToolBook in der Version 3.0a ermöglicht jedoch nur bedingt die gleichzeitige Unterstützung beider Betriebssysteme.

Aus folgenden Gründen wurde eine Entscheidung zugunsten des Programmierwerkzeugs Asymetrix ToolBook 4.0 getroffen:

- Die Einarbeitung in ein neues Programmierwerkzeug entfällt.
- Die Programmiersprache OpenScript erlaubt sämtliche notwendigen programmtechnischen Erweiterungen.
- Die Version 4.0 unterstützt alle Microsoft Windows 95-Funktionen, die zur Erstellung von MicroPat notwendig sind, und ist gleichzeitig kompatibel zu Microsoft Windows 3.1. Die Plattformabhängigkeit von Microsoft Windows-Systemen hat man dabei in Kauf genommen, da auf dem deutschen Markt die Wintel-Technologie (Windows / Intel-Technologie) weithin dominiert und der konkurrierende Apple-Macintosh im End-User-Bereich an Boden verliert.
- Es entstehen geringere Kosten als bei einem Umstieg auf ein neues System, da nur ein Upgrade auf die Version 4.0 vorgenommen werden muß. Die Verwendung des leistungsfähigeren und teureren Multimedia ToolBook ist nicht notwendig.

- ToolBook ist ein weltweit anerkanntes Autorenwerkzeug für CBT-Entwickler.
- Das direkte Konkurrenzprodukt von ToolBook, der Macromedia Director, basiert auf einer anderen Organisationsstruktur und ist im Gegensatz zu ToolBook weniger für Hypertexte, sondern mehr für Animationen geeignet [48].
- Da ToolBook gerade für die Erstellung von CBT-Systemen entwickelt wurde, ist die Programmierung weniger aufwendig als mit einem System wie Microsoft Visual Basic, Borland Delphi, C oder Java [48] [123]. Sollte es im Verlauf der Entwicklung doch notwendig sein, auf ein solches Entwicklungswerkzeug zurückzugreifen, ist die Integration von Routinen über VBX/OCX-Controls oder DLL-Linking möglich. Die HTML-, Java- oder Java-Script-Programmierung wurde bewußt vermieden, da durch diese Programmiermethoden bei einer späteren Vermarktung des Produktes unerlaubte Veränderungen des Programms erheblich vereinfacht würden.

2.4.2 ToolBook assoziierte Programme

Weitere Programme, die mit ToolBook mitgeliefert werden, erweisen sich als hilfreich:

- BitEdit: Mit dem Bitmap Editor werden Bitmaps pixelorientiert erstellt, z. B. die Symbole für Lernpfade im Lernprogramm.
- Icon/Cursor Editor: Mit diesem Werkzeug werden Icons für Schaltflächen (Buttons) und Programmsymbole auf Pixelbasis erstellt.
- PalEdit / Palette Optimizer: Anhand von vorgegebenen Bildern mit unterschiedlichen Kolorierungen kann mit diesen Programmen für die gewählten Bilder eine gemeinsame Farbpalette erstellt werden, die zu minimalem Qualitätsverlust führt. Mit dem Paletten-Editor sind die Farbpaletten noch manuell modifizierbar.
- Script Remover: Entfernt man die Skripte aus dem Programm, kann die unerwünschte Weiterverwendung des Quellcodes durch Dritte verhindert werden.
- Setup-Manager: Dieses Programm erlaubt die komfortable Erstellung von Installationsroutinen.

Es ist gut, wenn man bei der Entwicklung von Programmen mit einer Produktfamilie zurecht kommen kann, weil die Arbeit einfacher und weniger störanfällig wird. Bei einzelnen Aufgabenstellungen ist es jedoch sinnvoll und sogar notwendig, auf andere Produkte zurückzugreifen, die im folgenden beschrieben werden.

2.4.3 Paint Shop Pro 3.12

Paint Shop Pro in der Version 3.12 dient zur Bearbeitung des Bildmaterials und erfüllt die Funktion einer Schnittstelle zwischen Photo-CD (siehe 2.5) und ToolBook-Dateien. Für die Zwecke der Arbeit ist es nicht notwendig, auf eine der „professionellen“ Anwendungen zurückzugreifen. So werden mit diesem Programm Kodak-PCD-Bilder (siehe 2.5) eingelesen und als GIF-Bilder gespeichert. Notwendige Bildveränderungen in Form von Kontrast-, Helligkeits-, Format- und Artefaktkorrekturen sind problemlos möglich. Paint Shop Pro zeichnet sich durch ein besonders einfaches und schnelles Handling aus.

2.4.4 Microsoft Access 7.0

Microsoft Access ist ein professionelles Datenbanksystem, dessen Funktionsvielfalt bei der Verwaltung der Index-Daten von MicroPat eingesetzt wird. Hierbei werden die mit ToolBook erzeugten Wörterlisten über eine ASCII-Datei in Access eingelesen, dort prozessiert und als dBASE III-Daten exportiert, die mit ToolBook weiterverarbeitet werden können.

2.4.5 Microsoft Recorder 95

Aus Gründen der Arbeitserleichterung ist es sinnvoll, repetitive Bearbeitungsschritte zu automatisieren. Solange man sich dabei innerhalb einer Anwendung befindet, läßt sich dies meistens mit programmeigenen Makrofunktionen oder durch die Skriptprogrammierung (z. B. bei ToolBook mit OpenScript) verwirklichen. Sollen jedoch programmübergreifende Handlungsabläufe rationalisiert werden, ist ein zusätzliches Werkzeug, im Fall MicroPat der Microsoft Recorder, notwendig.

Das Hilfsmittel Microsoft Recorder ist mit folgenden Einschränkungen sehr praktikabel. So können die Makros oft nicht in der als Option möglichen „schnellen Geschwindigkeit“ abgespielt werden, da manche Arbeitsvorgänge langsamer abgearbeitet werden, als es das Makro zuläßt. Eine derartige Kollision führt oft zu Systemabstürzen. Ein weiteres Problem stellt die Einbindung von Mausbefehlen in ein Makro dar. Obwohl technisch möglich, ist es besser, nur mit der Tastatur zu arbeiten, da sich die Mauseaktionen auf eine bestimmte Bildschirm- und Fensterkonstellation beziehen, die bei mehrmaligem Gebrauch der Makros in verschiedenen Sitzungen nicht reproduzierbar sind. Ein drittes Problem besteht darin, daß bereits erstellte Makros nicht verändert werden können, so daß fehlerhafte Aufzeichnungen immer wieder komplett neu eingespielt werden müssen.

Die Makros wurden vor allem zur Bildbearbeitung, zur kompletten Änderung des Datenbestandes und zur Erstellung von Hyperlinks verwendet.

2.5 Bildmaterial

Die Grundlage von MicroPat bildet neben den ausführlichen Bildbeschreibungen vor allem das Bildmaterial selbst. Es besteht aus 1371 Diapositiven und 88 Zeichnungen. Die Diapositive stammen aus dem seit vielen Jahren von PROFESSOR SCHAEFER systematisch aufgebauten und umfangreichen pathologischen Bildarchiv. Es sind vor allem Ausschnitte aus Präparaten, die die Grundlage des Kurses „Allgemeine Pathologie“ für Studierende des ersten klinischen Studienabschnitts bilden; manche Abbildungen sind auch der Hauptvorlesung „Allgemeine Pathologie“ entnommen. Darüber hinaus wurden viele Diapositive speziell für das vorliegende Computerprogramm aufgenommen. Neben der Berücksichtigung makroskopischer, röntgenologischer und elektronenmikroskopischer Aspekte steht die histologische Pathologie im Vordergrund. Das Besondere an dem Bildmaterial ist ein Effekt, der schon bei der Auswahl pathologisch charakteristischer Stellen im Präparat und schließlich bei der Aufnahme von Diapositiven berücksichtigt wurde: die Abfolge von Bildern, die Ausschnitte aus anderen Bildern darstellen, führt zu einer Art Zoomeffekt, der eine entscheidende Rolle für das Verständnis der Bildsequenzen spielt. Das Prinzip des zoomartigen Abbildens wurde soweit wie möglich eingehalten.

Die einzelnen Diapositive wurden von der Firma Kodak digitalisiert und im Kodak-Photo-CD-Format (PCD-Format) [114] auf einer CD-ROM gespeichert. Dieses Verfahren wurde trotz inzwischen anderer, technisch besserer Möglichkeiten bis zum Ende der zweijährigen Digitali-

sierungsphase beibehalten, um einen Systemwechsel zu vermeiden und die Bildmodalitäten konsistent zu halten. Die Bilddaten sind auf der CD-ROM unter anonymen Dateinamen in Form von Nummern abgelegt. Deshalb ist es zunächst notwendig, das Bildmaterial zu identifizieren, zu sortieren und zu benennen.

Da die Kodak-Daten mit drei bis sechs Megabytes pro Bild sehr viel Speicherplatz beanspruchen, ist es sinnvoll, die Bilder in ein anderes Datenformat umzuwandeln. Die Entscheidung fiel dabei aus folgenden Gründen für das Compuserve GIF-Format, Version 87a Noninterlaced:

- Alle Bilder sollen in ToolBook integriert werden können.
- Alle Bilder sollen skalierbar sein, auch innerhalb von ToolBook.
- Das Graphikformat soll die Farbtiefe von 256 Farben (8 Bit) unterstützen, da diese für die Darstellung jedes einzelnen Bildes ausreichend ist.
- Der Speicherbedarf soll möglichst gering sein.
- Das Format soll gängig, akzeptiert und weiterverwendbar sein.

Nach diesen Vorarbeiten erfolgte die eigentliche Nachbearbeitung des Bildmaterials. Sämtliche elektronischen Bilder wiesen durch die Digitalisierung Artefakte in Form von Qualitätsverlusten im Randbereich der Bilder auf. Aus diesem Grund war es notwendig, einen verkleinerten Ausschnitt auf die gewünschte Bildgröße zu bringen. Die PCD-Bilder wurden in einer Größe von 256 x 384 Pixeln importiert. Nach dem Zurechtschneiden und Skalieren wurden die Bilder in einer Größe von 253 x 394 Pixeln im GIF-Format abgelegt. Um im Bildinnern liegende Artefakte vorsichtig zu retuschieren, mußten zudem teilweise Kontrast und Helligkeit angepaßt werden. Derartige Veränderungen wurden aber nur selten vorgenommen, da viele Bilder dem Originalbild getreu digitalisiert waren und zudem die Qualität der Darstellung besonders von der Graphikkarte und dem Monitor abhängt. Eine Veränderung der Standards führte bei Tests auf unterschiedlichen Systemen zu unbefriedigenden Ergebnissen. Es werden jedoch in der Setup-Routine verschiedene Möglichkeiten der Optimierung angeboten (siehe 6.1).

Zum Abschluß der Nachbearbeitung wurde von jedem Bild eine stark verkleinerte Kopie für die Verwendung in der Bildübersicht (siehe 3.3.3.7) abgelegt; von allen Bildern, die zu einer Erkrankung gehören, wurde danach jeweils eine optimierte Farbpalette erstellt. Das Importieren der Bilder, das Zuschneiden der Ränder und die Größenveränderungen konnten mit dem Microsoft Recorder meist automatisiert werden.

In MicroPat wurden neben den Diapositiven auch histopathologische Schemazeichnungen integriert. Diese Abbildungen wurden von RUTH PRISCILLA KIRSTEIN in Form von großformatigen Tuschezeichnungen erstellt und sollten ursprünglich zu einer gezeichneten Umsetzung eines histopathologischen Atlanten führen. Wegen der rasanten Weiterentwicklung der Computertechnologien und der im Vergleich zu den Zeichnungen realistischeren Darstellung [153] wurde dieses Konzept jedoch verworfen. Die Zeichnungen ergänzen allerdings das Programm sehr gut, denn einerseits machen informierende Bilder [154] mit komprimiert dargestellten pathologischen Besonderheiten die entsprechenden Krankheiten besonders gut sichtbar, andererseits wird das Programm durch den ornamentalen Charakter der Zeichnungen aufgewertet. Der Import und die Nachbearbeitung dieser Bilder wurden auf dieselbe Weise wie bei den anderen Diapositiven ausgeführt.

Nach den genannten Vorarbeiten wurden die Bilder in die entsprechenden ToolBook-Dateien mit einem GIF-Import-Filter importiert und fest darin verankert.

2.6 Textmaterial

Neben der bildorientierten Basis des vorliegenden histopathologischen Systems wurde auch auf die textuelle Grundlage sehr viel Wert gelegt. Die bei der Übernahme der Arbeit in Anlehnung an vorhandene Lehrbücher favorisierte Aufteilung der erklärenden Texte in Definition der Krankheit, pathogenetische, allgemein mikroskopische und klinische Aspekte [36] [133] wurde aus folgenden Gründen verworfen:

- Die mikroskopischen Texte waren zu allgemein, und zudem fehlten Markierungen in den Bildern, so daß dem Anfänger in Pathologie zu wenig Verständnis vermittelt wurde.
- Klinische Aspekte sind wegen der aus didaktischen und designtechnischen Gründen gebotenen Kürze nur unzureichend erläuterbar.

Um der Bedeutung des Bildes für das Verständnis der Pathologie und der Lernstrategie besser gerecht zu werden, fiel die Entscheidung für folgendes System:

- Die Definition der Krankheit bleibt bestehen.
- Jedes Bild wird unter Berücksichtigung didaktischer Kriterien einzeln morphologisch exakt beschrieben, wobei pathogenetische Aspekte aus dem Verständnis des Bildes heraus integriert werden. Klinische Bezüge werden in besonderen Zusammenhängen miteinbezogen.
- Neu eingeführt wird ein sogenannter Steckbrief, der als kurzes Repetitorium wichtige Kennzeichen der vorgestellten Krankheit subsumiert.

Sämtliche Texte für dieses Programm wurden vom Dozenten (PROFESSOR SCHAEFER) und dem Programmautor neu erstellt. Dabei wurden folgende drei Verfahrensweisen gewählt:

1. Die Bildbeschriftung und -beschreibung erfolgt in Verbindung mit der Vorlesung zum Kurs „Allgemeine Pathologie“ und anhand der Standardliteratur; die Verifizierung wird vom Dozenten vorgenommen.
2. Der Dozent selbst verfaßt die bildbeschreibenden Texte. Danach werden die Texte vom Programmierer auf ihre Verständlichkeit hin durchgesehen und die Bilder beschriftet. Dozent und Programmierer treffen sich hierbei nur zu einer abschließenden gemeinsamen Betrachtung und Beratung der Ergebnisse.
3. Dozent und Programmierer erarbeiten gemeinsam die Texte und die Beschriftungen des Bildmaterials.

Im Laufe der zweijährigen Erstellungsphase stellte sich die unter 2 beschriebene Vorgehensweise als besonders zweckmäßig und effektiv heraus. Bei unterschiedlichen Lehrmeinungen entschieden die Ausführungen im Lehrbuch „Allgemeine und spezielle Pathologie“ (herausgegeben von U.-N. RIEDE und H.-E. SCHAEFER) [107] oder das Votum von PROFESSOR SCHAEFER. Der Steckbrief wurde als zusammenfassendes Exzerpt der morphologischen Bildbeschreibungen erstellt, wobei dabei darauf geachtet wurde, nicht zu viele „Facts“ pro Krankheit aufzuführen; als Richtzahl dienten fünf Einträge.

Eine weitere Form der textuellen Funktionalität ist die Verwendung von Hyperlinks, die hier die Funktion eines Glossars erfüllen. Darunter versteht man Begriffe, die farblich vom übrigen Text in Blau abgesetzt sind. Werden sie mit dem Mauszeiger berührt, so wird ein erklärender oder weiterführender Text eingeblendet. Diese Erläuterungen lehnen sich inhaltlich vor allem an medizinische Wörterbücher an [102] [110] (siehe 3.3.3.5).

Die Texte wurden entweder direkt in die Textfelder der ToolBook-Dateien oder zuvor in ein handelsübliches Textverarbeitungssystem eingegeben, aus dem die Daten dann übernommen wurden. Beide Verfahren sind gleich gut geeignet.

3 MicroPat – Kursus der Histopathologie

3.1 Chronologie

Ausgangspunkt der vorliegenden Arbeit waren die Vorarbeiten von FRISCHAUF [36] und SPANNHOFF [133]. Es handelt sich dabei um eine elektronische Bild- und Textsammlung mit über 800 Bildern und mehr als 400 Texten. Die digitalisierten Diapositive konnten größtenteils weiterverwendet werden, sie mußten jedoch in ein Datenformat transformiert werden, das weniger speicherintensiv ist. Außerdem wurden die 16.7-Millionen-Farben-Bilder (True Color / 24 Bit) in 256-Farben-Bilder (8 Bit) umgewandelt, da nach Einschätzung von PROFESSOR SCHAEFER diese Farbtiefe für den Zweck dieses Programmes ausreichend ist; Dozenten aus anderen Fachgebieten, z. B. aus der Anatomie, kommen zu ähnlichen Bewertungen [8]. Die Bildqualität hat sich bei fast allen Bildern nicht verändert, da die Anzahl der veränderten Farben ohnehin unter der Zahl von 256 lag. Viel Arbeit war für die Korrektur der Ausrichtung und der Farbqualität und für die Zuordnung zu Krankheiten notwendig. Das vorhandene Bildmaterial wurde noch um mehr als 600 Bilder auf über 1300 Abbildungen und über 80 Zeichnungen erweitert. Aus den ursprünglich 107 Krankheiten sind jetzt 152 geworden (siehe Tab. 4).

Abortus incompletus	Fettleberzirrhose	Morbus Moschcowitz
Abscheidungsthrombus	Fibrinöse Pleuritis in Organisation	Morbus Parkinson
Abszedierende Myokarditis	Fibroadenom	Muzinöses Zystadenokarzinom
Abszedierende Nephritis	Frischer Herzinfarkt	Mykobakteriose
Adenomyomatose	Gallertkarzinom (Magen)	Nephroblastom
Adenomyosis uteri	Gallertkarzinom (Mamma)	Neuroblastoma sympathicum
Aktinomykose	Glandulär-zystische Hyperplasie	Neurofibrom
Akustikusneurinom	Glioblastom	Osteogenes Sarkom / Chondrosarkom
Akute Pankreatitis	Hämochromatose / Pigmentzirrhose	Phäochromozytom
Akute Pyelonephritis	Hämorrhagischer Lungeninfarkt	Pick'sche Erkrankung
Akutes Lungenödem	Hepatitis B – Zirrhose	Pigmentnävus
Alter Herzinfarkt	Hepatozelluläres Karzinom	Plasmozytom Leichtketten-Typ Kappa
Amöbenabszeß	Höhlenaspergillose	Plattenepithelkarzinom (Bronchus)
Amyloidose der Leber	Hyaline Membranen	Plattenepithelkarzinom (Lippe)
Anämie bei Tumormetastasierung	Intestinales Karzinom mit Metaplasie	Plattenepithelmetaplasie
Anämischer Niereninfarkt	Invasiv duktales Karzinom	Pleuramesotheliom
Appendicitis cicatricea obliterans	Invasiv lobuläres Karzinom	Plexiformes Neurofibrom
Appendicitis phlegmonosa	Invasive Aspergillose	Polypöses Granulationsgewebe
Appendixkarzinoid	Kapilläres Hämangiom	Prostatakarzinom
Asthma bronchiale	Kaposi-Sarkom (Haut)	Pseudomembranöse Colitis
Astrozytom	Kaposi-Sarkom (Lymphknoten)	Pseudomembranöse Tracheitis
Azinös-nodöse-Lungentuberkulose	Karzinomatöser Pleuraerguß	Rapid progressive Glomerulonephritis
Basaliom	Kavernöses Hämangiom	Rhinitis atopica / Sinusitis atopica
Bilharziose (Appendix)	Kleinzelliges Bronchialkarzinom	Riesenzellpneumonie / Masern

Bilharziose (Harnblase)	Kolonkarzinom	Sagomilz
Bronchiektasen	Komedokarzinom	Schinkenmilz
Bronchopneumonie	Koronarsklerose	Schockleber
Bursitis urica / Gichttophus	Lepra lepromatosa	Schockniere
Carcinoma in situ der Portio	Lipofuszinose	Sekretionsphase des Endometriums
Cholämische Nephrose	Lobärpneumonie	Siderose der Milz
Cholestase	Lungenemphysem	Siegelringzellkarzinom
Cholesteatose	Lungenmetastase eines Osteosarkoms	Silikose
Chronische Blutstauung (Leber)	Lymphangiosis carcinomatosa	Sog. chirurgische Leberzellnekrosen
Chronische Blutstauung (Lunge)	Malaria tertiana	Soorösophagitis
Chronische lymphatische Leukämie	Malaria tropica	Sprue / Zottenatrophie des Dünndarms
Chronische myeloische Leukämie	Malignes Melanom	Struma colloides nodosa
Chronische Pyelonephritis	Mastopathie	Talkumgranulom
CMV-Pneumonie	Medulloblastom	Tätowierung
Colitis ulcerosa	Melanom-Metastase	Teratoma adultum ovarii
Condyloma acuminatum	Melanosis coli	Thrombus in Organisation
Creutzfeld-Jakob-Erkrankung	Meningeom	Thyreoditis de Quervain
Cystoma mucinosum	Miliartuberkulose	Toxisches Adenom
Dezidua	Molluscum contagiosum	Toxoplasmose
Echinokokkose	Morbus Alzheimer	Trichinose
Eitrige Leptomeningitis	Morbus Basedow	Tubuläres Adenom
Eklampsie	Morbus Bowen	Ulcus ventriculi
Endometriosis ovarii	Morbus Crohn	Verruca plantaris
Epulis gigantocellularis	Morbus Engels-von Recklinghausen	Verruca seborrhoica
Fadengranulom	Morbus Gaucher	Virusmyokarditis
Fettleber	Morbus Hodgkin	Zottenspitzensiderose
Fettleberhepatitis	Morbus Kimmelstiel-Wilson	

Tab. 4: Liste aller Krankheiten in MicroPat

Der Bestand an Texten konnte nur in wenigen Fällen übernommen werden: Die Änderung und die didaktische Umstrukturierung der Gliederung „Definition“, „Pathogenese“, „Mikroskopie“ und „Klinik“ in „Definition“, „Morphologie“ und „Steckbrief“ ließen nur eine Weiterverwendung der Definitionstexte zu. Wegen der wörtlichen Übernahme von Passagen aus Lehrbüchern mußten auch hier zahlreiche Änderungen vorgenommen werden, um Urheberrechtsprobleme zu vermeiden.

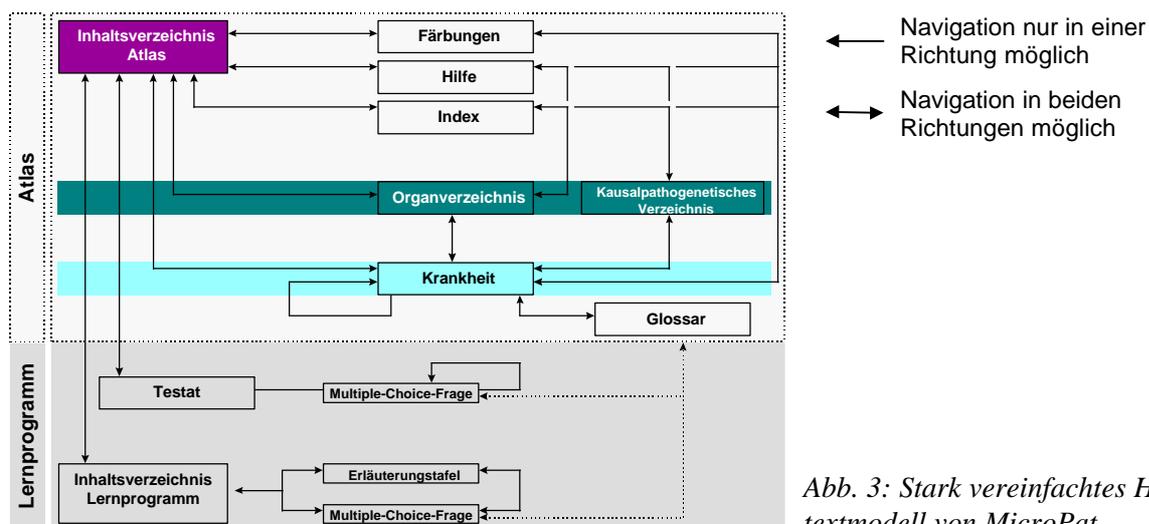
Die Grundstruktur der drei Hierarchieebenen wurde im Programm belassen, aber um viele Funktionen erweitert. Bestehende Programmoptionen wurden weiterentwickelt und optimiert. Die wichtigsten Neuerungen im Atlas sind die stark erweiterte Navigation mit besonderer Berücksichtigung des Zoomeffekts (siehe 3.3.3.6), die Vereinheitlichung des Layouts, die Maus- und Tastatursteuerung, die modulare Programmierung, die Druckfunktion, die Indexfunktion, die Notizfunktion, das Registertaschenprinzip bei der Textdarstellung, die Bildbeschriftung mit Legende, die Bildübersicht und die vergleichende Bildvorschau. Die wichtigste Erweiterung ist ein Modul, mit dem auf der Basis des Atlanten unter Einbeziehung von Multiple-Choice-Fragen eigene Lernsequenzen erstellt und betrachtet werden können.

3.2 Installation – Programmstart

Die Installation von MicroPat erfolgt über den Aufruf des Installationsprogramms SETUP.EXE, das im Anhang genauer beschrieben ist; Systemdateien werden bei diesem Vorgang nicht modifiziert. Das Programm selbst wird aufgerufen, indem man die Datei HP.EXE im Verzeichnis, in dem MicroPat installiert ist, ausführt. Der Programmstart kann auch über das bei der Installation angelegte Icon erfolgen. Eine individuelle Konfiguration von MicroPat ist mit dem Programm HPSETUP.EXE möglich (siehe 6.1). Weiterhin besteht die Möglichkeit, MicroPat direkt ohne Installation über die Datei HPCD.EXE aufzurufen; es können jedoch dann keine Lernpfade erstellt und keine Anmerkungen eingegeben werden, da dieser Aufruf ausschließlich für den Einsatz von CD-ROM vorgesehen ist. Es ist dabei auch zu berücksichtigen, daß für alle weiteren Optionen Standardeinstellungen verwendet werden, die das individuelle System unter Umständen nicht optimal ausnutzen.

3.3 Interaktiver Atlas der Histopathologie

3.3.1 Inhaltsverzeichnis



Dem Atlas liegt eine hierarchische Gliederung in **drei Ebenen** zugrunde: **Inhaltsverzeichnis**, **Organverzeichnis** und **Präparate / Krankheiten** (siehe Abb. 3). Nach dem Programmaufruf, bei dem alle Konfigurations- und Indexdaten eingelesen werden, wird dem Nutzer zunächst das Inhaltsverzeichnis angeboten (siehe Abb. 4). Farblich ist dieses Menü an einem Überschriftsbalken in der Farbe Lila erkennbar. Dieser Knotenpunkt [144] erlaubt mehrere Verzweigungsmöglichkeiten:

- Die **Organverzeichnisse** beinhalten die Krankheiten aus den jeweiligen funktionellen Systemen (respiratorisches System, hepatopankreatisches System etc.).
- Der Zugriff auf die Erkrankungen ist auch über **kausalpathogenetische Gesichtspunkte** (Parasitosen, Pilzkrankungen, bakterielle Infektionen, virale Infektionen, hereditäre Stoffwechselerkrankungen bzw. Tumoren und tumorartige Läsionen) möglich.

- **Lernsystem** (siehe 3.4)
- **Testat** (siehe 3.4.3)
- **Färbungen** (siehe 3.3.8)
- Allgemeine Informationen über die Autoren und die Programmversion bietet der Menüpunkt „**Über MicroPat ...**“.



Abb. 4: Inhaltsverzeichnis des Atlanten

3.3.2 Organverzeichnis – Kausalpathogenetisches Verzeichnis

Die zweite Hierarchieebene besteht aus einer Auflistung von Krankheiten innerhalb bestimmter Organsysteme (siehe Abb. 5) und deren Einordnung nach kausalpathogenetischen Kriterien (siehe Abb. 6). Trotz dieser zweiten Zugriffsmöglichkeit sind die Organsysteme die übergeordnete Einheit, was sich in der programmiertechnischen Strukturierung und der Numerierung der Krankheiten widerspiegelt. Programmiertechnisch wurde bei den Organmenüs folgendes berücksichtigt:

- In der Datei HPORGAN.SBK stehen globale Prozeduren.
- Beim Aufruf eines Organmenüs wird die Auflistung jedesmal neu aus der Datenstruktur generiert. Dies hat den Vorteil, daß nur eine Liste mit Krankheitsnamen verwaltet wird; die Anordnung und Funktionalität der Schaltflächen wird vom Programm selbständig vorgenommen. Gerade in der Entwicklungsphase ist infolge der häufigen Änderungen des Programms ein solches Konzept sehr wichtig und erleichtert später die Wartung des Systems. Bei der Programmierung der Menüsysteme wurde deutlich, daß ein konsequent modularer Programmierstil von ToolBook nicht vorgesehen und daher nur mit größerem Aufwand zu realisieren ist.
- Die Erkennungsfarbe für die zweite Hierarchieebene in der Kopfleiste ist grün.
- Das Layout richtet sich nach der Anzahl der Krankheiten: Ab 13 Erkrankungen wird die Liste zweispaltig, ansonsten bleibt sie einspaltig. Die Zahl der Einträge ist auf 26 beschränkt.

- Die Sortierung der Krankheiten erfolgt alphabetisch.
- Die Organmenüs werden organspezifisch in Dateien abgelegt und haben eine gemeinsame innere Struktur (siehe Tab. 5).



Abb. 5: Organverzeichnis „Weibliches Genitale – Mamma – Plazenta“



Abb. 6: Kausalpathogenetisches Verzeichnis „Bakterielle Infektionen“

Seite	Vordergrund	Hintergrund	Funktion
1	Überschrift, Knopfreihe	Standardkonsole	Anzeige des Menüs
2	Datenfeld		Daten für Menü

Tab. 5: Dateistruktur der Dateien des Organmenüs

3.3.3 Präsentation der Präparate

Die dritte Hierarchiestufe im Atlasteil von MicroPat ist die Ebene der Krankheiten. Sie ist der eigentliche Kern des Programms.

3.3.3.1 Programmiertechnisches Konzept

Die Präparatedateien sind durch ein einheitliches programmiertechnisches Konzept gekennzeichnet. Fast alle Steuerungsfunktionen sind auch hier in einer Bibliothek mit Prozeduren (HPBUCH.SBK) zusammengefaßt.

Für jede Krankheit stehen maximal 25 Seiten (siehe Tab. 6) zur Verfügung, wobei die Seiten 1 bis höchstens 20 je nach Anzahl der Bilder für die Atlasseiten vorgesehen sind. Elemente, die auf jeder Seite vorkommen, wie z. B. Funktionskonsolen oder Überschriften, sind auf dem Hintergrund der Seite gespeichert und waren somit nur einmal zu erstellen. Die darauffolgenden Seiten enthalten die Schemazeichnung, die Texte „Definition“ und „Steckbrief“. Auf zwei weiteren Seiten werden die Texte „Pathogenese“ und „Klinik“ des ersten Prototyps von MicroPat zur späteren Verwendung konserviert. Die Daten dieser Textfelder werden je nach Bedarf in die aktuelle Atlasseite eingelesen. Die Wartung der Texte bleibt dem Entwickler des Programms vorbehalten, der Nutzer kann die Texte nur über die entsprechenden Atlasseiten einsehen.

Eine Beschränkung auf maximal 20 Bilder war zwar technisch nicht notwendig, stellte sich aber als gut heraus, da auf diese Weise keine allzu großen speicherintensiven Dateien entstehen; auch aus didaktischen Gründen ist die Zahl von höchstens 20 Bildern angemessen.

Seite	Vordergrund	Hintergrund	Funktion
1	Bild 1 mit Beschriftung und Zoomfeldern, Morphologie-Texte	Titel, Standardkonsolen, Textfelder	Anzeige der Definition, der Morphologie und des Steckbriefs einer Krankheit
...			
n	Bild n mit Beschriftung und Zoomfeldern, Morphologie-Texte		
n + 1	Schemazeichnung		Ressource „Schemazeichnung“
n + 2	Datenfeld „Steckbrief“		Ressource „Steckbrief“
n + 3	Datenfeld „Definition“		Ressource „Definition“
n + 4	Datenfeld „Pathogenese“		Ressource „Pathogenese“
n + 5	Datenfeld „Klinik“		Ressource „Klinik“

Tab. 6: Dateistruktur der Krankheit-Dateien (n £ 20)

3.3.3.2 Seitenaufbau

Jede Atlasseite hat ein standardisiertes Aussehen (siehe Abb. 7) und orientiert sich an gedruckten Atlanten, wie z. B. den Taschenatlanten des Georg Thieme Verlags. Auf der linken Seite ist die histopathologische Abbildung zur besseren Kontrastierung auf dunkelblauen Hintergrund zu sehen, gegenüber findet man den dazu gehörenden morphologischen Textabschnitt. Die Texte „Definition“ (siehe Abb. 8) und „Steckbrief“ (siehe Abb. 9) erscheinen an derselben Position der Bildschirmseite, sofern die entsprechende Registertasche gedrückt wird. Dabei wird allerdings das Bild aus- und eine entsprechende Schemazeichnung eingeblendet, die

einen inhaltlichen, aber nicht näher ausgeführten Bezug aufweist und zudem ornamentalen Charakter besitzt. Ist für eine Krankheit keine Zeichnung verfügbar – die Sammlung der Zeichnungen deckt nicht alle Krankheiten ab –, so wird ein Platzhalter eingeblendet, der z. B. bei einer Vermarktung des Programms als Werbefläche dienen kann. Bild- und Textgröße sind von der Bildschirmauflösung und der Einstellung im Setup-Programm abhängig. Oberhalb der Texte wird die Krankheit benannt und einem Organsystem zugeordnet; unterhalb der Bilder findet man eine Navigations- und eine Steuerungskonsole.

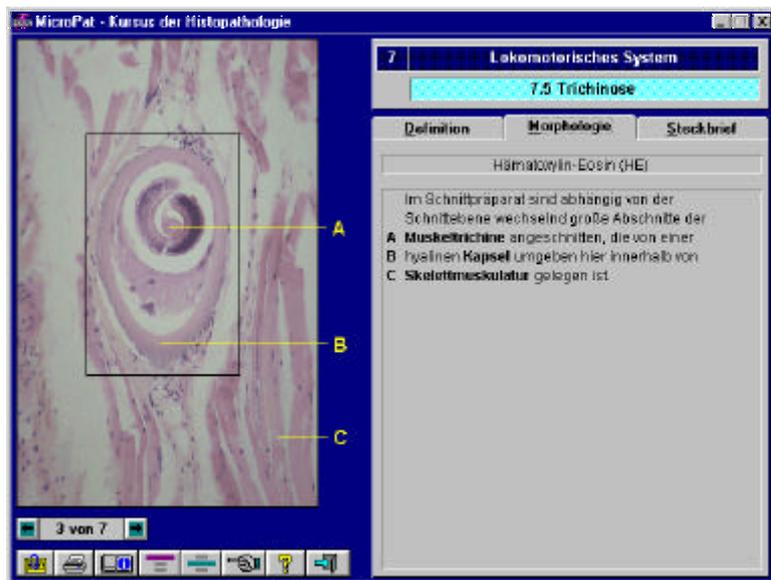


Abb. 7: Atlasseite aus MicroPat

Das grundsätzliche Seitenlayout orientiert sich an der Auflösung von 640 x 480 Bildpunkten. Dies ist gerade für ältere Computersysteme, die von Studenten oft verwendet werden, wichtig, da diese Systeme eine Farbtiefe von 256 oder 64K Farben nur in dieser Auflösung darstellen können. Vor allem der Einsatz auf tragbaren Computern ist häufig nur in dieser Bildschirmgröße möglich. Damit auch modernere Systeme besser genutzt werden können, werden die Bilder und andere Bildelemente in verschiedenen Auflösungen um bestimmte Faktoren proportional vergrößert. Die Bildqualität nimmt dabei ab, da die Anzahl der Bildpunkte gleich bleibt und nur die Pixel vergrößert werden. Ein Qualitätsverlust kann sich auch aus der Größe des verwendeten Monitors und dessen Lochmaske ergeben. Für den optimalen Programmeinsatz empfiehlt sich eine individuelle Anpassung mit dem Setup-Programm. Am besten ist jedoch das Verhältnis Bildpunkt zu Bildschirmauflösung bei einer Auflösung von 640 x 480 mit 1:1, d. h. einem Pixel am Bildschirm entspricht einem Pixel im Bild (siehe Tab. 7).

Auflösung	Schriftgröße im Textfeld	Proporz Bildpunkt zu Bildschirmpixel
640 x 480	9 Punkte	1 : 1
800 x 600	11 Punkte	1 : 1.2
1024 x 768	12 Punkte	1 : 1.5

Tab. 7: Abhängigkeit der Schrift- und Bildeigenschaften von der Auflösung des Bildschirms

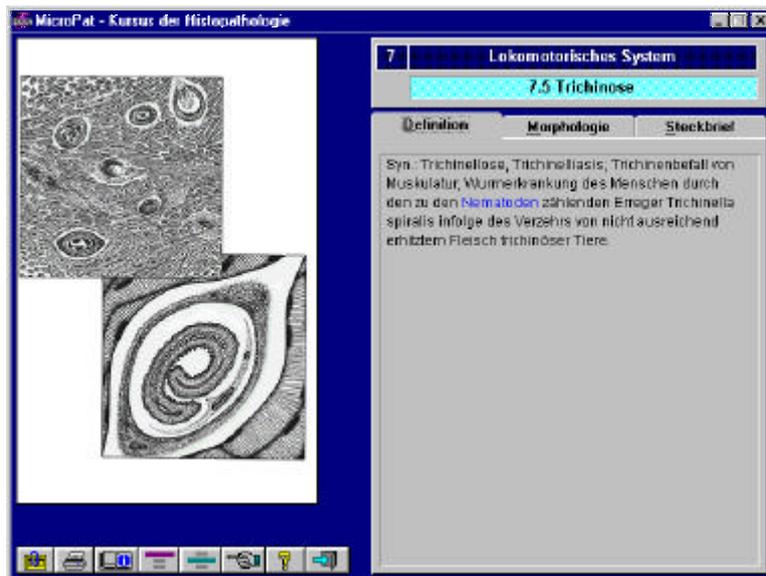


Abb. 8: Definition der Krankheit „Trichinose“ mit Schemazeichnung und Glossarbereich

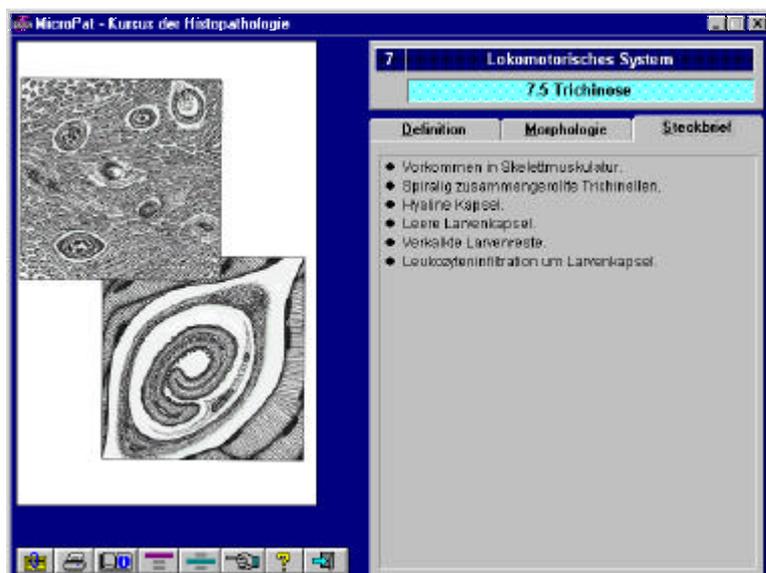


Abb. 9: Steckbrief der Krankheit „Trichinose“ mit Schemazeichnung

3.3.3.3 Text – Beschriftung

Die Schriftgröße wird entsprechend der verwendeten Bildschirmauflösung verändert. Da diese Anpassungen nicht ganz proportional sind, kann in höheren Auflösungen mehr Text auf einer Bildschirmseite plaziert werden. Wegen der verschiedenen Arten der Textpräsentation wurden keine Trennungen in den Texten vorgenommen, da diese den unterschiedlichen Anzeigemodi nicht angepaßt werden. Ist der Text länger als das vorgesehene Feld, erscheint je nach Bedarf an dessen rechtem Rand ein Scrollbalken. Bei der Erstellung der Texte wurde allerdings darauf geachtet, auf dieses Hilfsmittel so wenig wie möglich zurückzugreifen, da die Bedienung des Scrollbalkens den Lern- und Arbeitsprozeß unterbricht [23].

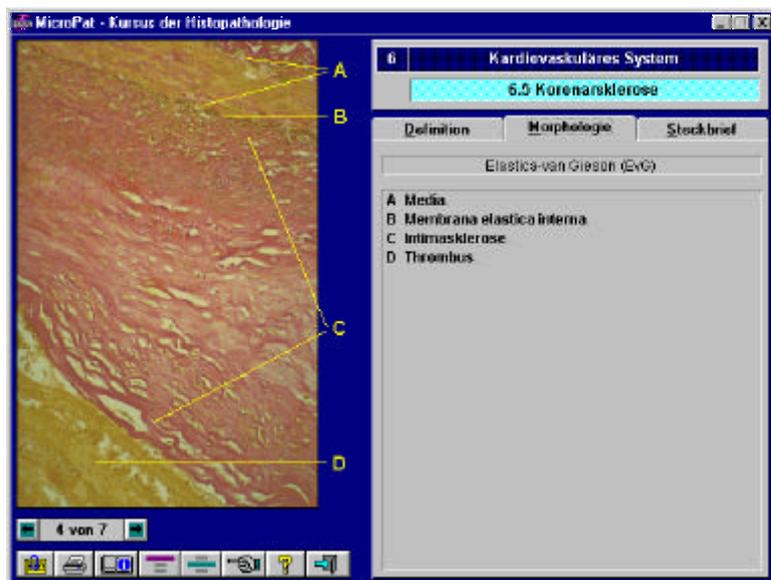


Abb. 10: Pfeiltypen im Atlas von MicroPat

Die morphologischen Bildbeschreibungen, die über Beschriftungspfeile mit dem Bild eine enge Beziehung eingehen, sind der Hauptbestandteil des Atlanten, während die Schemazeichnungen eher unverbunden neben den Texten „Definition“ und „Steckbrief“ stehen. Die Markierungen bestehen aus dünnen Linien, die mit einem Buchstaben gekennzeichnet sind. Sie sind in Abhängigkeit vom Bildkontrast gelb oder schwarz gefärbt. Es gibt zwei Arten von Pfeilen: einfache Pfeile, die eine Struktur punktuell bezeichnen oder gespreizte Pfeile, die bestimmte Zonen markieren (siehe Abb. 10). Auf andere Systeme, wie z. B. Doppelpfeile, dicke oder dünne Pfeile, Sternchen oder Doppelsternchen, die leichter zu erstellen gewesen wären, wurde aber verzichtet, da sie entweder viele wichtige Strukturen großflächig verdeckt hätten oder im Text nicht so gut zu beschriften gewesen wären. Das Markieren von Bereichen wäre zudem nicht mit einem gespreizten Pfeil möglich gewesen. Man kann jedoch auch ohne Markierungen im Bild auskommen, wenn ein Bild sensitiv ist, d. h. dem Benutzer die Stelle im Bild erklärt wird, über die er gerade den Mauszeiger bewegt. Diese Methode ermöglicht eine uneingeschränkte Sicht auf das Bild und führt zu einer intuitiv verständlichen Bedienung. Die Erstellung von sensitiven Bildern ist jedoch sehr aufwendig, da jede noch so kleine Struktur im Bild durch ein Polygonraster erfaßt werden muß [30], und stellt zudem oft auch ein inhaltliches Problem dar:

- Strukturübergreifende Zusammenhänge werden auf diese Weise nicht didaktisch geführt vermittelt, da nur die vom Anwender berührten Einzelbestandteile des Bildes erklärt werden. Über das histologische Bild kann so auch kein umfassendes Verständnis für pathologische Zusammenhänge entstehen, weil gerade der Anfänger in der Regel keinen systematischen Zugang findet, sondern pathologische Besonderheiten eher zufällig entdeckt.
- Viele Strukturen sind nicht eindeutig klassifizierbar, so daß eine inhaltliche Vollständigkeit bei der Bildbeschriftung nicht gewährleistet werden kann.
- Selbst wenn Strukturen eindeutig klassifizierbar sind, ist die Unterscheidung von Ober- und Unterbegriffen sehr schwierig. Ein einfaches Beispiel soll dies verdeutlichen: Die Nierenrinde besteht aus Tubuli und Glomerula, die sich wieder gliedern in die Bowman'sche Kapsel, den Harnpol, Kapillarschlingen, Macula Densa etc.. Berührt nun der Benutzer z. B. den Harnpol, stellt sich die Frage, welcher Begriff angezeigt werden soll, da sowohl „Harnpol“ als exakte Bezeichnung als auch die Oberbegriffe „Glomerulum“ und „Nierenrinde“ als Lösung richtig wären.

Auch wenn das Beschriftungssystem in der Erstellung und in der Handhabung relativ aufwendig ist, erscheint es, im Gegensatz zum Lernprogramm (siehe 3.4), für den Atlas sinnvoll. Das Buchstabensystem wurde deshalb gewählt, damit, wie dies bei der alternativen Zahlenbeschriftung möglich wäre, keine Mißverständnisse im Zusammenhang mit der hierarchischen Numerierung der Krankheit aufkommen. Die Abfolge der Pfeile korreliert weitgehend mit der Beschriftungsfolge im Text. Auf die Möglichkeit, die Legende auszublenden, wurde verzichtet, da dies eine unzulässige Weiterverbreitung von Bildern stark vereinfachen würde. Darüber hinaus wurde darauf geachtet, so wenig Strukturen wie möglich zu verdecken. Da ein punktuell-elles Ein- und Ausblenden von Bildbeschriftungen für eine Wissensüberprüfung nicht realisiert wurde, war es notwendig, als Ersatz dafür ein eigenes Modul zu erstellen, mit dem auf didaktisch abwechslungsreiche Weise Testate durchgeführt werden können, die von den Atlasvorgaben unabhängig sind (siehe 3.4.3).

Programmiertechnische Probleme entstanden vor allem in der punktgenauen Positionierung der Pfeile bei verschiedenen Bildschirmauflösungen und in der schnellen Erstellung bzw. Veränderung von Beschriftungen.

3.3.3.4 Färbung

Wenn ein Präparat gefärbt ist, wird zwischen den Registertaschen und dem Textfeld die Färbemethode eingeblendet (siehe Abb. 7). Gibt es zu diesem Verfahren eine Erläuterung, so kann diese durch einen Klick auf dieses Feld oder durch  direkt aufgerufen werden (siehe 3.3.8). Die Anordnung der Bilder wurde meist so gewählt, daß die Bildausschnitte, die sich nur in der Färbung unterscheiden, in der Bildsequenz direkt aufeinander folgen, so daß durch die abwechselnde Betrachtung ein Vergleich zwischen beiden Abbildungen möglich ist.

3.3.3.5 Aktionswörter

MicroPat enthält Begriffe, sogenannte Aktionswörter, die auf andere Elemente des Hyperspace verweisen. Diese Aktionswörter sind in die erklärenden Texte integriert und blau hervorgehoben (siehe Abb. 11). Man unterscheidet zwei Typen von Aktionswörtern:

- Aktionswörter, die auf eine Berührung mit dem Mauszeiger sensibel sind. Bei der Berührung wird eine passende Begriffsbestimmung aus dem Glossar eingeblendet; ein zeitraubendes Aufsuchen der Schlagwörter entfällt bei dieser Methode. Um eine unnötige Komplexität zu vermeiden, wurde darauf verzichtet, Aktionswörter in die Erklärungstexte einzufügen. Statt dessen wurde versucht, die Texte so zu vereinfachen, daß keine weiteren Erklärungen notwendig sind.
- Aktionswörter, die durch einen nach oben weisenden Pfeil (↑) charakterisiert sind, der dem Aktionswort folgt. Hierbei handelt es sich um einen „normalen“ Hyperlink. Diese Verzweigung dient nicht der Begriffserklärung, sondern verweist auf eine andere Abbildung oder eine andere Krankheit, die mit der gerade aufgerufenen Erkrankung in Zusammenhang steht. Der Aufruf erfolgt per Mausklick. Die sensitiven Verweise beziehen sich aber nur auf Krankheiten, die in das Programm aufgenommen worden sind. Das schnelle Hin- und Herspringen zwischen verschiedenen Bereichen ist für den problemorientierten Lerner eine gute Möglichkeit, aus dem streng systematisierten Lehrbuchansatz auszubrechen.

Die vorgestellten Programmelemente der Aktionswörter findet man mittlerweile in vielen multimedialen Programmen, da sie durch die direkte Verknüpfung von Informationen einen schnellen und intuitiven Zugriff erlauben.

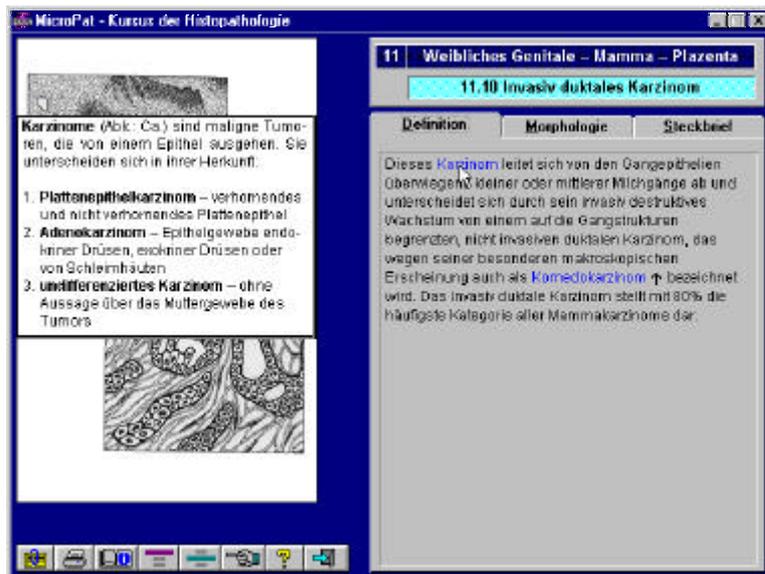


Abb. 11: Aktionswörter in MicroPat

3.3.3.6 Navigation – Zoomeffekt

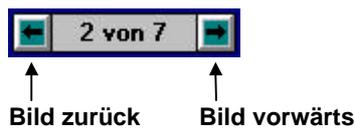


Abb. 12: Leiste für die Navigation innerhalb einer Krankheit

Die Navigation innerhalb eines Hypertextes ist ein zentrales Element, das wesentlich zur Qualität eines Programmes beiträgt. Sie muß didaktisch und inhaltlich zu den nächsten oder benachbarten Lernschritten führen und schnell, einfach und flexibel zu handhaben sein. Bei MicroPat gibt es innerhalb einer Krankheit folgende Navigationsinstrumente:

- Aktionswörter (siehe 3.3.3.5), die das direkte Anspringen eines Bildes erlauben.
- Navigationssysteme (siehe Abb. 12) mit mehreren Funktionen:
 - Der Button „Bild vorwärts“ /  ruft das in der numerischen Reihenfolge nächste Bild auf. Ist die maximale Anzahl der Bilder erreicht, gelangt man wieder zum ersten Bild.
 - Der Button „Bild zurück“ /  ermöglicht das schrittweise Aufrufen der betrachteten Bilder in der umgekehrten Reihenfolge.
 - Das Feld zwischen diesen beiden Knöpfen gibt an, welches Bild der maximalen Bildanzahl gerade vom Nutzer angesehen wird. Klickt man mit der linken Maustaste oder drückt man wahlweise , wird eine Übersicht über das gesamte Bildmaterial eingeblendet (siehe 3.3.3.7), die zur Navigation verwendet werden kann. Ein rechter Mausklick oder alternativ die -Taste des Ziffernblocks führt den Benutzer zu einem sogenannten Alternativbild. Dies ist eine Bezeichnung für Bilder, die nicht direkt über die Zoomfunktion ausgewählt werden können, da sie z. B. makroskopische, anders gefärbte, anders belichtete Bilder darstellen oder Ausschnitte von Präparaten zeigen, die keinem anderen Bild zuzuordnen sind. Eine Liste derartiger Bilder gibt es für jede einzelne Krankheit.

- Viele Präparate sind von PROFESSOR SCHAEFER so photographiert worden, daß die Bilder Ausschnitte aus anderen Bildern sind. Dieser Effekt wird in diesem Programm als Zoomeffekt bezeichnet. Es handelt sich hierbei jedoch nicht um eine Vergrößerung eines bestehenden Bildes, sondern um ein neues Bild, das optisch vergrößert aufgenommen wurde. So wird vom Programmautor zwar vorgegeben, welche Ausschnitte vergrößert zu sehen sind, aber die gezoomten Bilder behalten dieselbe Qualität der Auflösung bei, da nicht einfach einige Punkte vergrößert dargestellt werden. Auf diese Weise ist es möglich, Schwerpunkte für das pathologische Verständnis zu setzen. Die Ausschnitte, die im Bild durch schwarze, rechteckige Rahmen gekennzeichnet sind, können angeklickt werden können und führen so zur vergrößerten Abbildung (siehe Abb. 13).

Neben diesen Navigationsmöglichkeiten innerhalb einer Krankheit gibt es auch die Steuerungselemente der Standard-Kontrolleiste (siehe 3.3.3.8).

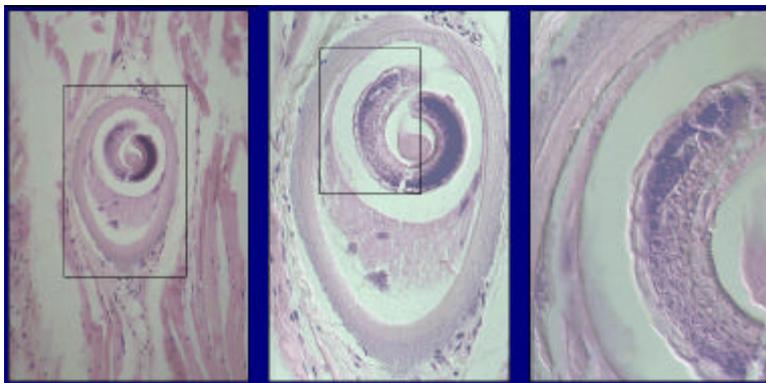


Abb. 13: Beispielhafte Zoomsequenz der Krankheit „Trichinose“

3.3.3.7 Bildübersicht – vergleichende Bildvorschau

Seite	Vordergrund	Hintergrund	Funktion
1	Schaltflächen	Standardkonsole	Verwaltung der Bildvorschau-Datei
2	Schaltflächen	Rechtecke	Musterseite
3	Schaltflächen, Bilder, Nummern		Bildvorschau für n verschiedene Erkrankungen
...			
n + 1	Textfelder, Rahmen		Formular für die vergleichende Bildvorschau

Tab. 8: Dateistruktur der Bildvorschau-Dateien

Klickt man mit der linken Maustaste auf das Feld zwischen den Knöpfen „Bild zurück“ und „Bild vor“ oder drückt man , wird ein Fenster aufgerufen, das sämtliche Abbildungen einer Krankheit verkleinert wiedergibt (siehe Abb. 14). Mit den Cursortasten oder mit der Maus kann dann ein Bild markiert werden. Durch Drücken von oder per Doppelklick wird die markierte Seite aufgerufen. Die Kombination mit Mausclick bzw. das Drücken der Leertaste öffnet ein weiteres Fenster, das die vollständige Morphologie des selektierten Bildes se-

parat anzeigt (siehe Abb. 14). Diese Option ermöglicht das gleichzeitige Betrachten und Vergleichen von zwei verschiedenen Bildern in unterschiedlichen Fenstern. Die Daten der Bildübersicht wurden zu Organsystemdateien zusammengefaßt, deren Struktur die Tabelle 8 veranschaulicht.

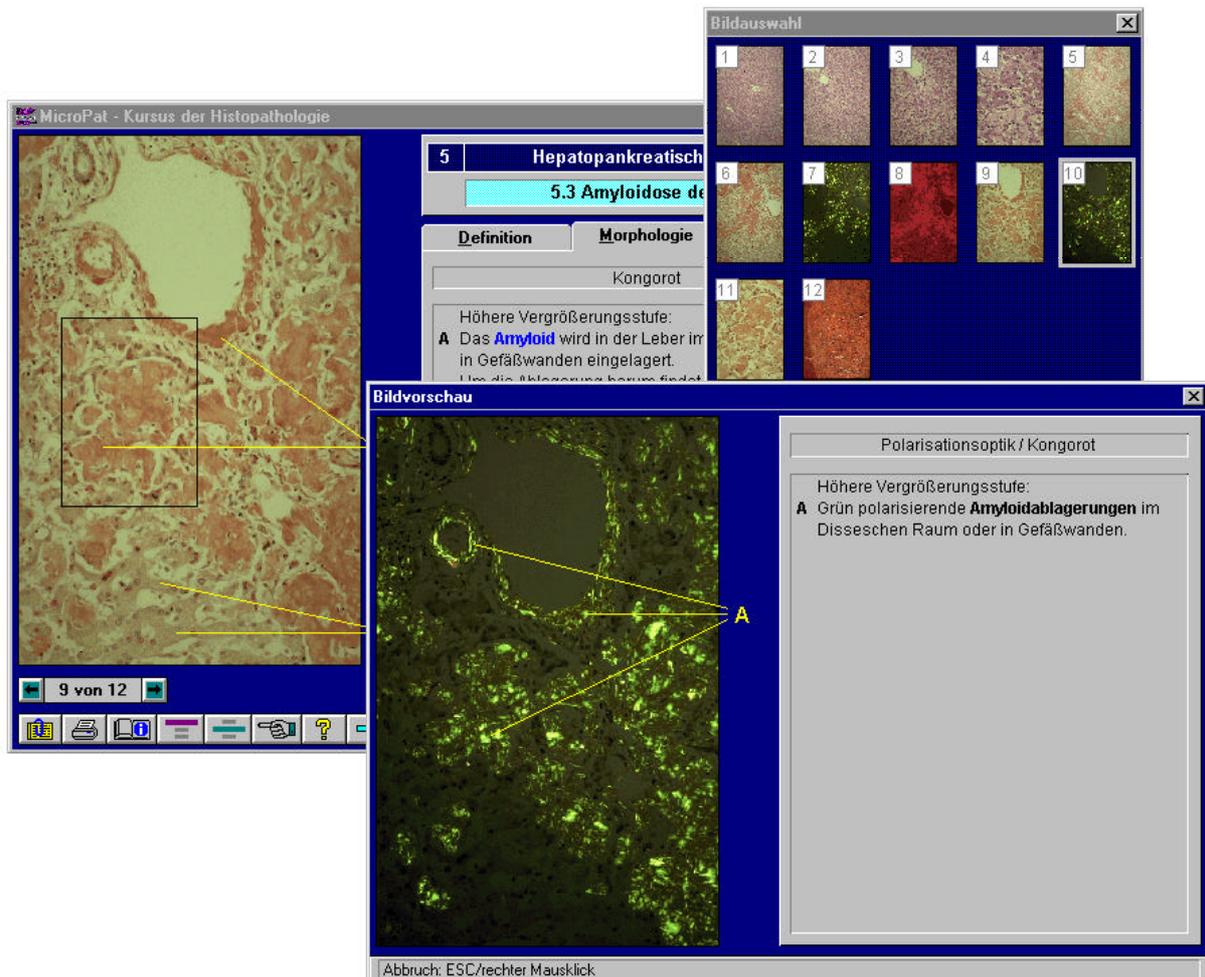


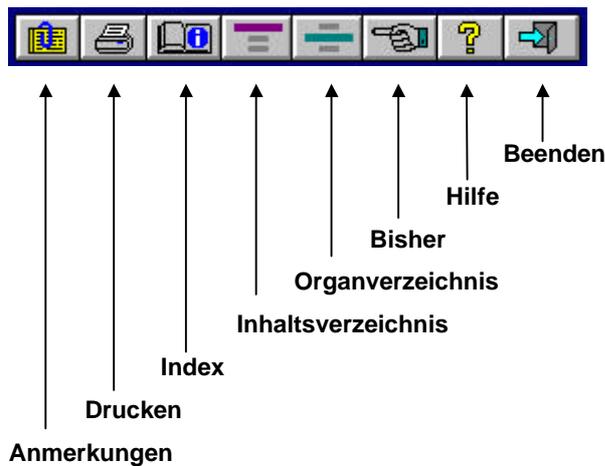
Abb. 14: Bildvorschau-Funktion von MicroPat

3.3.3.8 Bedienelemente – Tastatursteuerung

Jede Seite des Programms enthält mit Ausnahme einiger Varianten eine standardisierte Konsole am unteren Bildschirmrand (siehe Abb. 15).

- Symbol „Anmerkungen“ / : Diese Funktion erlaubt das Anbringen eigener Notizen zu einer Krankheit (siehe 3.3.4).
- Symbol „Drucken“ / : Der gesamte Bildschirm und die Texte einer Krankheit können ausgedruckt werden (siehe 3.3.6).
- Symbol „Index“ / : Der Zugriff auf Krankheiten kann über ein ausführliches Schlagwortverzeichnis erfolgen (siehe 3.3.5).
- Symbol „Inhaltsverzeichnis“ / : Diese Funktion springt das Inhaltsverzeichnis, erkennbar am lilafarbenen Balken, direkt an (siehe 3.3.1).

- Symbol „**Organverzeichnis**“ / : Diese Funktion springt das Organverzeichnis, erkennbar am grünfarbenen Balken, direkt an (siehe 3.3.2).
- Symbol „**Bisher**“ / : Die Reihenfolge aller Seitenaufrufe wird aufgezeichnet (history list). Durch Aufruf dieser Funktion kann der Nutzer entweder zum jeweils letzten Verzeichnis oder zur jeweils letzten Krankheit zurückkehren.
- Symbol „**Hilfe**“ / : Die Hilfefunktion bietet kontextsensitiv Erläuterungen zum Atlas (siehe 3.3.7).
- Symbol „**Beenden**“ / : Das Programm kann mit dieser Funktion direkt nach einer Bestätigung beendet werden.



Anmerkungen

Abb. 15: Standardisierte Steuerungskonsole

Die charakteristischen Bilder für die einzelnen Funktionen orientieren sich entweder an standardisierten Icons handelsüblicher Programme oder wurden, sofern ein Standard nicht bestand, neu erstellt. MicroPat ist primär über die Maus, aber auch weitgehend mit der Tastatur bedienbar. Die Steuerungsmöglichkeiten orientieren sich an den gängigen GUI-Standards [141] [158]. Die Fokussierung von Schaltflächen erfolgt in der Regel mit den Cursorstasten bzw. über  und . Textschaltflächen werden über  und den entsprechenden unterstrichenen Buchstaben aufgerufen.  oder Leertaste bzw. ein einfacher Mausklick mit der linken Taste führen meistens die gewählte Aktion aus. Das Fenstermanagement ist an den Standards von Microsoft Windows orientiert.

3.3.4 Anmerkungen

In MicroPat besitzt der Nutzer die Möglichkeit, eigene Anmerkungen zu den unterschiedlichen Krankheiten zu verfassen. Dies können z. B. wissenschaftliche Ergänzungen, prüfungstechnische Anmerkungen, aber auch bei zentral installierten Anwendungen Fragen an den Dozenten sein. Im Sinne der Fortschreibungsfähigkeit eines Systems stellt diese Funktion auch eine Möglichkeit dar, z. B. Ergänzungen oder Korrekturen an den Anwender weiterzugeben, ohne dabei programmiertechnische Änderungen vornehmen zu müssen. Ist bereits eine Notiz vorhanden, wird dies durch das sensitive Notizsymbol neben der Bezeichnung der Krankheit angezeigt (siehe Abb. 16). Die Editierbarkeit kann im Setup-Programm eingeschränkt werden.

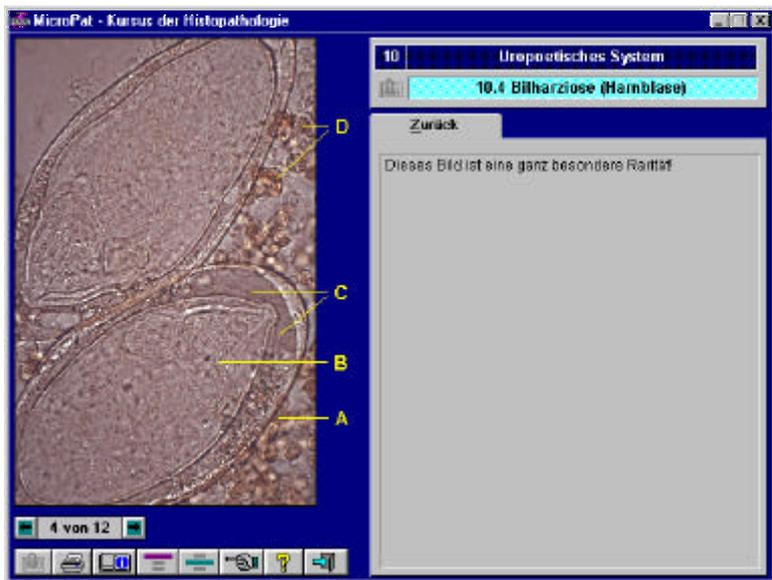


Abb. 16: Anmerkungen in MicroPat

Das entsprechende Textfeld wird durch Drücken des Notizbuttons oder durch  aufgerufen. Nach dem Bearbeiten wird die Anmerkung durch das Schließen des Textfeldes mit „Zurück“ oder mit  gespeichert. Die Verwaltung der Notizen erfolgt automatisch, indem im Notizpfad eine Textdatei mit dem Namen der Krankheit und der Erweiterung NOT angelegt wird. Falls die Bearbeitung der Anmerkungen nicht möglich ist, erfolgt die Bedienung auf dieselbe Weise, allerdings mit dem Unterschied, daß die Dateien auf dem Datenträger nicht verändert werden können.

3.3.5 Index (Schlagwortverzeichnis)

Der Vorteil eines elektronischen Atlanten der Histopathologie gegenüber einem Histopathologie-Buch ist unter anderem das schnelle Auffinden von Informationen über eine Suchfunktion. Deshalb wurde in MicroPat ein Schlagwortverzeichnis (siehe Abb. 17) integriert, das mit dem Indexsymbol bzw.  aufgerufen werden kann.

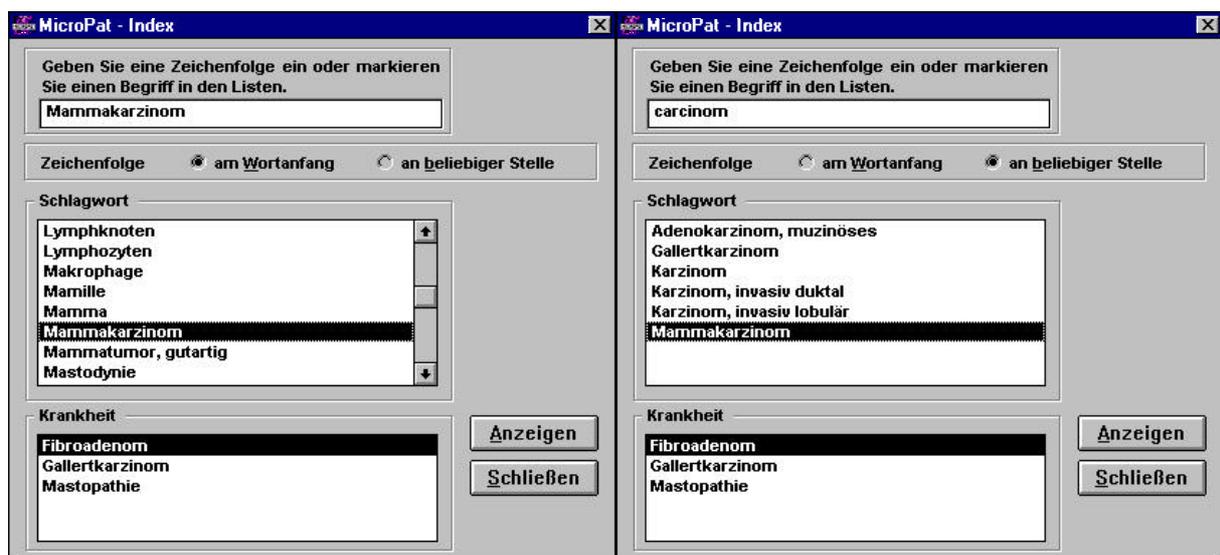


Abb. 17: Demonstration der Schlagwortsuchfunktion in MicroPat

Der Index ist in Layout und Funktion an der entsprechenden Microsoft Windows-Funktion orientiert, um Gewöhnungsprobleme für den Benutzer zu vermeiden. Ein Begriff kann in der alphabetisch sortierten Schlagwortliste über die Eingabe einer Zeichenfolge oder mit der Scrollfunktion gesucht werden. Ist der gesuchte Begriff nicht identisch mit dem Wortanfang, besteht die Option, mindestens zwei Zeichen aus dem Wortinnern einzugeben. Dies ist gerade in der Medizin aufgrund der großen Anzahl von Synonymen und unterschiedlichen Schreibweisen [53] eine sehr hilfreiche Option; eine solche Retrievalmethode bezeichnet man als n-Gramm-Technik. MicroPat bietet darüber hinaus die Besonderheit, bei der Schlagwortsuche an beliebiger Stelle weitgehend fehlertolerant zu sein; so macht das Programm z. B. bei der Suche keinen Unterschied zwischen „Ulcus“ und „Ulkus“, „Karzinom“ und „Carcinom“ oder „Ödem“ und „Oedem“. Dieser Funktion liegt eine orthographische und phonetische Standardisierung der Indexeinträge zugrunde. Zum gefundenen Schlagwort wird automatisch im Feld „Krankheit“ eine Liste von Krankheiten eingeblendet, die mit diesem Schlagwort verknüpft sind.

Die Schlagwortlisten wurden weitgehend automatisiert erstellt, wobei Stoppwörter nicht berücksichtigt wurden. Mit Hilfe von Microsoft Access (siehe 2.4.4) wurden die gewonnenen Daten dann nach besonderen Kriterien weiterverarbeitet. So wurde bei der Aufnahme in den Index darauf geachtet, daß jedes Schlagwort auf seine Relevanz überprüft und nur einmal pro Krankheit berücksichtigt wird. Jedes Schlagwort kommt nur in seiner Zitierform [81] vor. Zur Verwendung der Wörterlisten in MicroPat liegen die Daten als dBASE III-Datenbanken vor; die Trennung der Indexdaten in eine Schlagwortdatei und eine Datei mit den Link-Referenzen trägt zur Optimierung der Indexfunktion bei.

Der Aufruf von gefundenen Einträgen erfolgt mit sehr kurzen Suchzeiten durch die Eingabe von , durch Doppelklick auf die entsprechenden Feldeinträge oder durch Drücken des Buttons „Anzeigen“.

Eine Freitextsuche und Volltextsuche wurden aus folgenden Gründen nicht verwirklicht:

- Mit ToolBook ist eine optimale Freitextsuche wegen der Buch-, Seiten und Feldarchitektur schwer zu realisieren. Das Autorensystem ToolBook bietet in der Multimedia-Version, die bei der Entwicklung von MicroPat nicht benötigt wurde, eine Volltextrecherche an. Es werden dabei nur Routinen für ein komfortables Suchen in einer Datenbank angeboten, die jedoch zuvor manuell aufgebaut werden müßte [7] [19].
- Eine Abgrenzung der zu durchsuchenden Textbereiche erscheint schwierig.
- Wegen der Überschaubarkeit des Programms und der Möglichkeit einer guten Schlagwortsuche ist eine Freitextsuche nicht zwingend notwendig.

3.3.6 Drucken

Über das Symbol „Drucken“ bzw.  ist der Ausdruck des Bildschirminhalts oder verschiedener Texte der Krankheit auf dem Windows-Standarddrucker möglich (siehe Abb. 18).

Da es an vielen Universitäten oft keine offiziellen Skripten für den histopathologischen Kurs gibt, kann unter Umständen ein Ausdruck der entsprechenden Texte als Skriptum dienen. Damit ließe sich möglicherweise die Vorlesung zum Kurs „Allgemeine Pathologie“ effektiver gestalten, da man als Student den Ausführungen und Demonstrationen des Dozenten besser folgen kann, wenn man nicht damit beschäftigt ist, die Lerninhalte selbst auf Papier zu bringen, sondern eine Studienvorlage vor sich hat. Andere lerntheoretische Effekte, wie z. B. das intensivere Verständnis durch das vermehrte Mitprotokollieren von Vorlesungsinhalten [87], werden nicht beeinflusst, da die Verwendung eines Skriptums dem Studenten nicht vorgeschrieben

wird, sondern als Angebot zu verstehen ist. Der Student sollte je nach Lerntyp auf das Angebot von Lernmedien zurückgreifen.

7. Lokomotorisches System

7.5 Trichinose

DEFINITION

Syn.: Trichinellose, Trichinelliasis; Trichinenbefall von Muskulatur; Wurmerkrankung des Menschen durch den zu den Nematoden zählenden Erreger *Trichinella spiralis* infolge des Verzehrs von nicht ausreichend erhitztem Fleisch trichinöser Tiere.

STECKBRIEF

- Vorkommen in Skelettmuskulatur.
- Spiralig zusammengerollte Trichinellen.
- Hyaline Kapsel.
- Leere Larvenkapsel.
- Verkalkte Larvenreste.
- Leukozyteninfiltration um Larvenkapsel.



Abb. 18: Drucken in MicroPat

3.3.7 Hilfe

Die Hilfefunktion in MicroPat besteht aus aktiven und passiven Komponenten [6]:

- Die kontextsensitive Hilfefunktion wird mit dem Hilfesymbol bzw.  aktiviert und präsentiert eine verkleinerte Seite des Inhaltsverzeichnisses, eines Organverzeichnisses oder einer Krankheitsbeschreibung. Sämtliche Elemente des Bildschirms sind sensitiv, so daß durch Berühren eines Bereiches mit der Maus eine kurze Erläuterung angezeigt wird. Der Button „Zurück“ bzw.  beendet die Hilfefunktion.
- Berührt man die Schaltflächen der Bedienungskonsole oder das Färbungsfeld, wird abhängig von den Konfigurationseinstellungen eine Kurzhilfe in Form von Tooltips [158] eingeblendet (siehe Abb. 19). Tooltips sind kleine gelbe Felder, die einen Hilfetext und, falls verfügbar, die entsprechende Tastenkombination anzeigen. Das Aussehen dieser Kurzhilfe orientiert sich an handelsüblichen Programmen.



Abb. 19: Tooltip

3.3.8 Färbungen

MicroPat enthält ein zusätzliches Kapitel über gebräuchliche Färbungen in der Histopathologie (siehe Abb. 20). Der Aufruf erfolgt aus dem Inhaltsverzeichnis (siehe Abb. 4) oder direkt aus der Krankheit (siehe Abb. 7) heraus. Die Erklärungen der Färbemethoden umfassen Beispielformen und eine spezielle Übersicht zur Differenzierung unterschiedlich gefärbter Gewebestrukturen. Der Button „Zurück“ bzw.  beendet diese Funktion.

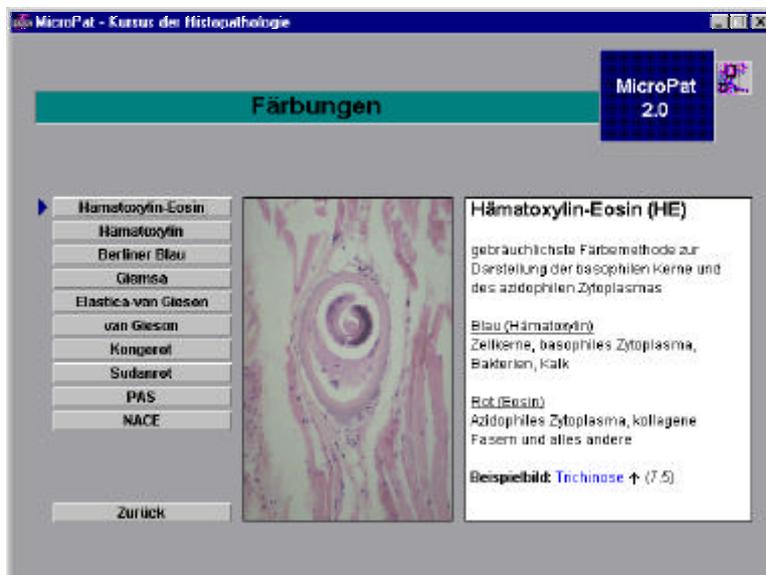


Abb. 20: Auszug aus dem Kapitel „Färbungen“

Das Kapitel „Färbungen“ erklärt die gebräuchlichsten Färbungen, wie z. B. Hämatoxylin-Eosin (HE), van Gieson (vG), Elastica-van Gieson (EvG), Berliner Blau, PAS, Giemsa oder Sudanrot. Darüber hinaus wurden besondere Färbungen aufgenommen, wie z. B. Naphtol-AS-D-Chlorazetatesterase (NACE), Saure Phosphatase, Alkalische Phosphatase, Orcein oder, stellvertretend für immunhistochemische Techniken, Chromogranin oder S-100. Wegen der Verwendung besonderer Belichtungs- und Aufnahmetechniken, wie die Ultraviolettanregung, die Polarisationsoptik oder das Differential-Interferenz-Kontrast (DIK)-Verfahren, erreichen manche Bilder eine verstärkte Aussagekraft. Bei den Bildern von MicroPat kommen insgesamt über 50 verschiedene Nachweistekniken zur Anwendung.

3.3.9 Exemplarisch vollständige Präsentation einer Krankheit

Die folgende Abbildung zeigt am Beispiel der „Struma colloidodes nodosa“ die vollständige Präsentation einer Krankheit in MicroPat.

Endokrines System
1.3 Struma colloidodes nodosa

Definition	Morphologie	Streckbild
Hämatoxylin-Eosin (HE)		

Unter einer Struma versteht man jede – wenn nicht ausdrücklich als maligne gekennzeichnet – gutartige Schilddrüsenvergrößerung. Die etwa 90% aller Schilddrüsenläsionen ausmachende Struma colloidodes resultiert in der Regel aus einem thyrotoxischen Jodmangel. Die damit verbundene thyrotoxische Hirneproduktion von Schilddrüsenhormon führt zu einer kompensatorischen **Hypertrophie** des Organs, an deren Zustandekommen vermehrt gebildet Thyrotoxisches Hormon das Hypophysenvorderlappen beteiligt ist.

Der sogenannte endemische Kropf kommt vorwiegend in Paganen mit Jodmangel des Trinkwassers (Aberl, ehemalige Gletscherregionen) vor.

Der außerhalb solcher Endemiegebiete auftretende sporadische Kropf kann auf einer hereditären Disposition beruhen.

Endokrines System
1.3 Struma colloidodes nodosa

Definition	Morphologie	Streckbild
Hämatoxylin-Eosin (HE)		

A Innerhalb von **Riesenzellen** können sich Tochterfollikel aus einer involvierten Epithelproliferation entwickeln. Solche Formationen werden auch als **Sandersonsche Polster** bezeichnet.

B Anstatt wird das als sich homogene Kolloid von **präparationsbedingten Spalten** durchzogen.

Endokrines System
1.3 Struma colloidodes nodosa

Definition	Morphologie	Streckbild
Hämatoxylin-Eosin (HE)		

A Außerhalb eines **Sandersonschen Polsters**.

B Die oberste Schicht eines tubulären **Follikelepithels**.

C Das von **Spalten** durchsetzte Kolloid des **Mesothelials** enthält

D einzelne **Erythrozyten**, die auf minimale hämorrhagische Episoden hinweisen.

E In Verbindung mit solchen regressiven Veränderungen treten **Makrophagen** auf, die unter anderem Erythrozyten und auch Kolloid phagozytieren können.

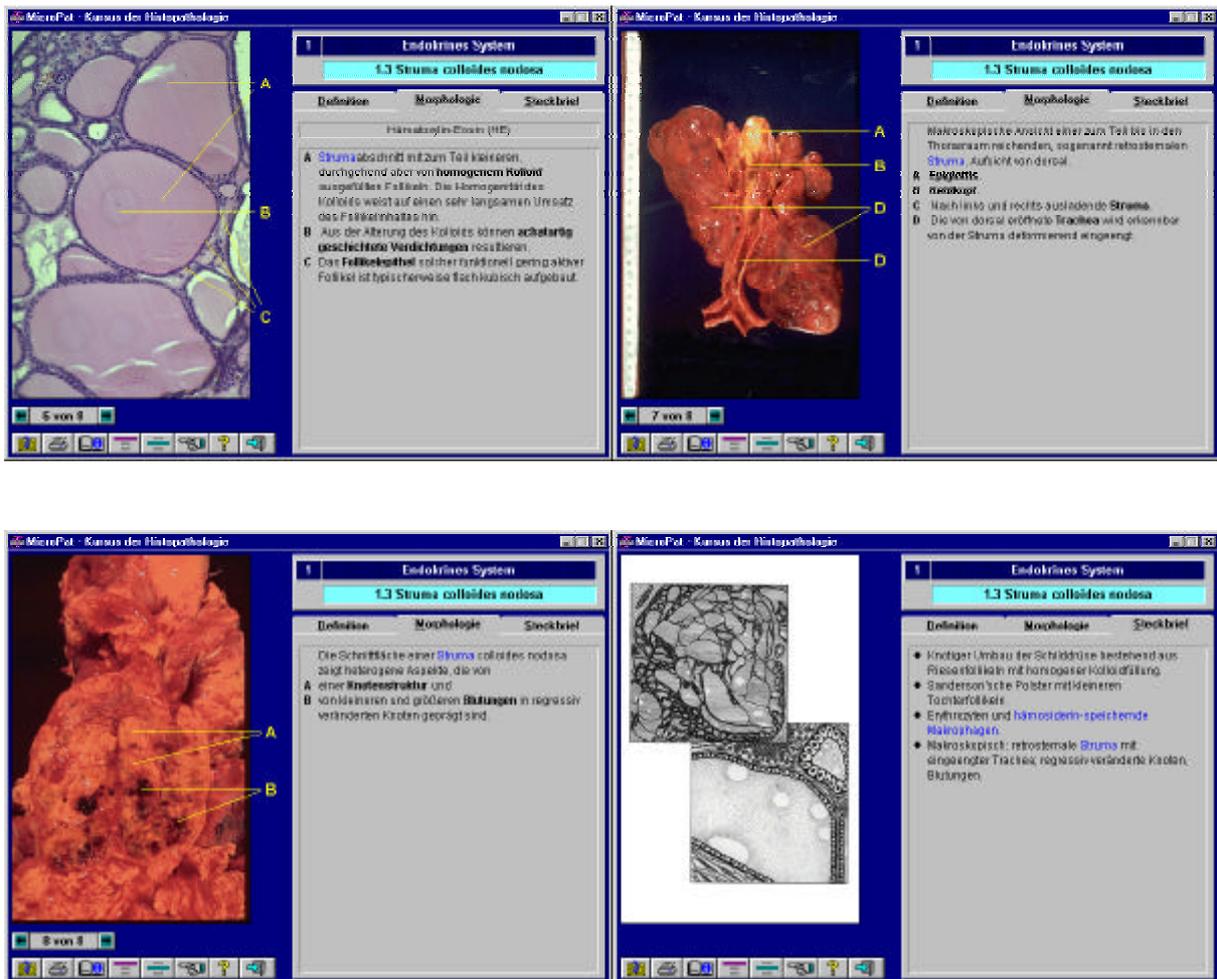


Abb. 21: Vollständige Präsentation einer Krankheit in MicroPat am Beispiel der Krankheit „Struma colloidale nodosa“

3.4 Integriertes Lernsystem

3.4.1 Dateiorganisation – Programmierung

Mit dem histopathologischen Atlas wurde ein System geschaffen, das dem sogenannten **exploratorischen Lernen** [26] zugeordnet werden kann. Darunter versteht man ein Lernmodell, bei dem der Benutzer durch einen Informationspool frei navigieren kann, ohne sich auf einem geführten Pfad bewegen zu müssen. Dies bietet z. B. den Vorteil, Lernfortschritt, Lerntempo oder Art und Umfang von Themenbereichen eigenständig festzulegen. Eine Gefahr besteht darin, im sogenannten Hyperspace verloren zu gehen oder Relevanz und Vollständigkeit des Lernstoffs nicht richtig beurteilen zu können. Da die Hierarchie des Programms und sein Gliederungsprinzip überschaubar sind, treffen derartige Probleme auf den vorliegenden Atlas kaum zu.

Das sogenannte **expositorische Lernen**, das durch strenge Vorgaben für den Lerner in Form von sogenannten „guided tours“ [150] gekennzeichnet ist, zu integrieren, war aus folgenden Gründen dennoch sinnvoll:

- Beide Lernformen, das exploratorische und das expositorische Lernen, werden im Programm berücksichtigt und ermöglichen dem Nutzer individuelles Lernen je nach Lerntypus. Gerade für den Anfänger ist ein komplexer Hypertext mit vielen Schwierigkeiten verbunden [47].
- Die vorhandenen Textdaten aus dem Atlas können beliebig erweitert und neu kombiniert werden. Für den Lehrenden besteht die Möglichkeit einer individuellen Schwerpunktbildung in der Wissensvermittlung, und der Lernende kann die Sequenzen beliebig oft durcharbeiten [109].
- Das System ermöglicht es, vorgegebene Inhalte auf der Basis des Bildmaterials unabhängig vom Entwickler des Programms fortzuschreiben [97]. Lernermodule und tutorielle Module sind Bestandteile von intelligenten tutoriellen Systemen [56].
- Wissen kann mit Hilfe einer Testatfunktion in eine überprüfbare Form übertragen werden.

Die ToolBook-Datei für das Lernprogramm greift bei ihren Aktionen auf Texte und Bilder des Atlanten oder auf Dateien zurück, die die Daten der Lernpfade verwalten. Diese Komponente von MicroPat ist als Funktionseinheit vom Rest des Programmes losgelöst und stellt nur eine Datenschnittstelle dar. Daneben besitzt die Datei eine besondere interne Struktur (siehe Tab. 9).

Das integrierte Lernsystem wird aus dem Inhaltsverzeichnis aufgerufen und meldet sich mit einer Liste vorhandener Lernpfade (siehe Abb. 22). Von diesem Knotenpunkt ausgehend kann der Benutzer entscheiden, ob er eine Lerneinheit absolvieren (siehe 3.4.2) oder selbst erstellen (3.4.4) will.

Seite	Vordergrund	Hintergrund	Funktion
1	Überschrift, Schaltflächen, Textfelder	Schaltflächen	Inhaltsverzeichnis Lernprogramm
2	Überschrift, Schaltflächen, Textfelder		Startmenü der Testatfunktion
3	Felder, Rahmen, Schaltflächen		Neue Seite anlegen
4	Felder, Rahmen, Schaltflächen		Lernpfad neu anlegen, umbenennen
5	Felder, Rahmen, Schaltflächen		Kapitel zur Vertiefung auswählen
6	Felder, Rahmen, Schaltflächen		Bild / Text übernehmen
7	Felder, Rahmen, Schaltflächen		Ergebnismitteilung der Lösung
8	Pfeil		Pfeilmuster
9	Seitenüberschrift, (Bild, Text)	Textfelder, Schaltflächen	Musterseite „Text mit Bild“
10	Seitenüberschrift, (Text)	Textfelder, Schaltflächen	Musterseite „Text ohne Bild“
11	Seitenüberschrift, (Bild, Text)	Textfelder, Schaltflächen	Musterseite „Multiple-Choice-Frage mit Bild“
12	Seitenüberschrift, (Text)	Textfelder, Schaltflächen	Musterseite „Multiple-Choice-Frage ohne Bild“

Tab. 9: Dateistruktur der Lernprogramm-Dateien



Abb. 22: Inhaltsverzeichnis Lernprogramm

3.4.2 Lerner

Das Lernsystem ist unterteilt in einen Browser für den Benutzer, dem die Inhalte der Lernpfade nur präsentiert werden (Lerner), und in eine Shell für Anwender, die an Lernpfaden auch Änderungen vornehmen können (Editor). Nach dem Aufruf des Lernsystems aus dem Inhaltsverzeichnis wird dem Lerner eine Liste mit Lernpfaden angeboten, die mit einem Doppelklick oder nach vorheriger Markierung aufgerufen werden können. Mit dem Symbol „Inhaltsverzeichnis“ bzw. kommt man zurück zum Inhaltsverzeichnis, das Editiersymbol bzw. ermöglicht die Bearbeitung der Lernpfade (siehe 3.4.4).

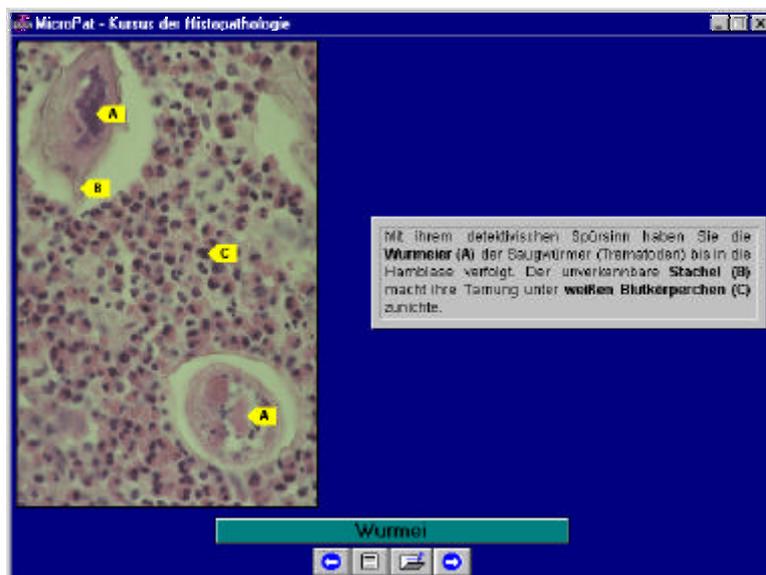


Abb. 23: Beispielseite aus dem Lernprogramm

Wenn man einen Lernpfad aufgerufen hat (siehe Abb. 23), betritt man eine linear angeordnete Sequenz von Texten und Fragen, die mit Bildern kombiniert ist (siehe Abb. 26). Mit der „Rückwärts“-Taste bzw. und „Vorwärts“-Taste bzw. kann man die Seiten nacheinander abarbeiten, ein Klick auf das Editiersymbol bzw. bietet die Bearbeitung der Lernpfade an,

und das Symbol „Beenden“ bzw.  beendet den Lernpfad. Multiple-Choice-Fragen werden durch Markieren der Auswahlmöglichkeiten A bis E beantwortet. Danach wird eine Meldung über die Richtigkeit der Lösung und das Gesamtergebnis aller bisher bearbeiteten Fragen ausgegeben. Fragen können auch übersprungen werden. Nach der Beantwortung der Aufgabe kann der Benutzer mit dem Notizsymbol oder  einen Kommentar zur Lösung ähnlich der Schwarzen Reihe [157] und Gelben Reihe [136] anfordern (siehe Abb. 24). Sollte diese Erklärung nicht ausreichen, kann mit dem Button „Kapitel vertiefen“ eine entsprechende Stelle im Atlas von MicroPat konsultiert werden, die in einem separaten Fenster eingeblendet wird. Am Ende eines Pfades gelangt man zurück in das Verzeichnis der verschiedenen Lernsequenzen.

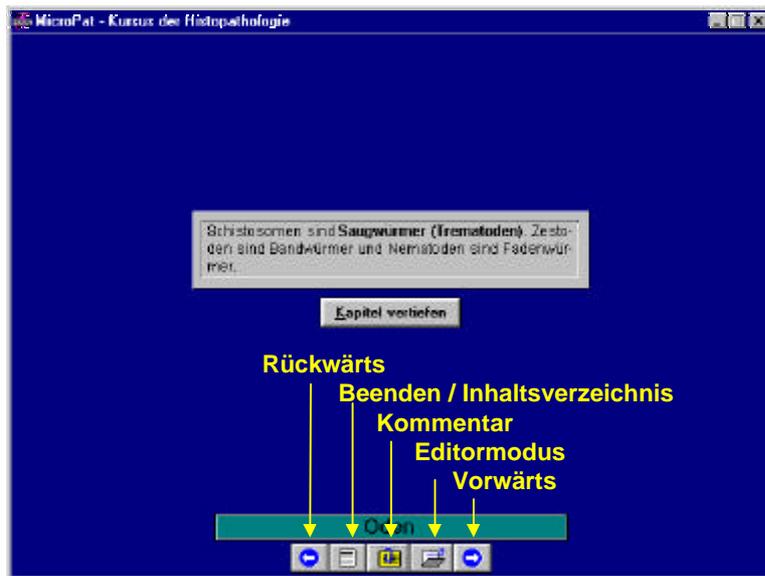


Abb. 24: Beispielkommentar und Lerner-Bedienungskonsolle aus dem Lernprogramm

3.4.3 Testat

Über das Lernsystem hat der Anwender die Möglichkeit, aus dem vorhandenen Fragenpool zufallsgesteuert sein Wissen zu überprüfen. Die Testatfunktion wird über das Inhaltsverzeichnis angesteuert und meldet sich mit einer Auflistung aller vorhandenen Lernpfade (siehe Abb. 25). Hinter den Bezeichnungen für die Lernpfade verbergen sich jedoch nicht alle Komponenten einer solchen Sequenz, sondern nur die möglicherweise enthaltenen Fragen. Der Benutzer wählt die gewünschten Themenbereiche aus oder markiert „Alle Themen“ und startet das Quiz mit dem Symbol „Testat beginnen“ oder . Mit dem Button „Inhaltsverzeichnis“ bzw.  geht es zurück zum Inhaltsverzeichnis.

Die Fragen werden randomisiert angezeigt. Die Lösung wird eingegeben, indem man den Lösungsbuchstaben markiert. Nach der Anzeige des Ergebnisses kann der Anwender mit dem Notizsymbol oder  einen Kommentar, ähnlich dem Prinzip in der Schwarzen oder Gelben Reihe, aufrufen. Ist diese Zusatz Erläuterung nicht ausreichend, kann man noch entsprechende Kapitel im Atlas mit „Kapitel vertiefen“ nachschlagen. Mit der „Vorwärts“-Taste bzw.  gelangt man zur nächsten Frage; ein Rücksprung zur vorherigen Frage oder das wiederholte Bearbeiten nicht gewußter Fragen ist nicht möglich. Wurde das Testat nicht mit der „Beenden“-Schaltfläche bzw.  unterbrochen, wird am Ende ein Gesamtergebnis eingeblendet. Danach gelangt man in das Verzeichnis mit den verschiedenen Testatthemen zurück.

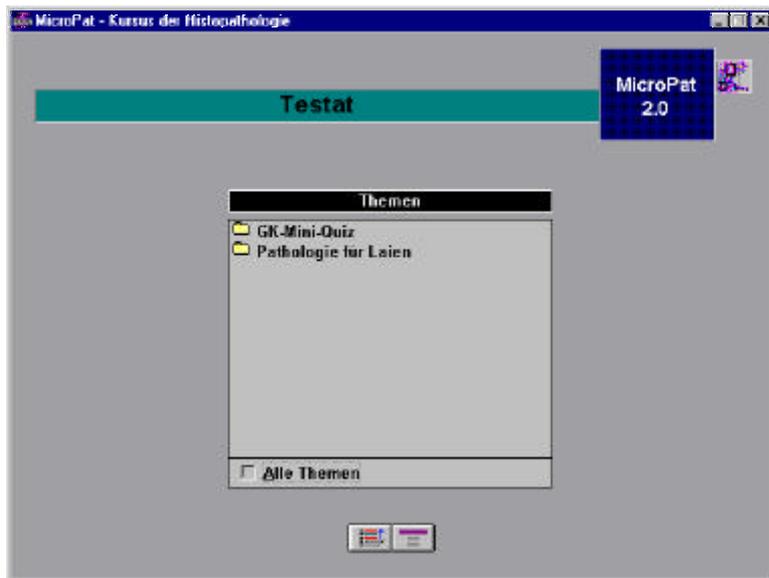


Abb. 25: Inhaltsverzeichnis der Testatfunktion

3.4.4 Editor

Mit MicroPat ist es dem Dozenten möglich, ohne spezielle Programmierkenntnisse eigene Lernpfade zu entwerfen. Die Qualität des „elektronischen Tutors“ [89] ist allerdings nur so gut, wie es das Drehbuch des Erstellers vorgibt. Da ein Lernpfad sehr schnell realisiert werden kann, kann man mehr Zeit für das Schreiben eines Drehbuches aufwenden; es soll keine „elektronische Blättermaschine“ [23] entstehen. Das Drehbuch besteht aus einer linearen Sequenz von verschiedenen Seitentypen: Text mit Bild, Text ohne Bild, Multiple-Choice-Frage mit Bild, Multiple-Choice-Frage ohne Bild. Darüber hinaus können bei Multiple-Choice-Fragen zur Vertiefung der Lerninhalte Kommentare und Kapitelverweise in den Atlas eingefügt werden (siehe Abb. 24).

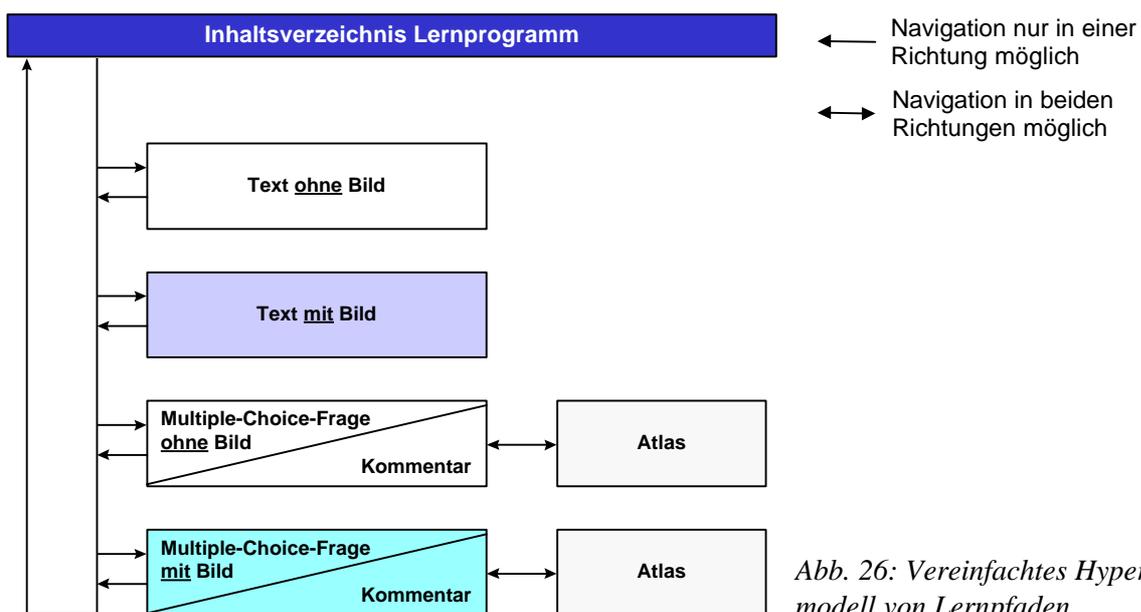


Abb. 26: Vereinfachtes Hypertextmodell von Lernpfaden

Eine lineare Seitenabfolge mit einzelnen Abzweigungen in Form von „Sackgassen“ erscheint sinnvoll, da es leichter wird, den Lernenden gezielt zu führen, ohne daß er sich im Hyperspace verliert. Darüber hinaus ist die Handhabung für den Ersteller einer Lernsequenz einfacher und überschaubarer, was besonders wichtig ist, weil mögliche Autoren aus dem Bereich der Medizin im Umgang mit Computern nicht besonders erfahren sind.

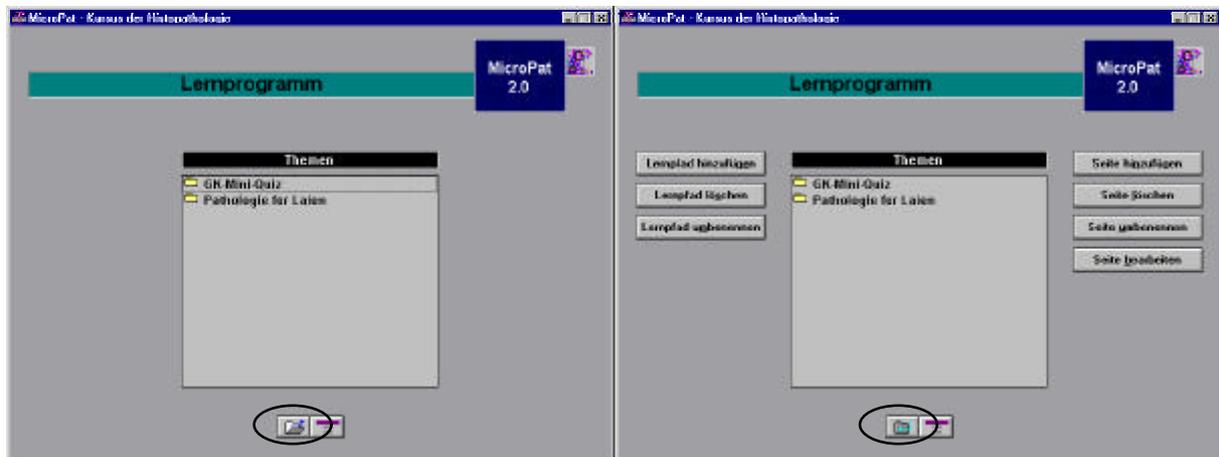


Abb. 27: Editorfunktion ein- und ausschalten

Die Funktionalität des Programms für den Editor soll anhand eines Anwendungsbeispiels dargestellt werden:

Nach dem Aufruf des Lernprogramms aus dem Inhaltsverzeichnis muß der Editor-Modus über die Schaltfläche „Editor“ bzw.  eingeschaltet werden; das Symbol „Editor“ bzw.  schaltet die Editierfunktion auch wieder aus. Im Editormodus erscheinen zwei Gruppen von Schaltflächen, einerseits um den Lernpfad, andererseits um die einzelnen Seiten im Lernpfad bearbeiten zu können (siehe Abb. 27). Die Editierfunktion kann nur dann aufgerufen werden, wenn der Systemadministratorzugriff im Setup-Programm aktiviert ist.

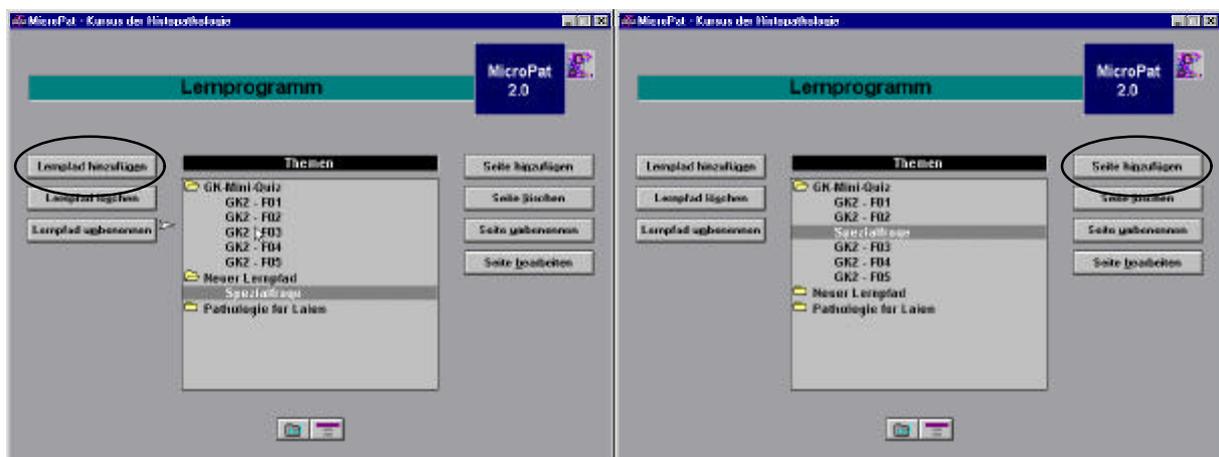


Abb. 28: Lernpfad und Seite hinzufügen

Zunächst einmal legt man mit „**Lernpfad hinzufügen**“ einen neuen Lernpfad an. Auf Anfrage (siehe Abb. 28) gibt man einen Namen ein, der daraufhin im Themenfeld erscheint. Danach erstellt man die erste Seite der Sequenz mit „**Seite hinzufügen**“. Aus der angebotenen Liste (siehe Abb. 28) wählt man z. B. „Multiple-Choice mit Bild“ und gibt einen Namen für die Seite an, der im Themenfeld eingerückt unter dem Pfadnamen erscheint. Enthält ein Lernpfad Seiteneinträge, ist er durch eine vorangestellte Aktenmappe gekennzeichnet. Mit einem Doppelklick bzw. kann eine geschlossene Aktenmappe geöffnet oder geschlossen werden, wobei die untergeordneten Seiten eines Pfades ein- und ausgeblendet werden (siehe Abb. 29). Wenn bei Bedarf andere Typen von Text- und Frageseiten erstellt werden, ist dies nicht so komplex, weil dabei weniger Programmfunktionen benötigt werden und man zudem dieselben Bedienungselemente benützt.

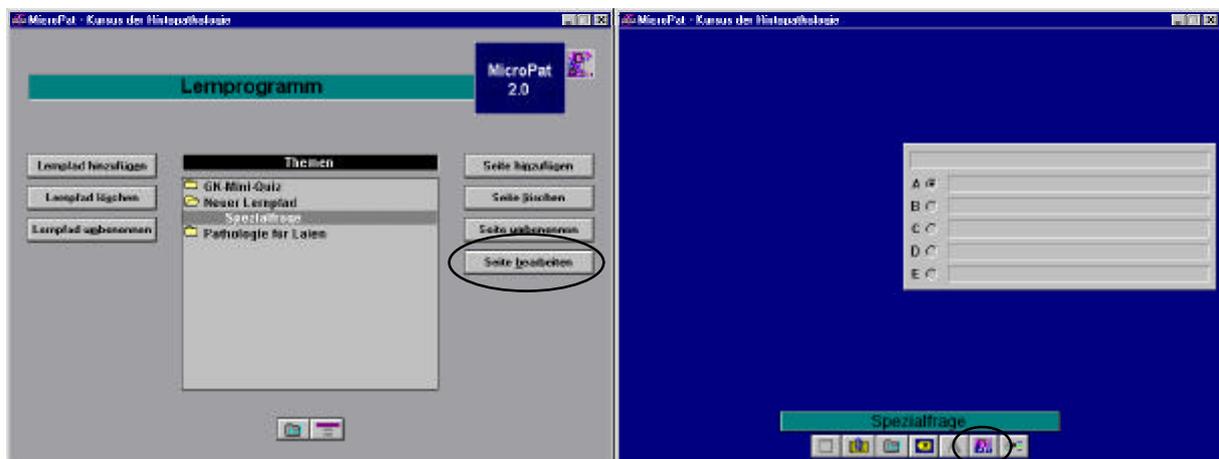


Abb. 29: Seite in einem Lernpfad bearbeiten

Jetzt folgt der zentrale Bearbeitungsschritt: Die gewünschte Seite wird markiert und mit einem Doppelklick bzw. , was dem Befehl „**Seite bearbeiten**“ entspricht, aufgerufen (siehe Abb. 29). Wenn die Seite noch nicht mit Inhalt gefüllt ist, wird dem Editor ein leeres Formular gezeigt (siehe Abb. 29). Zunächst wählt man sinnvollerweise ein Bild oder wahlweise einen Text aus dem Atlas mit dem Button „Import“ bzw. (siehe Abb. 30). In dem angezeigten Atlas-Fenster sucht man das gewünschte Bild über die bereits beschriebenen Navigationsfunktionen (siehe 3.3.3.6). Durch Drücken von wird man aufgefordert, das gewünschte Bild und / oder bestimmte Texte in die selbst erstellte Seite zu übernehmen (siehe Abb. 30), ein Abbruch der Auswahl erfolgt mit „Beenden“ bzw. . Danach kann man in den vorgesehenen Textfeldern vorhandene Texte verändern oder neue einfügen. Inhalte aus anderen Programmen können über die Zwischenablage von Microsoft Windows übernommen werden. Markierte Textabschnitte können über die Funktion „Font“ bzw. , eine Standardfunktion von Microsoft Windows, mit Schrift- und Farbattributen versehen werden (siehe Abb. 31). Bei der Texteingabe wird das Aussehen der entsprechenden Felder meist automatisch an die Größenverhältnisse der Seite angepaßt. Da dies aus programmiertechnischen Gründen in einigen Situationen nicht automatisch erfolgt, kann mit dem Button „Anordnen“ bzw. die Anpassung des Layouts manuell erzwungen werden (siehe Abb. 30). Um eine richtige Lösung zu definieren, markiert man den entsprechenden Lösungsbuchstaben (siehe Abb. 30).

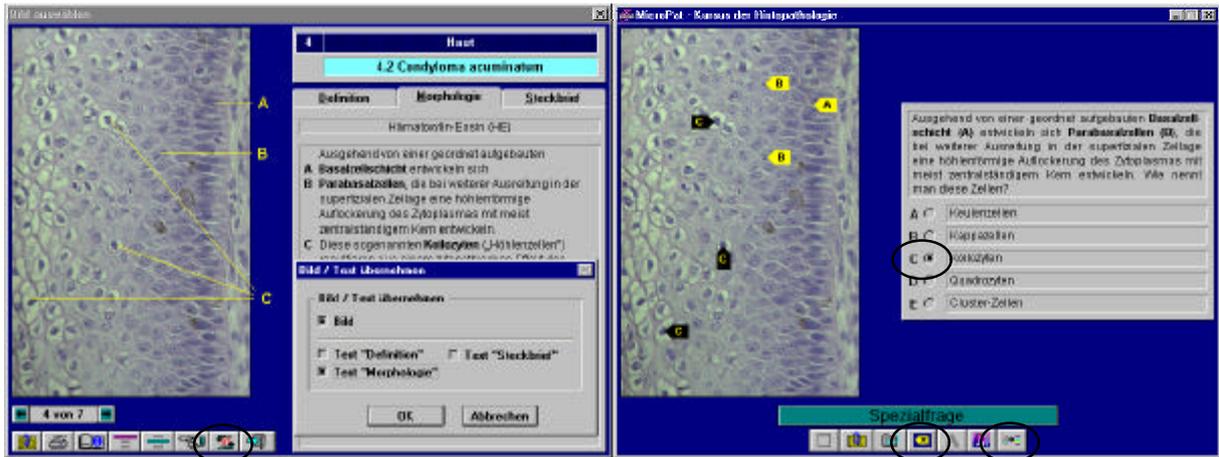


Abb. 30: Bild und Text importieren, Pfeilmarkierungen erzeugen, Lösung angeben, Seitenelemente anordnen

Die Kennzeichnung von morphologischen Strukturen in der Abbildung erfolgt durch Pfeile (siehe Abb. 30), die mit dem Pfeilsymbol bzw.  erzeugt werden. Mit gedrückter linker Maustaste können die Pfeile frei im Bild plaziert werden. Ein Druck auf die rechte Maustaste ändert den Erkennungsbuchstaben; möglich sind die Kennungen A bis J. Ein Druck auf  und linke Maustaste gleichzeitig rotiert den Pfeil in 90°-Schritten; ein Druck auf  und rechte Maustaste gleichzeitig invertiert die Farben des Pfeiles. Im Gegensatz zum Atlas werden hier deshalb identische Pfeile, die frei beweglich sind, als Kennzeichnungsmedien verwendet, weil diese Art von Markierungen für Anwender leichter und schneller anzubringen ist. Der Nachteil der relativ großen Fläche, die durch den Pfeil verdeckt wird, wurde bewußt in Kauf genommen (siehe 3.3.3.3).

Bei Multiple-Choice-Fragen können Kommentare ähnlich denen in der Schwarzen und Gelben Reihe angegeben werden. Man trägt sie in ein Textfeld ein, das nach Drücken des Notizsymbols oder  eingeblendet wird (siehe Abb. 31). Den Verweis auf das vertiefende Kapitel wählt man aus der Liste aller im Atlas vorhandenen Krankheiten aus, die mit einem Druck auf die Schaltfläche „Kapitel vertiefen“ angezeigt wird (siehe Abb. 31).

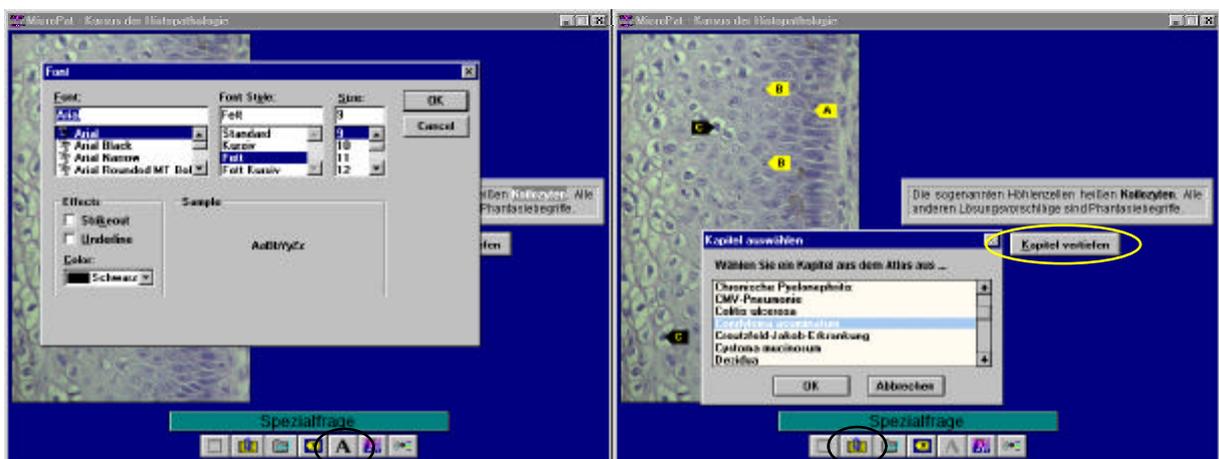


Abb. 31: Schriftarten und Schriftgestaltung wählen, Kommentare erstellen, Kapitel zur Vertiefung angeben

Nachdem die Seite fertiggestellt ist, kehrt man mit „Beenden“ oder  in das Inhaltsverzeichnis der Lernpfade oder mit dem Editorsymbol bzw.  in den Anwendermodus zurück.

Die endgültig gewünschte **Seitensequenz** innerhalb eines Lernpfades muß nicht die Erstellungsreihenfolge sein. Die Position einer Seite wird verändert, indem man im Inhaltsverzeichnis des Lernsystems bei gedrückter linker Maustaste einen gewählten Eintrag an eine andere Position verschiebt. Ein kleiner Pfeil links neben dem Themenfeld zeigt die entsprechende Position an (siehe Abb. 32). Bei gedrückter rechter Maustaste wird die Seite nicht verschoben, sondern an der neuen Stelle als Kopie eingefügt. Die Funktionen „**Lernpfad umbenennen**“, „**Lernpfad löschen**“, „**Seite umbenennen**“ oder „**Seite löschen**“ werden über die gleichlautenden Schaltflächen ausgeführt (siehe Abb. 32).

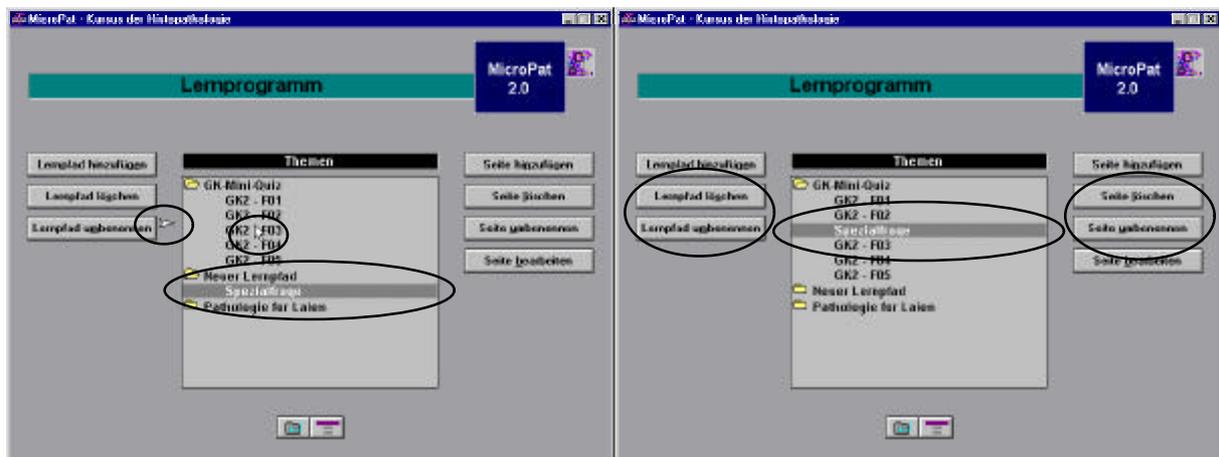


Abb. 32: Seiten kopieren / verschieben, Seite umbenennen, Seite löschen

Der Editormodus wird mit dem Editorbutton bzw.  beendet, und der erstellte Lernpfad kann durch Markierung und Doppelklick bzw.  angesehen werden.

Wenn das Lernpfadssystem modifiziert wurde, wird der Editor beim Beenden des Lernprogramms gefragt, ob er die Änderungen wirklich vornehmen möchte. So ist es möglich, den Zustand der letzten Bearbeitung wiederherzustellen. Dies ist ein Sicherheitsmanagement, das in einem temporären Verzeichnis verwaltet wird. Lernpfade werden als einzelne Dateien gespeichert und können somit unabhängig von MicroPat gesichert werden.

3.5 Programmvolumen

Nach der ausführlichen Darstellung der Möglichkeiten des Programms MicroPat in Kapitel 3.3 und Kapitel 3.4 wird in Tabelle 10 ein Überblick über das gesamte Programmvolumen gegeben.

Technische Parameter	
Programmzeilen	13000
Dateien	365
Speicherplatz	200 MB

Inhaltliche Parameter	
Krankheiten	152
Bilder	1371
Schemazeichnungen	88
Texte	1726
Glossareinträge	240
Schlagwörter	2289
Pfeile	3517
Zoomfelder	742

Tab. 10: Übersicht über das gesamte Programmvolumen

3.6 Gliederungsprinzip und Benutzerspektrum

Die folgende Abbildung zeigt eine Übersicht über das Gliederungsprinzip und das Benutzerspektrum von MicroPat.

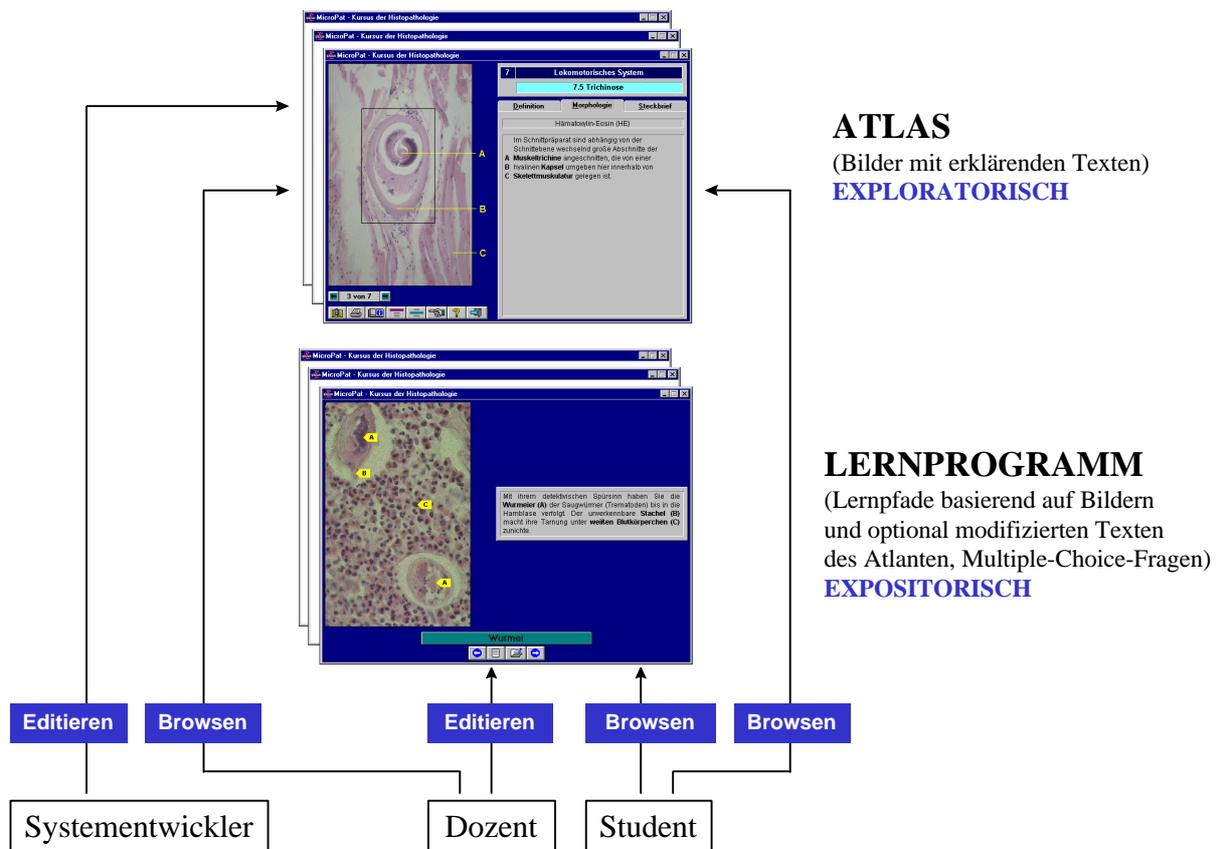


Abb. 33: Gliederungsprinzip und Benutzerspektrum von MicroPat

3.7 Diskussion

In den folgenden Abschnitten erfolgt eine Einordnung von MicroPat in das bestehende Gefüge von Lehrmitteln und Software in der medizinischen Ausbildung nach ihrer Interdisziplinarität (siehe Abb. 33) [27] [117]. Darüber hinaus werden Perspektiven für die Weiterentwicklung dieses Lernsystem entworfen.

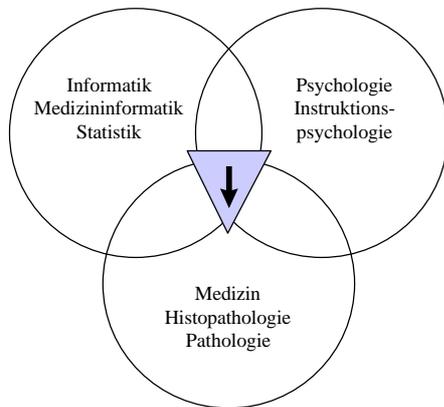


Abb. 34: Interdisziplinarität bei der Entwicklung von MicroPat

3.7.1 Medizinische Einordnung von MicroPat

Mit MicroPat wurde ein Computerprogramm geschaffen, das in erster Linie dem Studierenden helfen soll, die allgemeine Histopathologie zu erlernen. Es gibt viele unterschiedliche Ansichten darüber, was in einem solchen System an Lerninhalten enthalten sein soll. Das Computersystem orientiert sich zwar an der audiovisuellen Show (siehe 1.2) als Vorbild, doch fehlt bei ihm ein einführender Teil in allgemeine pathogenetische Mechanismen; andererseits ist MicroPat bis jetzt auch nicht so vollständig wie ein umfassendes Kompendium von Krankheiten der speziellen Pathologie. Da die Abgrenzung zwischen allgemeiner und spezieller Pathologie problematisch ist [107], wurde bei MicroPat mehr darauf geachtet, häufige und interessante Krankheiten auszuwählen, die auch mit den Prüfungsthemen des Gegenstandskataloges für das erste Staatsexamen in enger Beziehung stehen. Darüber hinaus wurde berücksichtigt, daß bei der Vermittlung von konkreten Krankheiten die studentische Motivation höher einzuschätzen ist als bei der Darstellung abstrakter Prinzipien. Der Anspruch auf Vollständigkeit wird und soll auch nicht erhoben werden. Die Bewertung der Auswahl bleibt dabei vor allem auf das Urteil eines erfahrenen Pathologen angewiesen.

Den Beitrag, den Studierende der Medizin bei der Entwicklung eines solchen Systems leisten können, darf man jedoch nicht unterschätzen, denn sie dienen in ihrer Funktion als Zielgruppe als direktes Korrektiv dieser Form der Lehre, und sie können daneben im Dialog mit dem Pathologiedozenten wichtige Impulse für eine zeitgemäße und angepaßte Programmerstellung geben [39]. Üblicherweise werden Lehrinhalte von Experten oder zumindest fachspezifisch vorgebildeten Personen vermittelt, bei der Entwicklung von MicroPat hat sich aber gezeigt, daß die Mitarbeit und die Anregungen jener Personen, die gerade nach dem vorklinischen Studienabschnitt über ein noch geringes pathologisches Wissen verfügen, wichtig sind und diese die Adaption des Programmes an spätere Zielgruppen fördern. Die bereits in der Einleitung geforderte Mikrooptimierung von Lehrkonzepten als relativ schnell gangbarer Weg der Verbesserung in der Medizinerbildung kann auf diesem Weg auch zu neuen Aspekten in der Auseinandersetzung um eine angemessene Ausbildung führen. In diesem Zusammenhang ist die

Diskussion über das problemorientierte Lernen (siehe 3.7.2.3) oder die teilweise Integration des Faches Pathologie in den vorklinischen Studienabschnitt zu nennen. Man könnte sich z. B. gut ein Programm vorstellen, das schon bei der Erklärung der histologischen Anatomie pathologische Befunde berücksichtigt. Eine weitere Zielgruppe von MicroPat ist daneben das ärztliche Personal, das sein Wissen schnell auffrischen möchte. Der Einsatz könnte zu diesem Zweck auch über ein Klinikinformationssystem erfolgen [122].

3.7.1.1 Vorteile und Eigenschaften von MicroPat für das Lernen

Bei der Entwicklung und beim Einsatz von CBT-Programmen ist es immer wichtig, daß die neuen Methoden eine Verbesserung und eine Steigerung der Lehreffektivität bewirken [84]. Folgende Gründe sprechen für den Einsatz von MicroPat in der medizinischen Ausbildung:

- Auf dem Medium CD-ROM lassen sich im Vergleich zum Buch **wesentlich mehr Bilder** zu niedrigen Kosten speichern [80] und einer breiten Öffentlichkeit zugänglich machen. Wegen der Bilddatenkompression oder aufgrund von Fehlern bei Digitalisierungsverfahren hat man zwar mit Qualitätsverlusten der Abbildungen zu rechnen, bei MicroPat ist es aber gelungen, einen Kompromiß zu finden, der für die Diagnosefindung ausreicht.
- Die Bilddaten können mit Hilfe des **Zoomeffekts** (siehe 3.3.3.6) didaktisch gut verknüpft werden, und der Student kann quasi virtuell mikroskopieren, wenngleich das Programm nicht das Erlernen oder den Gebrauch von Mikroskopiertechniken ersetzen soll. MicroPat erfüllt somit recht gut die Forderung nach Authentizität bei der vom Medium abgebildeten diagnostischen Situation [22].
- Sämtliche **Bilder** wurden in einem kompetenten und umfassenden Verfahren **einzelnen beschriftet**. Das Programm bietet jedoch mehr Informationen und größere Exaktheit als die vorhandene gedruckte Standardliteratur (siehe 9).
- Mit Hilfe der **Indexfunktion** (siehe 3.3.5) oder der gut überschaubaren Programmordnung ist im Gegensatz zu den Büchern ein schnellerer Zugang zu den gesuchten Themen möglich; lästiges Blättern und das Suchen nach vielen Querverweisen fallen weg.
- Sämtliche Informationen sind **ausdruckbar** und können von Studenten ergänzend in Kursen oder Vorlesungen verwendet werden.
- MicroPat bietet mit den Komponenten Atlas und Lernprogramm die Möglichkeit, sich mit zwei **verschiedenen Lernformen** exploratorisch und expositorisch Wissen anzueignen.
- Ludendo discimus: Die **Testatfunktion** (siehe 3.4.3) lädt zum spielerischen Wissenserwerb ein [109]. So ist z. B. eine Einbindung von Fragen aus dem Staatsexamen denkbar.
- Das Programm MicroPat ist je nach Bedarf **erweiterbar**, denn CBT-Programme besitzen generell ein flexibles Medienspektrum, das man mit klassischen Unterrichtsmedien nur in der Kombination vieler einzelner, zum Teil anspruchsvoller und inkompatibler Systeme erreichen kann.
- **Computersysteme** finden sowohl im öffentlichen als auch privaten Bereich immer **stärkere Verbreitung**, und auch das Medium CD-ROM erfüllt zunehmend mehr die Ansprüche der Benutzer. Zur Zeit kann in Deutschland von einem Bestand an 9.4 Mio. Home-PCs ausgegangen werden, von denen bereits 7.4 Mio. über ein CD-ROM-Laufwerk verfügen (Quelle: INTECO Corporation, <http://www.inteco.com>). Bücher mit einem Anhang von Diapositiven [91] sind dagegen weniger im Trend der Zeit. Eine CD-ROM ist sicherlich nicht so flexibel verwendbar wie ein Buch, da man von technischen Voraussetzungen abhängig ist, al-

lerdings ist sie ein Medium, mit dem unabhängig von Vorlesungs- und Kurszeiten auch zu Hause [109] interaktiv gearbeitet werden kann.

- In einem Mikroskopiersaal der Zukunft können im Rahmen von „**education workstations**“ [90] [118] mehrere Computer aufgestellt sein, an denen MicroPat abrufbar ist. Für Studenten ergibt sich so die Möglichkeit, selbständig bestimmte Kapitel nachzuschlagen und zumindest bei einfachen Fragestellungen das Fachpersonal nicht zu beanspruchen. So bleibt auch mehr Zeit für die Erörterung von schwierigen Problemen.
- Betrachtet man MicroPat als Bildarchiv, kann das **Lernprogramm als Präsentationsmodul** auch für andere Lehrinhalte verwendet werden. Der Vorteil besteht darin, daß einmal entworfene Vorlesungen immer sofort zur Verfügung stehen und leicht verändert werden können. Das mitunter mühevoll Heraussuchen von Diapositiven wird durch die Programmstruktur erheblich vereinfacht und muß nicht für jede Vorlesung neu erfolgen, da die Bilder in mehreren Zusammenhängen gleichzeitig verwendet werden können. Für viele Dozenten ist jedoch der Einsatz des Programms innerhalb von Vorlesungen schwierig, weil die notwendigen Projektionsmöglichkeiten oft fehlen, Diapositive immer noch eine bessere Bildqualität bieten oder zahlreiche Vorlesungsassistenten noch nicht genügend mit der Bedienung von Computersystemen vertraut sind. Auch für die Lehrenden selbst bedeutet die Verwendung eines elektronischen Mediums gegenüber traditionellen Lehrverfahren eine große Umstellung bei der Vermittlung von Lehrinhalten.

Die Erstellung eines histopathologischen Lernsystems mit über 1300 Bildern konfrontiert auch mit Problemen in der Verwaltung einer großen Bilddatenbank [21]. Der Zweck einer umfangreichen Bildansammlung kann vielfältig sein; im vorliegenden Fall dient sie in erster Linie dazu, der Öffentlichkeit ein großes Bildarchiv in der Form der Vermittlung von Lerninhalten zugänglich zu machen. Daneben kann eine elektronisch gespeicherte Bildsammlung auf CD-ROM auch der langfristigen Konservierung von Unterrichtsmitteln oder Forschungsmaterialien ohne alterungsbedingte Qualitätsverluste dienen.

3.7.1.2 Grenzen der Einsatzmöglichkeiten von MicroPat

Für andere Bereiche, wie z. B. für die Dokumentation realer Falldaten oder die Verwaltung von Bildmaterial in online-Bildarchiven, ist das System MicroPat nicht leistungsfähig genug. Der Atlas von MicroPat ist im Gegensatz zu Bildarchivierungssoftware kein offenes [60], sondern ein geschlossenes System, das nur vom Programmautor verändert werden kann. Mit dem Funktionsumfang des Lernprogramms ist es jedoch möglich, aus dem vorhanden Fundus, z. B. für Vorträge oder Vorlesungen, individuelle Bildsequenzen zusammenzustellen und mit Hilfe geeigneter Projektionsmethoden zu zeigen. Der Einsatz von Computern ist von informatischen Prämissen geprägt und bietet oft kaum Vorteile gegenüber der bisherigen Vorgehensweise. Auch MicroPat erreicht als Substitutionsmedium von Präparaten und Diapositiven und als Demonstrationsmedium kaum deren Qualität und Flexibilität, da viele Schritte zur Aufbereitung von Bildern notwendig sind, Qualitätsverluste wegen unzureichender Digitalisierungsverfahren in Kauf genommen werden müssen oder technische Einrichtungen fehlen.

3.7.1.3 Vergleich von MicroPat mit einer AV-Show

In manchen deutschen Universitätsstädten, z. B. in Freiburg oder Marburg, kommen audiovisuelle Systeme in der pathologischen Ausbildung zum Einsatz (siehe 1.2). Ein digitales Medium zur Präsentation von Bilddaten stellt insgesamt gesehen jedoch das bessere Medium dar: In der AV-Show werden qualitativ hochwertige Diapositive verwendet, aber durch Schwierigkeiten bei der Projektion, z. B. wegen der Umlenkmonitore, entstehen hohe Qualitätsein-

bußen. Die verwendete Technik ist zudem relativ störanfällig, da Kassettenrecorder und Tonbänder verschleifen, die Leuchtmittel der Projektoren einer starken Dauerbeanspruchung nicht gewachsen sind und beim Transport der Diapositive durch den Projektor immer wieder Probleme auftreten. Die hohen technischen Anforderungen machen einen Einsatz zu Hause oder anderen Orten fast unmöglich; auch die Ausleihe bringt viele Probleme mit sich. Die inhaltliche Aktualität ist nach 20 Jahren meist nicht mehr gewährleistet, und eine spätere Aktualisierung stellt sich in der Regel als sehr schwierig heraus. In der AV-Show wird ähnlich wie in der gedruckten Literatur weitgehend auf Bildbeschriftungen verzichtet. Auch wenn dies im Vergleich zum Computer mit technischen Schwierigkeiten verbunden ist, darf darauf nicht verzichtet werden. Der Student, der sich einer AV-Show bedient, kann durch die Art der Bedienung der Geräte sein Lerntempo individuell bestimmen, was gerade für das Initiallernen sehr wichtig ist. Probleme bereitet jedoch das Wiederfinden von Textstellen auf dem Tonband, da sie nicht schnell und direkt angesprungen werden können. Die gesprochenen Texte stehen zudem meistens auch nicht schriftlich zur Verfügung. Die AV-Show stellt gleichsam einen Mitschnitt einer Vorlesung dar, der kaum dem Vergleich mit einer Lehrveranstaltung standhält; ein Videoband könnte vielfach denselben Zweck erfüllen. MicroPat ist in Bezug auf verschiedene Lernmethoden, die Flexibilität in der Anwendung, den zeitgemäßen Einsatz, die Wartbarkeit und die Störanfälligkeit sicherlich einer AV-Show, einer Videoanwendung und zum Teil auch dem Buch als Ergänzung zu den Unterrichts- und Praktikumsveranstaltungen überlegen. Dies gilt vor allem deshalb, weil für MicroPat keine spezielle Hardware notwendig ist, PCs in CIP-Pools meist ausreichend verfügbar sind und im allgemeinen auch von vernetzten Rechnerumgebungen ausgegangen werden kann. Grundsätzlich ist jede visuelle Information ein wichtiger Bestandteil eines Lehrkonzeptes, da so gewonnene Erkenntnisgewinne besonders resistent gegen das Vergessen sind [140].

3.7.2 Instruktionspsychologische Einordnung von MicroPat

Die Wissenspsychologie liefert wichtige Erkenntnisse für den richtigen Einsatz neuer Medien [131]. Vor allem instruktionspsychologische Aspekte sind bei der Entwicklung von CBT-Programmen besonders zu beachten. Im folgenden werden ausgewählte Bereiche diskutiert, die sich bei der Entwicklung von MicroPat als wesentlich herausgestellt haben.

3.7.2.1 Bedeutung der Hypertexttechnik für das Lernen

Es gibt mehrere Gründe dafür, warum bei der Entwicklung von Wissensprodukten, bei der Modellierung kognitiver Prozesse und bei der Software- und Systementwicklung das Interesse an Hypertext sehr groß ist:

- **Informationstechnische Möglichkeiten** wie Graphik, Mausbedienung, Mehrfachfenstertechnik, direkte Manipulation von Objekten auf dem Bildschirm, die von Benutzern als wichtige und angenehme Eigenschaften bei informatischen Anwendungen betrachtet werden, sind inhärenter Teil des Hypertextkonzepts [146].
- Sowohl bei der Entwicklung als auch bei der Nutzung von Hypertexten bietet dieses neuartige Medium durch seine **leichte Bedienbarkeit** Vorteile gegenüber eingeführten informationsverarbeitenden Systemen [64].
- Man nimmt an, daß das Wissen im menschlichen Gehirn in vernetzten topologischen, nicht-linearen Strukturen organisiert ist. Diese **Wissensorganisationsprinzipien** sind bei Hypertextbasen per definitionem vorhanden. Man kann daher von kognitiver Plausibilität bei

Hypertexten sprechen [45] [144]. Als Folge der Arbeit mit Hypertexten wird sogar der Aufbau semantischer Netze im Kopf des Benutzers diskutiert [15].

- Wegen der Offenheit des Hypertextkonzeptes gibt es vielfältige Verwendungszwecke, und kommt es zu einer großen Flexibilität bei der Darstellung von Wissen und der Erarbeitung von Informationen. Man spricht von **adaptiven Lehrsystemen**, die ohne Künstliche Intelligenz auskommen [78] [79].
- Bei der Bearbeitung von Hypertexten, dem „Browsing“, kommt es zu **kreativitätsfördernden Effekten**, wie z. B. dem sogenannten Mitnahmeeffekt, die dazu führen, daß dabei zufällig entdeckte Sachverhalte mit aufgenommen werden. Wenn das „muntere Herausgreifen“ von Informationen die ursprüngliche Suchmotivation verdrängt und neue Ziele verfolgt werden, spricht man von Serendipity-Effekten [70].
- Infolge von **assoziativen Wissensorganisationsformen** bei Hypertexten ergeben sich Vorteile bei der Beherrschung komplexer Informationsstrukturen, die mit linearen Wissensorganisationsformen oft nur unzureichend dargestellt werden können. Gerade die Koordination und Verzahnung von Beiträgen unterschiedlicher Autoren sind so gut realisierbar [53] [95].

Der Einsatz von Hypertext zur Darstellung von Inhalten muß gut überdacht werden [129]. Für ein histopathologisches Lernsystem ist die Verwendung eines Hypertextsystems aufgrund der Ausführungen gut geeignet. Es stellt sich jedoch heraus, daß Studenten beim ersten Kontakt mit neuen Lerninhalten oft weniger freie Lernformen wünschen [66], damit sie den Blick auf das Wesentliche nicht verlieren [31] [59]; intuitives „Surfen“ ist erst bei Experten erfolgversprechend [3]. Serendipity-Effekte sind gut, solange sie den Lernerfolg nicht gefährden. Die Gratwanderung zwischen adaptiertem individuellen Lernen und dem „Lost in Hyperspace“ [20] [38] [45] ist gefährlich. Hilfreich für die systematische Exploration ist eine Rücksprung-Option [18], wie sie in MicroPat mit der Bisher-Funktion (siehe 3.3.3.8) realisiert ist. Im Gegensatz zum Buch kann so der gewählte Pfad lückenlos zurückverfolgt werden [146]. Aber auch das routinierte Bewegen durch den Hypertext kann positive kognitive Effekte beeinträchtigen [163]. Der Einsatz der Mittel im Hypertext hängt nach wie vor erheblich von didaktischen, technischen und inhaltlichen Determinanten ab [63]. Im Projekt MicroPat wurde versucht, unterschiedliche Lernmotivationen zu berücksichtigen, sei es das initiale und das wiederholende Lernen oder das Nachschlagen [151].

Zu den Strukturmerkmalen eines Hypertext gehören neben Knoten, Links und Objekten [144] auch informationelle Einheiten [27] [55]. Die Einteilung in kognitive Einheiten ist sehr schwierig, da bei einer zu geringen Aufgliederung des Hypertextsystems dem Benutzer nicht mehr deutlich wird, daß er einen Hypertext vor sich hat; ist die Informationseinheit zu klein, kommt es zu einer Aufsplitterung und Atomisierung der Information, was sich möglicherweise negativ auf die kognitive Rezeption durch den Benutzer auswirkt [53], er kann z. B. keine Zusammenhänge mehr sehen und begreifen. Eine angepaßte Hierarchiestruktur ist eine notwendige Voraussetzung für einen gelungenen Hypertext [135]. In MicroPat werden die kleinen Informationseinheiten, wie Definition, Steckbrief, und die morphologischen Bildbeschreibungen zu einer großen Einheit, der Krankheit, zusammengefaßt. Diese portionierte Aufteilung scheint dem Hypertextkonzept des Atlanten angemessen zu sein. Soweit wie möglich wurde auch darauf geachtet, eine angemessene Anzahl von Bildern einzubinden und die einzelnen Texte nicht zu lange werden zu lassen. Mit einigen Zitaten läßt sich das Gesagte etwas pointiert zusammenfassen: Dem Satz „Ein Bild sagt mehr als tausend Worte“ [51] entgegnet der Kritiker: „Zu viele Bilder verhindern, daß man sich ein Bild macht.“ Die Konsequenz lautet demnach: „Ein didaktisch gut integriertes Bild sagt mehr als tausend Worte.“ [23] EDGAR DALE beschreibt

bereits im Jahr 1946 die Vorteile eines Buches, die bis heute fast uneingeschränkt gültig sind, wie z. B. die generelle und flexible Verfügbarkeit, die normalerweise billige Herstellung oder die Möglichkeit des einfachen Markierens. Sein Fazit heißt: „Ein Bild mag tausend Worte wert sein, aber es stimmt ganz sicher auch, daß ein Wort tausend Bilder bezeichnen kann“ [16] [51].

Eine große Gefahr besteht darin, daß man einen Hypertext wie einen Printtext behandelt [156]. Da ein Printtext in der Regel nicht den Gegebenheiten eines Hypertextsystems angepaßt ist, ist es notwendig, die logische Struktur des Dokuments und die besonderen Möglichkeiten von Hypermedia an den notwendigen Stellen einzubeziehen; die Umsetzung des gedruckten Dokuments darf sich nicht nur auf die Darstellung von Texten beschränken. Multimediales Denken sollte dabei aber nicht zum Selbstzweck werden. Es käme zu einer Schein-Professionalität [115], wenn die Bewertung und Benützung eines Programms überwiegend von der Oberflächengestaltung bestimmt würden. Sieht man von den Kosten ab, kann der Atlas von MicroPat jederzeit auch als Printtext publiziert werden. Unter Umständen würde sogar das Printmedium im Vergleich mit dem Hypertext besser abschneiden [86]. Erst die Verwendung von sensitiven Feldern für den Zoomeffekt (siehe 3.3.3.6), die Funktion des Alternativbildes (siehe 3.3.3.6) in Verbindung mit der vergleichenden Bildvorschau (siehe 3.3.3.7), die Suchmöglichkeiten (siehe 3.3.5) und die Querverweise als Hyperlinks rechtfertigen den Einsatz als hypermediales Dokument. Gleichzeitig muß aber vor einem zu umfangreichen Einsatz multimedialer Elemente gewarnt werden, denn Filmdokumente oder Animationen machen in einem histopathologischen Lernsystem wenig Sinn. Hypermedia ist, wie andere Medien auch, nicht in jeder Situation und für jeden Zweck einsetzbar.

3.7.2.2 Die Funktion der Interaktivität beim Lernen der Histopathologie

Eine Voraussetzung für das individuelle Lernen ist die Interaktivität – ein Begriff aus der online-Dialog-Technik, der erst seit dem Zusammenwachsen von digitalen Computer- und Medientechnologien für Lernsysteme häufig verwendet wird. Bis jetzt gibt es keine allgemein akzeptierte Klassifikation von Interaktivität, jedoch können bestimmte Grundstufen der Interaktion unterschieden werden [45]: implizite Interaktion in Form von passivem Wissenserwerb, aktives Auswählen der Information, Wissensüberprüfungen in verschiedenen Variationen, Markierung von bestimmten Informationsteilen und Aktivierung von Zusatzinformationen, freier Dialog mit Tutoren und Lernpartnern mit Hilfe von Multimediainstrumenten. MicroPat verkörpert sicherlich nicht den Prototyp des interaktiven Multimedia [4], besitzt jedoch viele Elemente der Interaktion, wie z. B. die Navigationswerkzeuge, die Testatfunktion als Drill-And-Practice-Komponente oder die Notizfunktion. Eine wichtige Komponente von Interaktivität ist auch die Vermittlung von extrinsischer Motivation [60] [94] für den Benutzer [23] [66] [142]; die Funktion von CBT als geduldiger Lehrer ist nicht ausreichend [92]. Im Fall von MicroPat befindet man sich in der Situation, daß sämtliche potentiellen Benutzer bereits eine hohe intrinsische Motivation [60] [94] vorweisen, da das Fach Histopathologie nach der Vorlinik einer der ersten mit Spannung erwarteten Berührungspunkte mit dem klinischen Teil des Studiums ist. Zudem kommt dem Fach ein hoher Stellenwert im Fächerkanon zu; demzufolge ist das Pflichtprogramm für die Studenten entsprechend umfangreich und erfordert ein hohes Maß an Lerneifer. Eine medienspezifische Motivation [133] aufgrund einer Begeisterung für Computertechnologien ist eher als Modeerscheinung zu betrachten, was aber nicht zu einer Vernachlässigung von motivationsfördernden Elementen führen sollte. Es ist jedoch davor zu warnen, aus dem Bestreben heraus, Lerneifer zu erzeugen, die Vermittlung von Lerninhalten zu vergessen. Es ist vor allem darauf zu achten, daß die Wissenspräsentation der Zielgruppe gerecht wird. Bei MicroPat wurde auf klare Linien, angenehmes Farbdesign, Einheitlichkeit und Übersichtlichkeit geachtet [83]. Die Texte im Atlas sind eher sachlich, nüchtern und

manchmal mit kleinen Anekdoten versehen; die Originalität der Tondokumente einer AV-Show wurde nicht nachgeahmt. Die Motivation im Bereich des Lernprogramms bleibt bis jetzt jedoch dem Dozenten überlassen, und auch das kognitive Potential der neuen Medien wurde noch nicht voll ausgeschöpft. Deshalb ist es dringend notwendig, am vorliegenden Programm interdisziplinär weiterzuarbeiten. Auch das Design von Computerprogrammen sollte neu überdacht werden. Ideen zur Einbettung von Software in ein pädagogisch didaktisches Gesamtkursdesign wie das Interface-Design [10] [54] oder die Erstellung von Qualitätskriterienkataloge [23] [43] [125] [145] (siehe 6.3) sind hoffnungsvolle Ansätze.

3.7.2.3 Problemorientiertes Lernen mit MicroPat

Die psychologischen Betrachtungen sollen keine Lerntheorien [3] [72] [152] vorstellen, zumal diese sehr zahlreiche und verschiedene Formen des Wissenserwerbs aufzeigen. Die multiple Präsentation von Gegenstandsbereichen ist jedoch für das Funktionieren vieler Theorien eine wichtige Voraussetzung; die integrative Nutzung von fallbasiertem und abstraktem Wissen wird daher als Methode angestrebt [132]. Im Rahmen der Diskussion um die Novellierung von medizinischen Ausbildungsordnungen favorisieren viele Studierende der Medizin deshalb Lernmodelle wie das problemorientierte Lernen (POL), das schon fast zu einem Synonym für die innere Studienreform in der ärztlichen Ausbildung geworden ist [62] [139]. Die Grundidee ist dabei, daß man von einem Problem ausgehend versucht, zugehöriges Faktenwissen und Kompetenz zu erarbeiten [50]; beim traditionellen Lernen ist es eher umgekehrt. Ein zentraler Kritikpunkt am POL liegt in der hohen Redundanz: Man erläutert bei sehr vielen gleichartigen Problemen immer wieder dieselben Grundlagen. Multimediatechnologien können eine gute Grundlage für die problemorientierte Lehre bilden [34]: Der Hypertext, der dem Atlas von MicroPat zugrunde liegt, bietet für den problembasierten Lernansatz gute Voraussetzungen, da der Nutzer die Möglichkeit besitzt, nach eigenem Ermessen seinen Lernfortschritt zu gestalten [65], das Abrufen redundanter Information kann nach den individuellen Notwendigkeiten erfolgen. Die Eignung des histopathologischen Programms MicroPat im Rahmen einer exploratorischen Nutzung für das POL liegt vor allem in den Möglichkeiten des Hypertexts; beim Einsatz des Lernprogramm-Teils können Tutoren je nach Problemzugang für ihre POL-Gruppen auf der Basis des Atlanten eigene Lernszenarien entwerfen. Diese Nutzungsform ist jedoch durch die Vorgabe des expositorischen Lernens in Form von guided tours [120] limitiert. In diesem Fall müssen exemplarische Fälle bereits vorgedacht sein [66], um die für die Anwender notwendigen Querverweise zur Verfügung zu stellen. Der Wunsch nach POL in Form eines Textfeldes „Klinik“ wurde in der Befragung der Lerner ermittelt (siehe Abb. 40). Insgesamt führt das POL-Lernkonzept weg von einer flächendeckend einheitlichen Lehre zu einer Individualisierung. Instruktionspsychologisch gesehen wird man damit verschiedenen Variablen, wie z. B. dem Lerntyp, den Vorkenntnissen, der Vorerfahrung oder der Interessenorientierung, gerecht, die im traditionellen Bildungssystem nicht so einfach adaptierbar sind. Zum problemorientierten Lernen gehört jedoch auch das Erarbeiten von sozialer Kompetenz [126]. Diese Komponente hängt sehr von der Unterrichtsform ab: Soziales Lernen ist beim Lernen mit Computer eher gering ausgeprägt [113]. MicroPat ist zunächst einmal auf den Einzelplatzeinsatz ausgerichtet, der Einsatz in Gruppentutorien oder größeren Seminaren ist bis jetzt, wenngleich technisch unproblematisch, kaum berücksichtigt worden [80].

Die Frage der Adaptiertheit, Adaptivität bzw. Adaptierbarkeit, die als Begriffe die Summe aller Aspekte einer Strategie zur Optimierung der Lehr- und Lerneffektivität bilden [79], wird sich bei MicroPat ohnehin erst genauer beantworten lassen, wenn das Programm über längere Zeit vergleichend evaluiert worden ist. Die Evaluationsstudie, die bereits mit einem Prototyp von MicroPat durchgeführt wurde (siehe 4), stellt im Prozeß der Adaptation lediglich einen Anfang

dar, der aber im Interesse einer Verbesserung der Bildungsqualität unbedingt weitergeführt werden muß.

3.7.3 Informatische Einordnung von MicroPat

Bei der Erstellung von MicroPat erschienen einige informatische Fragestellungen besonders wichtig, die im folgenden diskutiert werden. Anmerkungen, die weniger bedeutsam sind, wurden bei den einzelnen Kapiteln direkt erörtert.

Als Leitprinzip für die Erstellung von MicroPat wurde definiert: Der medizinische Informationsgehalt des Programms steht über den informatischen Möglichkeiten und Notwendigkeiten. Der Computer soll unter Berücksichtigung computertechnischer Vorteile so wenig wie möglich das Lernverhalten negativ beeinflussen. Dieses Vorhaben konnte weitgehend so umgesetzt werden. Beispiele dafür sind die aufwendig zu erstellenden Zoomeffekte und Bildbeschriftungen, Navigationswerkzeuge wie das Alternativbild, Bildübersichten und Menüsysteme, die Tastatursteuerung oder verschiedene Wissenspräsentationen oder -abfragen, bei denen auf die informatischen Standardlösungen verzichtet und ein neues Konzept entwickelt wurde. Allerdings gab es auch Probleme bei der Realisierung der Wunschvorstellungen. So mußten bei der Bilddigitalisierung durch die Kodak-Methode Qualitätsverluste in Kauf genommen werden, wie der Grünstich der Bilder oder graue Bildränder, die den sichtbaren Ausschnitt des Bildes etwas verkleinern. Gelegentlich wurde bei dieser Auftragsarbeit auch nicht die nötige Sorgfalt angewendet, so daß umfangreiche und nicht immer erfolgreiche Korrekturen notwendig waren. Insgesamt sind die Abbildungen jedoch so realitätsnah, daß sie den Lehrzweck erfüllen. Um die Systemanforderungen niedrig zu halten, wurde die verfügbare Fenstergröße auf 640 x 480 Bildpunkte beschränkt. Dies hat zur Folge, daß einige Texte länger als der sichtbare Ausschnitt des vorgesehenen Textfeldes sind und nur mit Hilfe eines Scrollbalken angesehen werden können. Eine weitere Einschränkung ist die fixe Bildausrichtung auf das Hochformat. Um eine Bildanzeige in der richtigen Orientierung zu ermöglichen, müßte das Standardfenster mehr als 640 Bildpunkte umfassen, es sei denn, das Textfeld würde kleiner gestaltet. Sämtliche Bildschirmseiten wurden standardisiert, so daß einerseits eine individuelle Gestaltung der Lehrinhalte fehlt, andererseits aber der Benutzer nicht durch ein ständig wechselndes Design abgelenkt wird. Aufgrund einer optimierten Programmierung konnten die Systemvoraussetzungen niedrig gehalten werden, ohne die Qualität der medizinischen Lerninhalte zu senken. Generell ist die hardwaretechnische Seite bei vielen Programmen nicht mehr problematisch [120], auch wenn man bedenkt, daß viele Studenten nur über ältere Computersysteme, oft aus zweiter Hand, verfügen.

„Teleteaching“ [160] und „Virtuelle Hochschule“ [82] [138] sind ein wichtiges Thema in der gegenwärtigen Diskussion, jedoch hat der breitgefächerte Einsatz von CBT-Programmen die Unabhängigkeit von verschiedenen Betriebssystemen zur Voraussetzung. In dieser Hinsicht ist die Benützung von MicroPat dadurch eingeschränkt, daß es nur unter dem Betriebssystem Microsoft Windows ausführbar ist. Diese Einschränkung hängt vor allem mit den mangelnden plattformübergreifenden Fähigkeiten des Autorensystems ToolBook zusammen. Andere Systeme, wie z. B. der Macromedia Director, lassen zumindest Hybridversionen zwischen Microsoft Windows und Apple Macintosh-Rechnern zu [5] [48]. Dies ist jedoch keine Patentlösung für den Einsatz von Computerprogrammen auf allen Rechnertypen, die Einbindung von ToolBook-Software unter anderen Systemen ist allerdings möglich. So gibt es mit WABI (Sun Microsystems, Inc., <http://www.sun.com>) für Microsoft Windows unter UNIX oder SoftWindows (Insignia Solutions, Inc., <http://www.insignia.com>) für Microsoft Windows unter UNIX oder MacOS besondere Emulationssoftware für Betriebssysteme. Dazu kommt der mögliche

Einsatz von Terminalemulationen. Diese Programme, wie z. B. NTrigue (Insignia Solutions, Inc., <http://www.insignia.com>), WinCenter (Network Computing Devices, Inc., <http://www.ncd.com>) oder WinFrame (Citrix Systems, Inc., <http://www.citrix.com>), laufen auf multiuserfähigen Microsoft Windows NT-Rechnern, der Zugriff erfolgt über X-Server oder Java-Applets. Vernetzte Umgebungen weisen somit keine Plattformbeschränkungen auf.

Mit einem Plug-In für HTML-Browser wie dem Netscape Navigator oder dem Internet Explorer von Microsoft wurde auch für Fremdrechner die Möglichkeit geschaffen, ToolBook-Programme über das Internet zu nutzen. Bei der Anwendung dieses Konzepts ergeben sich jedoch Probleme, da das Plug-In zusätzlich installiert werden muß und nur eine bestimmte Version von ToolBook unterstützt. In der aktuellen Version führt Neuron, so der Name des Plug-Ins für ToolBook, nur Dateien der Version 5.0 aus, ältere Anwendungen sind nur nach ihrer Anpassung an diese Version lauffähig. Darüber hinaus erfordert der Einsatz von Neuron eine Version des Betriebssystems Microsoft Windows. Damit die Anwendung auch richtig ausgeführt werden kann, müssen zudem bestimmte Sicherungssysteme auf dem eigenen Computer abgeschaltet werden.

Die einzige zur Zeit wirklich plattformübergreifende Anwendungsmöglichkeit besteht in der Konvertierung von ToolBook-Anwendungen in HTML-Dateien und Java-Applets. Neu entwickelte Software wie ToolBook II bietet entsprechende Möglichkeiten. Eine direkte Umwandlung der Dateien ist aber nicht möglich, da OpenScript-Anweisungen nicht übersetzt werden. Deshalb muß der Programmator zunächst WWW-Sprachen wie Java oder JavaScript erlernen und sie dann manuell integrieren. ToolBook II bietet auch fertige Objekte, die man in eigene Anwendungen einbauen kann. Diese Entwicklersoftware eignet sich für die Lösung vieler Probleme, die bei der Erstellung von Schulungssoftware auftreten, die Entwicklung von histopathologischer Lernsoftware bringt aber komplexere Aufgabenstellungen mit sich. Ein Beispiel dafür sind die Objekte für den Zoomeffekt und für die Beschriftungen, die das Bild überlagern, und das Ein- und Ausblenden bestimmter Bildschirminhalte. Auch das Verwalten von Notizen, die Programmierung eigener Lernpfade und selbst die Realisierung kleiner Hilfsmittel, wie z. B. die Tooltip-Funktionalität oder eine Schlagwortsuche, sind schwierig. Es gibt jedoch große Fortschritte in der HTML- und Java-Programmierung; so ist u. a. die Tiefenfunktionalität mit überlagernden Objekten mit JavaScript oder mit noch nicht standardisierten HTML-Befehlen möglich. Das online-Datenbankretrieval über CGI-Programmierung ist schon seit längerem in vielen Systemen erfolgreich im Einsatz. Frametechnologien oder Zoomfelder als feste Bildbestandteile in einem Histologie-Atlas der Universität Ulm [<http://www.uni-ulm.de/uni/fak/zbmt/ua/didakt/HistoNet>] sind hoffnungsvolle Neuentwicklungen auf diesem Gebiet; ähnlich innovativ ist DOIA, ein Online-Atlas für Dermatologie der Universität Erlangen [http://www.derma.med.uni-erlangen.de/bilddb/index_d.htm]. Auch wenn das Laufzeitverhalten bisher noch unbefriedigend ist, sind mit Java viele Funktionen programmierbar, die in einem plattformunabhängigen MicroPat wünschenswert sind, die Java-Programmierung ist jedoch sehr anspruchsvoll. Immer wieder geforderte standardisierte Autorensysteme [116], die eine erleichterte plattformunabhängige Programmentwicklung ermöglichen [67], gibt es bis jetzt nicht. Die Transferraten für den online-Einsatz eines histopathologischen Lernsystems sind mittlerweile ausreichend, dennoch ist der technisch unproblematische offline-Einsatz von HTML und Java meist schneller und kostengünstiger. Bei offline-Applikationen wie MicroPat ist im Hinblick auf die spätere Vermarktung eine PC-Lösung vorzuziehen, da so sämtliche Quellcodes, Bilder und Texte besser vor Mißbrauch geschützt sind.

Beim Einsatz von aktuellen Hypermedia-Systemen versucht man eine Basis zu modellieren, die mit anderen Systemen kombiniert werden kann; es gibt einige präzise Modelle für Hypertext- und Hypermediasysteme, wie z. B. das Dexter Hypertext Referenzmodell [46], das VDM-Mo-

dell von LANGE [71], das Hypergraphenmodell von TOMPA [148] oder das Modell Hypertext Abstract Machine (HAM) [12]. Bei der Entwicklung von MicroPat kamen diese Modelle nicht zum Einsatz, da ein mehr pragmatisches Vorgehen vorgezogen wurde, dennoch stellen Datenbanken oder zumindest vom Präsentationswerkzeug losgelöste Daten eine wichtige Basis für die Plattformunabhängigkeit dar. Dies ist bei MicroPat bereits insoweit realisiert, als die Daten für das Lernprogramm in einer datenbankähnlichen Dateistruktur verwaltet werden. Das Lernprogramm stellt dabei nur die Schnittstelle für den Benutzer dar, um mit den Daten arbeiten zu können. Dasselbe Prinzip ist bei der Programmierung der Notizfunktion (siehe 3.3.4) und der Indexfunktion (siehe 3.3.5) angewendet worden. Das langfristig bessere Konzept ist die Integration aller Daten von MicroPat in eine Datenbank, in der die Einträge unabhängig vom ToolBook-Format abgelegt werden. Vorteile sind dabei die leichtere Wartbarkeit und die Universalität des Systems. Denn für den Anwender muß lediglich ein Viewer zur Verfügung stehen, der auf dem jeweiligen Rechner lauffähig ist. Wegen der langen Ladezeit beim Einlesen von Bildern und Texten oder bei der Verwendung von schwer programmierbaren Autorensystemen können Probleme auftreten. Da die Datenbankschnittstelle in ToolBook nicht besonders gut geeignet war, wurden nur die Atlas-Daten von MicroPat in den ToolBook-Dateien abgelegt.

3.7.4 Weiterentwicklungsmöglichkeiten von MicroPat

Insgesamt gesehen haben die angewandten Methoden die Erstellung einer histopathologischen Software ermöglicht, die alle geplanten didaktischen, inhaltlichen und informatischen Elemente enthält und auf der Basis einer Standardtechnologie funktioniert. Weitere Entwicklungen und Ideen, die im folgenden kurz skizziert werden, sind notwendig:

- Die Verwaltung aller MicroPat-Daten in einer Datenbank oder datenbankähnlichen Struktur, die von der Präsentationssoftware unabhängig ist [60], ist Voraussetzung für eine Verbesserung der Wartbarkeit des Programms und für einen plattformunabhängigen Einsatz. Die Erstellung eines für Lernzwecke und Wartung zugleich geeigneten Datenmodells [13] [143] ist dabei von großem Nutzen. Zudem muß eine von der Programmierung unabhängige Eingabeschnittstelle zum Beschreiben, Ordnen und Wiederfinden der Daten geschaffen werden. Die Schwierigkeit besteht dabei vor allem darin, vorhandene Klassifikationen, Nomenklaturen, Thesauren oder kontrollierte Vokabulare, wie z. B. ICD [77], SNOMED [77] oder MeSH [24], in bestehende Textsysteme zu integrieren und mit verschiedenen Retrievalmethoden [53] komfortable Datenabfragen zu ermöglichen; eine automatische Indexgenerierung ist in diesem Zusammenhang von großem Vorteil.
- Eine plattformunabhängige Programmierung und die Berücksichtigung entsprechender Programmierwerkzeuge sind sinnvoll, wenn die Präsentation medizinischer Lerninhalte mit den zur Verfügung stehenden Standards gut möglich ist. Das Problem benutzerspezifischer Einstellungen und flexibler Datenzugriffsrechte [17] ist dabei zu berücksichtigen. Ziel sollte ein individuell konfigurierbares Benutzerprofil z. B. für Anmerkungen, Lernsequenzen und Lernfortschritt sein.
- Die Integration der Texte von MicroPat in Tondokumente kann die Adaptiertheit an verschiedene Lerntypen fördern, da bei der Kombination unterschiedlicher Sinneskanäle kumulierte Lerneffekte zu erwarten sind [94] [155]. Eine zusätzliche Verwendung eines Zeigeeinstruments für den tutoriellen Sprecher oder ein sogenanntes Whiteboard, das als elektronischer Ersatz für Tafel und Overheadprojektor [2] bereits in anderen Systemen, wie z. B. dem Authoring on the Fly, zum Einsatz kommt [98], sind dabei notwendig. Alle gesproche-

nen Texte sollten auch auf dem Bildschirm zu lesen sein, da Text und Bild wichtige Leitmedien sind [115]. Die Einbindung von gesprochener Sprache in ToolBook-Programme ist problemlos möglich, die Systemressourcen sollen dabei jedoch nicht übermäßig beansprucht werden.

- Das Lernprogramm könnte variantenreicher sein und z. B. mit mehr Bildschirmmasken, mehr Fragetypen [112] [137] und besseren Rückmeldungen [130], mit einer erweiterten und weniger sequentiellen Hypertextfunktion, mit einer Seitenvorschaufunktion oder mit Hilfeassistenten ausgestattet werden. Zudem ist es notwendig, Lernpfade zu erstellen und Fragensammlungen einzufügen.
- Die Integration einer Bildverwaltungs- und Präsentationsfunktion kann das Anwendungsspektrum der bildorientierten Software erweitern.
- Folgende kleinere Erweiterungen können den Funktionsumfang verbessern: Angaben über den Umfang von Lernpfaden, Markierung bereits abgehandelter Lernsequenzen, Anpassung an die neuen Microsoft Windows-Design-Richtlinien, Möglichkeit der Speicherung benutzerspezifischer Einstellungen, Anlegen von Icons im Microsoft Windows-Desktop zum direkten Aufruf von bestimmten Lernsequenzen, Definition von Lesezeichen, Angaben über die Häufigkeit von besuchten Seiten, Volltextretrieval.
- MicroPat könnte gut um ein Lehrbuch für Pathologie erweitert werden; auch die Verbindung zu anatomischen Lerninhalten liegt nahe. Für eine solche Erweiterung müssen aber die verwendeten Hypermedia-Konzepte neu überdacht werden. Eine Integration von Diagrammen [115] und Animationen können didaktisch wertvoll sein; die Vervollständigung der bisherigen Präparatesammlung ist eine lohnende Aufgabe.
- Verbesserungen sind auch bei der Bildqualität möglich: Mit neuen, individuellen und auch kostengünstigen Scanmethoden für Diapositive lassen sich Farbverfälschungen und Größeneinschränkungen vermeiden und so qualitativ hochwertigere Bilder erzeugen. In diesem Zusammenhang kann auch die Bildgröße besser an verschiedene Bildschirmauflösungen angepasst werden: Alle Bilder sollten für jede Vergrößerungsstufe zur Vermeidung des Aliasing-Problems [114] in der entsprechenden Pixelgröße vorliegen und entsprechend ihrer originalen Orientierung eingebunden werden. Eine so hohe Qualität der Auflösung, wie man sie in Büchern [123] oder bei Bildplatten findet [93], wird ein Computersystem jedoch kaum erreichen, da es sich um digitalisierte Bilder handelt. Im Rahmen der technischen Möglichkeiten ist sogar ein echtes Zoomen aus der makroskopischen Ansicht in unterschiedliche histologische Abbildungen anzustreben.
- Eine Überarbeitung der Installationsroutinen ist notwendig, um verschiedene Konfigurationen oder Module von MicroPat einzurichten. Voraussetzung dafür ist allerdings die Verwendung eines stark verbesserten Setup-Managers, der bereits von Asymetrix entwickelt wird [<http://www.albit.de>].

4 Evaluation

In der Medizin ist die Verantwortung der Lehre für das zukünftige ärztliche Handeln besonders wichtig [80]. Deshalb sind die Qualitätsmessung, -prüfung und -weiterentwicklung von Lehr- und Lernmitteln von besonderer Bedeutung. Evaluationen dienen auch der Verbesserung [40] und Verbreitung medizinischer CBT-Systeme. Da der Markt für Lehrmedien aufgrund der Publikationsflut [27] mittlerweile sehr unübersichtlich geworden ist, erleichtern Evaluationen zudem die Selektion aus verschiedenen Programmen. Problematisch ist dabei, daß nicht nur ein einzelnes Medium, sondern ein ganzes System mit technischen, didaktischen, medizinischen und methodischen Aspekten bewertet wird [33]. Warum braucht man Qualitätsprüfungen bei computerunterstützten Lernhilfen, während man bei Lehrbüchern auch ohne sie auskommt [127]? Gründe dafür sind z. B. die im Vergleich höheren Erwartungen der Benutzer an den Computer als Experten oder der oft fehlende Bezug zu Autorennamen, die für Qualität bürgen. Es ist auch schwierig, sich schnell einen Überblick über das Programm zu verschaffen [16], da man dazu eine längere Sitzung am Computer absolvieren müßte. Zudem ist die Bedienung eines Computers im Gegensatz zur Handhabung eines Buches viel komplexer; darüber hinaus umfaßt sie wesentlich erweiterte Funktionalitäten, die innerhalb verschiedener Produkte meist variieren. Oft dienen CBT-Programme auch der Einübung von Standards in der ärztlichen Versorgung; gerade an diesen Bereich sind jedoch besonders hohe Qualitätsanforderungen zu stellen. Im Rahmen der vorliegenden Dissertation wurde ein Modell zur Qualitätsprüfung für medizinische CBT-Programme entwickelt [1] und am Beispiel von MicroPat getestet [124].

4.1 Studienziel

Ziel der Studie war es, den Lernerfolg des Programms im Vergleich zu den bei der Vorbereitung auf die Histopathologie-Testate üblicherweise verwendeten Lehrbüchern zu messen. Dabei wurde in einer realen Prüfungssituation, nämlich dem Präparate-Erkennen am Mikroskop, ein Testat durchgeführt. Im Gegensatz zu der üblichen Praxis wurden gänzlich unbekannte Präparate vorgelegt, d. h. die Probanden mußten sich den Stoff selbständig mit Hilfe von Büchern bzw. mit dem Programm ohne tutorielle Hilfe erarbeiten. Die Studie sollte deshalb auch feststellen, ob die Studenten mit Hilfe dieses Mediums die Fähigkeit des „Mustererkennens“, auch „pattern recognition“ [96] genannt, am unbekanntem Präparat besser erlernen; diese Befähigung ist eine Voraussetzung für diagnostische Entscheidungen in der Pathologie – Unter den Begriffen „pattern recognition“ und „Mustererkennung“ versteht man auch Beschreibungen der digitalen Bildverarbeitung [21] –. Darüber hinaus sollten mit der Studie die individuelle Sicherheit bei der Diagnosefindung und die subjektive Einschätzung des Programms mit Hilfe eines Fragebogens erfaßt werden.

In diesem Zusammenhang ist auf das Fehlen einer einheitlichen, allgemein akzeptierten Definition des Begriffs „Evaluation“ hinzuweisen. Viele Studien bezeichnen sogenannte Meinungsumfragen, die lediglich durch Ausrechnen relativer Häufigkeiten oder von Mittelwerten gekennzeichnet sind, als Evaluation. Exakter gebraucht man diesen Begriff im Rahmen von biometrisch kontrollierten Vergleichsstudien [35] [95]. Im Fall von MicroPat sollte eine Verbindung zwischen den Fragebogenelementen und den Ergebnissen der realen Prüfung am Mikroskop erfolgen. Angesichts der Mehrdeutigkeit der Begriffe Multimedia und Evaluation kann

keine systematische Übersicht über die Ergebnisse von Multimedia-Evaluationsstudien vorgelegt werden [33].

Wählt man einen theoretischen Ansatz des Instruktionsdesigns [32] [104] zur Beschreibung des Evaluationsziels, so unterscheidet man ein präskriptives und deskriptives Modell. Im Gegensatz zur präskriptiven Methode, die zeigen soll, wie eine gute Lehrmethode aussieht, wird in der vorliegenden Studie mit Hilfe des deskriptiven Modells evaluiert, welche der gewählten Lehrmedien zu einem größeren Erfolg führt (siehe Abb. 35). Die Methoden sind durch die Lernumgebung, das Lernfeld und das CBT-Programm gekennzeichnet, und das Lernergebnis ermöglicht Aussagen über Wissen, Akzeptanz [94] und Motivation. Als dritter Bereich in diesem Modell werden weitere Faktoren dargestellt, die das System beeinflussen, wie z. B. das Lernthema oder spezifische Eigenschaften des Lerner [132].

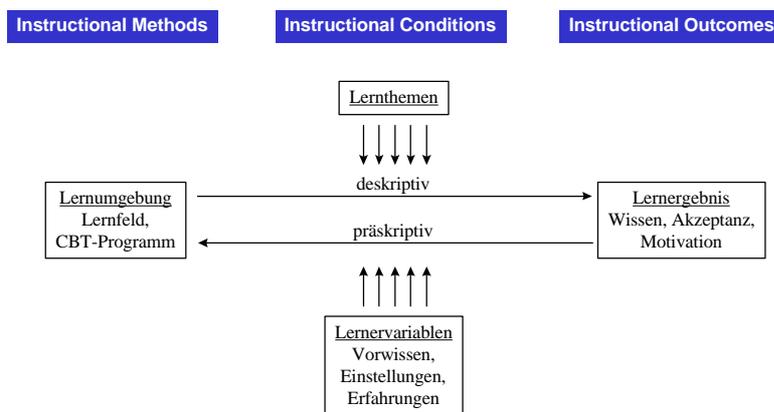


Abb. 35: Modifiziertes Evaluationsmodell nach einem theoretischen Ansatz des Instruktionsdesigns [32] [104]

4.2 Studiendesign

Die Evaluation wurde mit 72 freiwilligen Probanden aus dem ersten klinischen Studienabschnitt durchgeführt, das Kollektiv der Probanden entsprach somit der Zielgruppe des Programms [23]. Während der Studie war der Atlasteil des Systems aktiviert, und die Navigation war nur innerhalb des Themenbereichs möglich, der im Sinne der Evaluationsstudie bearbeitet werden sollte. Diese Einschränkung erfolgte, um nicht unterschiedliche Lernszenarien, nämlich das exploratorische und das expositorische Lernen, zu vermischen. Außerdem sollten die Studenten nicht durch zu viele Programmfunktionen abgelenkt oder zum unnötigen „Spielen“ verleitet werden, was das Evaluationsergebnis sicher in Frage gestellt hätte. Auf zusätzliche Lernpfade wurde auch deshalb verzichtet, um einen a priori-Vorteil des Programms aufgrund redundanter Informationen zu vermeiden.

Die Studenten wurden randomisiert zwei Gruppen zugeordnet. Eine Gruppe sollte den Themenbereich A (Prostatakarzinom, invasiv lobuläres Mammakarzinom, invasiv duktales Mammakarzinom und Komedokarzinom) ausschließlich mit Büchern und den Themenbereich B (Adenomyomatose, Mastopathie, Fibroadenom und Gallertkarzinom) zunächst mit dem Computerprogramm und nur zusätzlich fakultativ mit Büchern bearbeiten. Die andere Gruppe sollte umgekehrt verfahren. In der Studie kam somit ein Crossover-Versuchsplan [73] [128] [149] zum Einsatz (siehe Abb. 36). Jeder Student hatte für das Studium mit dem Computer und mit den Büchern nacheinander je 50 Minuten zur Verfügung. Um Residualeffekte (Carryover-, Nach-, Überhangs-, Übertragungseffekte) zwischen der Reihenfolge der Bearbeitung mit Bü-

chern und dem Computer zu vermeiden, wurde die Lernfolge in den Gruppen variiert. Die Aufteilung erfolgte auch hier randomisiert zu gleichen Teilen. Die Vorbereitung mit Büchern fand in einem gesonderten Raum statt. Nach der Vorbereitung mußten die Studenten aus den beiden Themenbereichen je drei unbekannte Präparate mit Hilfe des Mikroskops diagnostizieren. Es wurden vier verschiedene Prüfungsformen verwendet, die jeweils gleich häufig eingesetzt wurden; die Zuordnung der Probanden zu den einzelnen Prüfungsformen erfolgte zufällig. Die Probanden wurden nach der Diagnose und zusätzlich auf einer dreistufigen Skala (siehe Tab. 11) nach der Sicherheit ihrer Aussage gefragt. Weiterhin sollten die Studenten per Fragebogen (siehe 6.5, 6.6, 6.7) 17 Fragen über die eigenen Computerkenntnisse, zur Beurteilung der Bilder, der Texte und des Programms allgemein beantworten. Die Bewertung erfolgte, um die Auswertung zu vereinheitlichen, zu vereinfachen und übersichtlicher zu gestalten [101], auf einer Ordinalskala von eins (= „sehr gut / absolut richtig“) bis fünf (= „sehr schlecht / absolut falsch“). Die Datenerhebung wurde streng kontrolliert, und dabei wurde besonders darauf geachtet, daß während der Prüfung kein Meinungs austausch zwischen den Probanden stattfand oder unerlaubte Aufzeichnungen verwendet wurden.

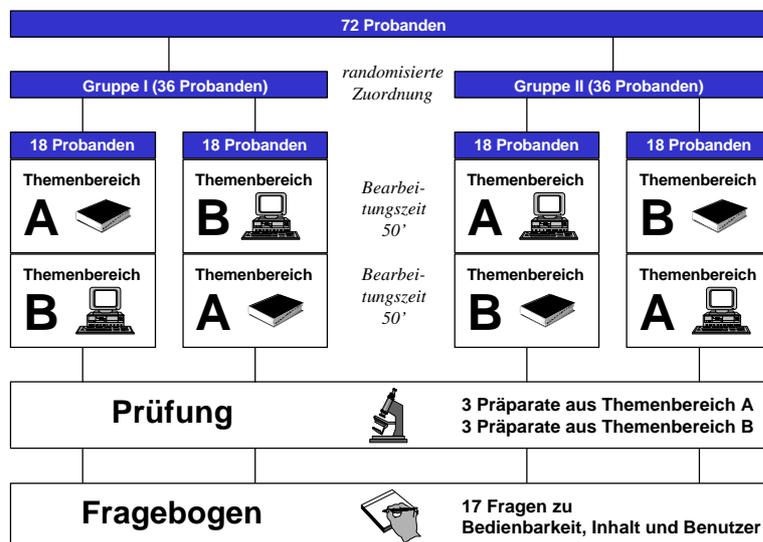


Abb. 36: Ablauf der Evaluationsstudie des Histopathologie-Programms MicroPat

Zur Durchführung der Evaluationsstudie war es notwendig, gute Rahmenbedingungen zu schaffen. In Zusammenarbeit mit dem Rechenzentrum der Universität Freiburg (URZ) konnte den Studenten für die Dauer einer Woche jeweils nachmittags ein Computerpool mit zwölf Pentium-Rechnern 133, 17"-Monitoren und je einer Maus zur Verfügung gestellt werden. Das Programm lief nach lokaler Client-Installation mit einer Auflösung von 1024 x 768 Bildpunkten und einer Farbtiefe von 64K Farben bzw. High Color / 16 Bit auf dem Betriebssystem IBM WIN/OS2 3.1, einem Microsoft Windows 3.1-Analogon. Der Vorbereitungsraum für das Lernen mit Büchern befand sich direkt neben dem Computerraum, was eine erhebliche Erleichterung in der Durchführung darstellte. Neben der technischen Ausstattung war es auch notwendig, die entsprechende Standardliteratur [52] der „Allgemeinen Pathologie“ und der Histopathologie bereitzustellen (siehe 8, 9). Dies verhinderte eine nicht adäquate Auswahl eines Lehrbuchs, wobei die Unsicherheit im Umgang mit einem Buch, das der Proband vorher nicht verwendet hat, in Kauf genommen wurde. Darüber hinaus wurde eine Übersichtsliste mit den Seitenangaben der Prüfungsgebiete ausgelegt, um den Zeitvorteil, den die Computerbenutzer beim Auffinden der entsprechenden Themen haben, auszugleichen. Für die Programmbedienung gab es eine Kurzhilfe, eine Einweisung in das Programm fand bewußt nicht statt. Wäh-

rend des gesamten Evaluationszeitraums war in jedem Raum eine Aufsichtsperson bzw. ein Ansprechpartner anwesend.

Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem statistischen Programmpaket SAS in der Version 6.11.

Angabe	Gewichtung
„Ich bin bei meiner Diagnose ganz sicher.“	3 Punkte
„Ich bin mir nicht so ganz sicher.“	2 Punkte
„Ich habe bei meiner Diagnose geraten.“	1 Punkt

Tab. 11: Lineares Scoremodell zur Gewichtung der individuellen Sicherheitsangaben des Probanden

4.3 Ergebnisse und Diskussion

- *Eine aussagekräftige, aber nicht repräsentative Studie*

Aus einer Gesamtheit von 237 Studenten konnten 72 für die Evaluation gewonnen werden, was unter den statistischen Bedingungen eines bezüglich der erreichten Punktzahl nicht normalverteilten Kollektivs eine eher geringe Zahl ist. Da die Teilnahme freiwillig war, kann die Stichprobe nicht als repräsentativ betrachtet und eine mögliche Überrepräsentation PC-erfahrener Studenten nicht ausgeschlossen werden. Als wesentlichen Grund einer Nicht-Teilnahme muß man allerdings auch die zeitliche Terminierung auf die letzte Semesterwoche und die Kollision mit Prüfungsvorbereitungen in Betracht ziehen. Durch eine Verlosung von Lehrbüchern unter den Probanden wurde jedoch ein zusätzlicher Anreiz für die Teilnahme geschaffen. Zweifellos wäre es besser, eine solche Evaluationsstudie als obligaten Bestandteil in den scheinpflichtigen Kurs „Allgemeine Pathologie“ zu integrieren. Eine Gruppe von 72 Personen aus einer Gesamtheit von 237 ist aber immerhin so groß, daß damit unter Verwendung eines Crossover-Versuchsplans relevante Aussagen über eine bedeutende Untermenge von 30% getroffen werden können.

- *Deutlicher Vorteil für MicroPat nur bei der Analyse der Scores – MicroPat gleichwertig zu traditionellen Medien*

Die Sicherheitsangaben der Probanden wurden mit den in Tabelle 11 aufgeführten Punkten je nach richtiger oder falscher Lösung mit positivem oder negativem Vorzeichen in die Auswertung miteinbezogen. Nur unter Berücksichtigung dieses individuellen Sicherheitsscores läßt sich zeigen, daß 58.3% der Probanden mit dem Computer bessere Resultate erzielen konnten, 31.9% mit Büchern besser zurechtkamen und 9.7% der Studenten in beiden Prüfungsabschnitten gleich gut abschnitten (siehe Tab. 12). Nach dem Vorzeichentest bzw. McNemar-Test sind die Ergebnisse auf einem Niveau von $\alpha=0.05$ signifikant (siehe Tab. 13). Der Wilcoxon-Test konnte die Signifikanz ebenfalls bestätigen (siehe Tab. 13). Bildet man unter Berücksichtigung der unveränderten Lernleistungen die Differenz zwischen dem Computerergebnis und dem Buchresultat, so ergibt sich insgesamt für das Computerlernen ein Vorteil von annähernd 17%.

Methode	Richtig-Falsch-Analyse	Scoresystem
besser mit Computer	0.361	0.583
besser mit Buch	0.250	0.319
kein Unterschied	0.389	0.097

Tab. 12: Ergebnisse des besseren Abschneidens nach Lernmethode

Wurden bei der Analyse nur Richtig- und Falschdiagnosen berücksichtigt, konnte die Signifikanz trotz eines leichten Vorteils für MicroPat im Vergleich zur konventionellen Testatvorbereitung (36.1% gegenüber 25.0%, kein Unterschied 38.9%) nicht erreicht werden (siehe Tab. 12) (siehe Tab. 13).

Beim Vergleich vieler Evaluationsresultate stellte sich heraus, daß die mit traditionellen Medien und CBT erzielten Ergebnisse generell gleich sind, wenn für das Studium der Themen jeweils dieselbe Zeit zur Verfügung gestellt wurde [57]. Diese Tendenz ist auch hier deutlich erkennbar.

Methode	korrekte Diagnosen [0;3]	Scoresystem [-9;9]	Sicherheit [-9;9]
Computer	1.97	2.59	6.35
Buch	1.85	1.53	5.92
Buch + Computer	3.82	4.12	12.27
	nicht signifikant p=0.37 (Wilcoxon) p=0.29 (McNemar)	signifikant p=0.04 (Wilcoxon) p=0.02 (McNemar)	signifikant p=0.03 (Wilcoxon)

Tab. 13: Arithmetische Mittel und Signifikanzen der Ergebnisse bei drei Prüfungspräparaten nach Lernmethode

Die Berücksichtigung von Sicherheitsscores hat sich dennoch als sinnvoll herausgestellt, da die Ergebnisse in ihrer Qualität differenzierter betrachtet werden können und Tendenzen in der Fragenbeantwortung klarer werden (siehe Tab. 13). Wie sich zeigte, müssen Aussagen auf der Grundlage dieser Scores zurückhaltend bewertet werden, wenn das Abschneiden bei beiden bearbeiteten Themenbereichen – wie in unserer Studie – beträchtliche Unterschiede aufweist und die Sicherheit von Aussagen offenbar durch das neue Lernmedium „Computer“ beeinflusst wird. Deshalb muß der Score-Betrachtung eine rein objektive Lernerfolgskontrolle im Sinne einer Richtig-Falsch-Analyse gleichberechtigt gegenübergestellt werden. In der vorliegenden Untersuchung wurden die Scorepunkte nach einem linearen Modell vergeben (siehe Tab. 11), das für diese Studie geeignet erschien. Es ist jedoch für jede Evaluation neu zu prüfen, welche Punkteabstufung und -gewichtung verwendet wird, da durch eine ungeeignete Wahl der Skala auch Signifikanzen künstlich erzeugt werden können. Darüber hinaus wäre es auch gut, mit Hilfe eines Eingangstests oder von subjektiven Angaben das tatsächliche Vorwissen [120] der Probanden zu ermitteln.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß MicroPat im Vergleich mit traditionellen Medien wie Büchern gut bestehen kann, was sich auch mit den Ergebnissen von Metaevaluationen an anderen Stellen deckt [32] [41]. Es wäre fast vermessen, eine deutliche Steigerung des Lernerfolgs mit Computern zu erwarten, da man damit bisherigen erfolgreichen Lernkonzepten ihre Berechtigung absprechen würde. Die Aneignung von Wissen kann auf verschiedene Weise

erfolgen. Das Kennzeichen adaptiver Lernmedien ist die Beherrschung vieler Unterrichtsmethoden, die je nach Lerntyp verwendet werden sollten [120].

Die Fähigkeit des „Mustererkennens“ konnte bei dieser Evaluation nicht ausreichend untersucht werden. Um sinnvolle Ergebnisse zu erhalten, ist es notwendig, das Vorwissen jedes einzelnen Studenten aus dem Semesterverlauf zu bestimmen, da es sich hier um ein Wissen handelt, das erst durch regelmäßiges und kontinuierliches Lernen erworben wird. Zu diesem Zweck wäre eine andere Art der Lernerfolgskontrolle notwendig. Die Evaluationsstudie läßt auch vermuten, daß ein Wissensgewinn sich eher langfristig einstellt, da die Probanden bei Präparaten, die nicht schon makroskopisch oder durch Übersichtsvergrößerungen erkennbar waren, zum Teil überfordert waren. Daß die Trefferquote mit 3.82 von 6 möglichen Punkten (siehe Abb. 37) (siehe Abb. 38) doch relativ hoch war, liegt unter Umständen an der hohen Ratewahrscheinlichkeit, die zwischen 12.5% und 33.3% liegt.

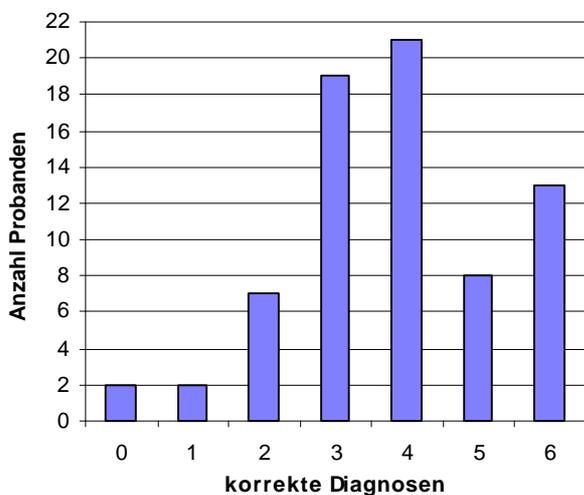


Abb. 37: Anzahl der korrekten Diagnosen nach Probanden

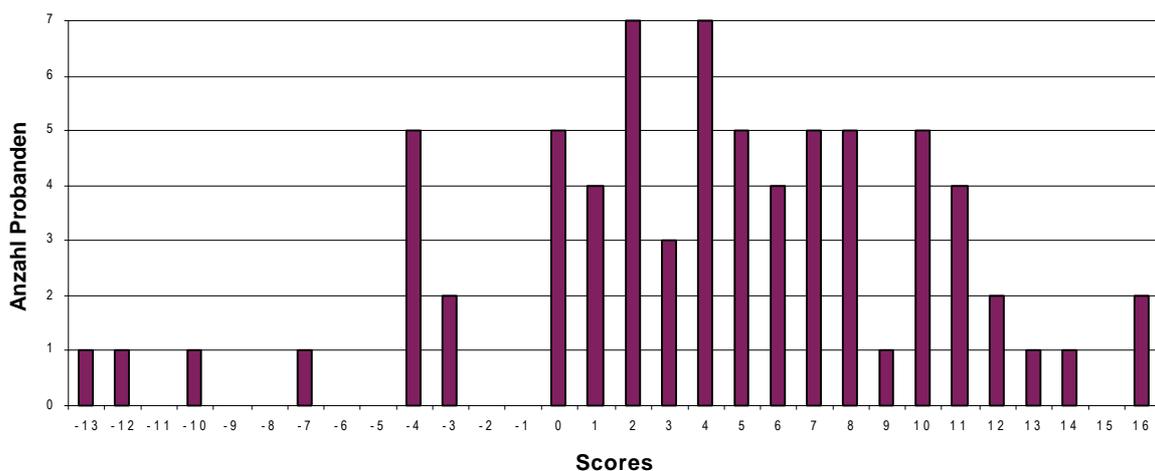


Abb. 38: Scores nach Probanden

- *Leichte und schwere Themenbereiche*

A priori waren die Prüfungsgebiete so ausgewählt, daß es möglichst zusammenhängende Themen waren, daß alle Organsysteme paritätisch verteilt und somit Verwechslungsmöglichkeiten gleichermaßen gegeben waren. Der Dozent hatte beide Themenbereiche als gleich schwer beurteilt. Nach der exakten Kontrolle der erreichten Punktzahlen (siehe Abb. 39) (siehe Tab. 14) stellte sich heraus, daß die Themenbereiche unterschiedlich schwer waren. Die Probanden schnitten im Themenbereich B (Adenomyomatose, Mastopathie, Fibroadenom und Gallertkarzinom) wesentlich besser ab. Der Grund für die schlechteren Resultate bei der Bearbeitung von Themenbereich A liegt vor allem im Vertauschen der Präparate „Invasiv lobuläres Mammakarzinom“ und „Invasiv duktales Mammakarzinom“. Die besten Ergebnisse wurden beim „Fibroadenom“, die schlechtesten beim „Invasiv duktales Mammakarzinom“ erreicht. Da die Karzinome im Vergleich zu anderen Präparaten durchwegs weniger gut diagnostiziert wurden, kann man vermuten, daß das Verständnis für diese Präparate einen höheren zeitlichen und didaktischen Mehraufwand erfordert. Es war auch auffällig, daß das Diagnostizieren der Präparate, die erst in höheren Vergrößerungsstufen eindeutig zu identifizieren waren, zu schlechteren Ergebnissen führte. Inhaltliche Fehler in den Büchern und im Programm konnten ausgeschlossen werden.

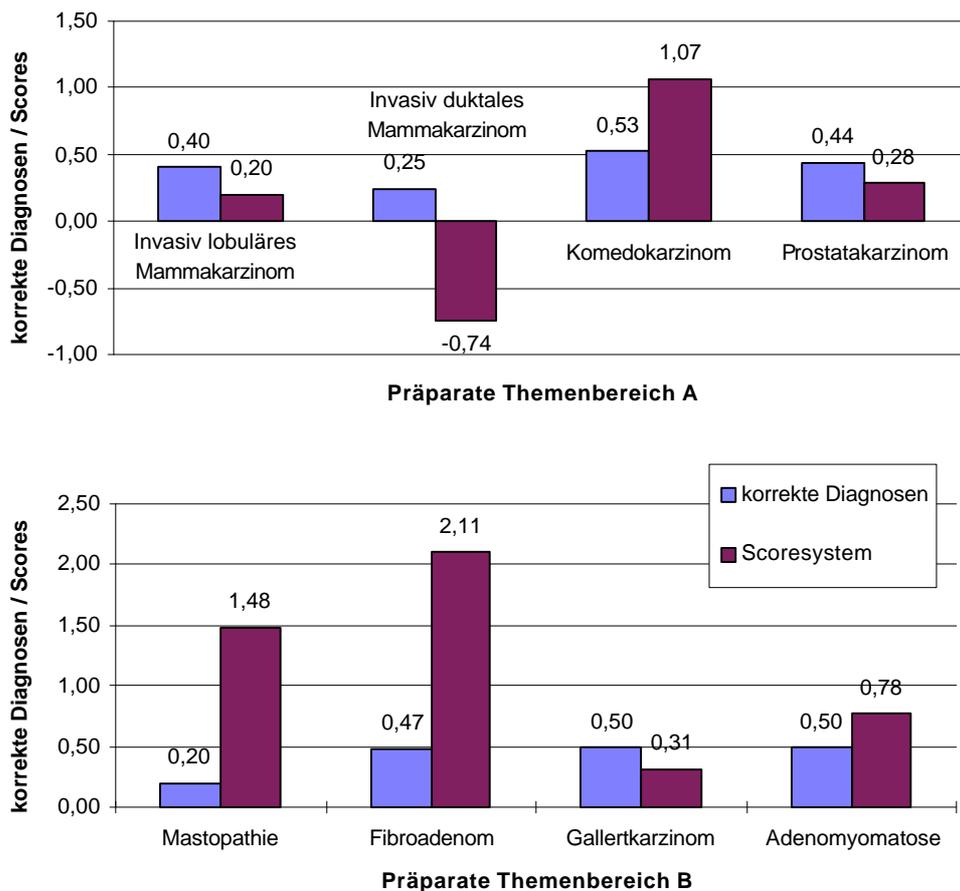


Abb. 39: Anzahl der korrekten Diagnosen und Scores nach Präparaten

Themenbereich	Präparat	korrekte Diagnosen [0;1]	Scoresystem [-3;3]	Sicherheit [1;3]
A [n=54]	Invasiv lobuläres Mammakarzinom	0.40	0.20	1.76
	Invasiv duktales Mammakarzinom	0.25	-0.74	1.78
	Komedokarzinom	0.53	1.07	2.19
	Prostatakarzinom	0.44	0.28	1.91
A [n=72] (Median)		1.62 (1.0)	0.61 (0.0)	5.73 (6.0)
B [n=54]	Mastopathie	0.20	1.48	2.33
	Fibroadenom	0.47	2.11	2.48
	Gallertkarzinom	0.50	0.31	1.87
	Adenomyomatose	0.50	0.78	2.04
B [n=72] (Median)		2.20 (2.0)	3.51 (4.0)	6.54 (7.0)
A + B [n=72]		3.82	4.12	12.27

Tab. 14: Arithmetische Mittel und Mediane der Ergebnisse nach Präparat und Themenbereich

- *Computerlerner sicherer in ihrer Diagnose*

Zusammen mit dem Befund, daß für das Computer-Lernen signifikant höhere Sicherheitsangaben (Wilcoxon, $\alpha=0.05$) vergeben wurden (siehe Tab. 13), unabhängig davon, ob die Antworten sich danach als richtig oder als falsch erwiesen, wird deutlich, daß die höheren Scores im wesentlichen durch höhere subjektive Sicherheit bedingt sind. Damit ist auch erklärt, warum die höheren Scorepunktzahlen nur bei der „leichteren“ Präparategruppe erreicht wurden. Während bei der „schwereren“ Gruppe mit einem Median von Null sich positive und negative Effekte die Waage halten, liegt der Median bei der „leichteren“ Gruppe bei 4; der Median bei den richtig diagnostizierten Präparaten liegt jedoch bei 1 bzw. 2 (siehe Tab. 14). Die Vergabe höherer Scores für das „Computer-Lernen“ ist vermutlich auf das Bewußtsein der Probanden zurückzuführen, daß MicroPat evaluiert werden sollte, und auch darauf, daß das Medium Computer möglicherweise eine trügerische Sicherheit vermittelt. Dies gilt vor allem für computerunerfahrene Probanden, da mit Zunahme der Computervorkenntnisse die Vergabe von hohen Sicherheitsscores abnimmt (Spearman'scher Korrelationskoeffizient -0.27). Um diese falsch hohen Werte zu eliminieren, empfiehlt sich eine Anpassung der Computervorkenntnisse z. B. in Form von Programmeinführungen. Unter Umständen erhöht sich dadurch und wegen des generell besseren Abschneidens von computererfahrenen Probanden (Scoresystem: Spearman'scher Korrelationskoeffizient 0.26 / Richtig-Falsch-Analyse: Spearman'scher Korrelationskoeffizient 0.33) auch die Anzahl richtiger Diagnosen. Eine langfristige Verbesserung der Lernleistung durch lernpsychologische Effekte als Folge des stärker ausgeprägten Sicherheitsgefühls ist nicht auszuschließen.

- *Varianzanalyse zum Ausschluß von Wechselwirkungen*

Da keine Normalverteilungen vorlagen – die summierte Score-Variable ist am ehesten als binomialverteilt auf einem Träger von -9 bis $+9$ zu beschreiben –, wurde eine Winkeltransformation (Arcus-Sinus-Transformation) [111] vorgenommen, um die erhaltenen Werte dann einer Varianzanalyse zu unterziehen. Hierbei konnten Wechselwirkungen mit folgenden Variablen ausgeschlossen werden: Prüfungstag, Reihenfolge der Bearbeitung, Auswahl der Präparate. Dagegen fiel auf, daß die Aufteilung in einen leichten und einen schweren Themenbereich nur

bei den Präparaten der Computergruppe hochsignifikant ist ($\alpha=0.001$); für die Buchgruppe läßt sich diese Wechselwirkung nicht nachweisen.

- *Fragebogen als Ergänzung zum histopathologischen Testat*

Als Ergänzung zum Hauptstudienziel, der Frage nach dem Erfolg in einer histopathologischen Prüfung, wurden die Probanden aufgefordert, einen Fragebogen (siehe 6.7) auszufüllen. Hierbei stand eine Skala von eins (= „sehr gut / absolut richtig“) bis fünf (= „sehr schlecht / absolut falsch“) zur Verfügung.

Die Auswertung des Fragebogens ergab (siehe Abb. 40), daß die Bedienbarkeit und die Schnelligkeit des Programmes durchschnittlich mit der Note 1.5 bewertet wurden; die Bilder wurden mit 1.8 Punkten, Umfang und Qualität der Texte mit 2.4 Punkten bewertet. Insgesamt fällt auf, daß für die einzelnen Elemente innerhalb der Bereiche Programmhandling, Bilder, Texte immer sehr ähnliche Einschätzungen gegeben wurden. Mit Werten von durchschnittlich 1.6 hinterließ das Programm einen durchwegs guten bis sehr guten Gesamteindruck. Das Konzept, bewußt nicht alle Mittel, die in einer multimedialen Anwendung verwendet werden können (siehe 3.7.2.1), einzusetzen, wurde durch die Befragung bestätigt; die Interaktionsmöglichkeiten scheinen somit den Ansprüchen der Anwender angemessen zu sein.

Die Probanden halten ein zusätzliches Begleitheft zum Programm eher für nicht notwendig. Ob das Programm ein Buch für Histopathologie ersetzen kann, wurde sehr unterschiedlich beantwortet. Andererseits sind sich die Testpersonen weitgehend einig, daß ein Lernprogramm wie MicroPat nicht um ein elektronisches Lehrbuch für Pathologie erweitert werden sollte. Die Frage nach einem angemessenen Preis für MicroPat erfüllte eher den Zweck einer Marktsondierung im potentiellen Kundenkreis. Auch wenn die Antworten recht unterschiedlich ausfielen, scheint bei den Studenten die Bereitschaft groß zu sein, bis zu DM 100.- für eine Histopathologie-CD-ROM zu bezahlen.

Die Frage nach den klinischen Aspekten ist gerade im Hinblick auf das problemorientierte Lernen (POL) sehr wichtig [42]. Eine deutliche Mehrheit der Studenten sprach sich für die Einbeziehung klinischer Lehrinhalte in einen histopathologischen Atlanten aus. Trotz dieses klaren Votums wurde vom Programmautor die Beibehaltung des Textfelds „Klinik“ in MicroPat für die hier diskutierte Version abgelehnt (siehe 3.1).

Eine Korrelation der „Einschätzung der eigenen Computerkenntnisse“, die alle Merkmalsausprägungen aufwies und insgesamt durchschnittlich war (siehe Abb. 40), mit der Differenz des Lernerfolgs („Computer-Lernen“ minus „Buch-Lernen“) findet sich nicht (Spearman'scher Korrelationskoeffizient 0.04). Dasselbe Ergebnis erhält man auch unter Vernachlässigung der Scores (Spearman'scher Korrelationskoeffizient 0.03). Die Tatsache, daß bei der Konzeption von MicroPat weitestgehend Standards berücksichtigt wurden, die in lernergesteuerten Systemen [9] verbreitet sind, so z. B. eine einfache Menüstruktur, die Symbolik der Steuerelemente oder Navigationsmöglichkeiten, unterstützt den statistischen Befund, daß die unterschiedliche technische Versiertheit der Probanden das Abschneiden beim Lernen mit MicroPat nicht beeinflußt. Daneben fällt jedoch auf, daß computerkundige Studienteilnehmer generell bessere Prüfungsergebnisse erzielen.

Die Freude am Arbeiten mit dem PC hat keinen Einfluß auf die Lernleistung. Nach ihrer eigenen Einschätzung glauben die Studenten, daß sie mit einem Computer nur teilweise schneller und effizienter lernen. Eine Beeinflussung der Lernleistung kann jedoch infolge der Angst vor dem neuen System oder aufgrund von Begeisterung beim ersten Kontakt mit einem Computer

nicht ausgeschlossen werden [127]. Abhängigkeiten vom Prüfungstag und der Prüfungsform konnten nicht nachgewiesen werden.

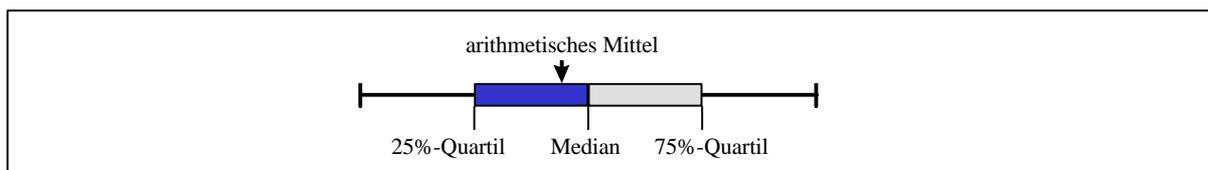
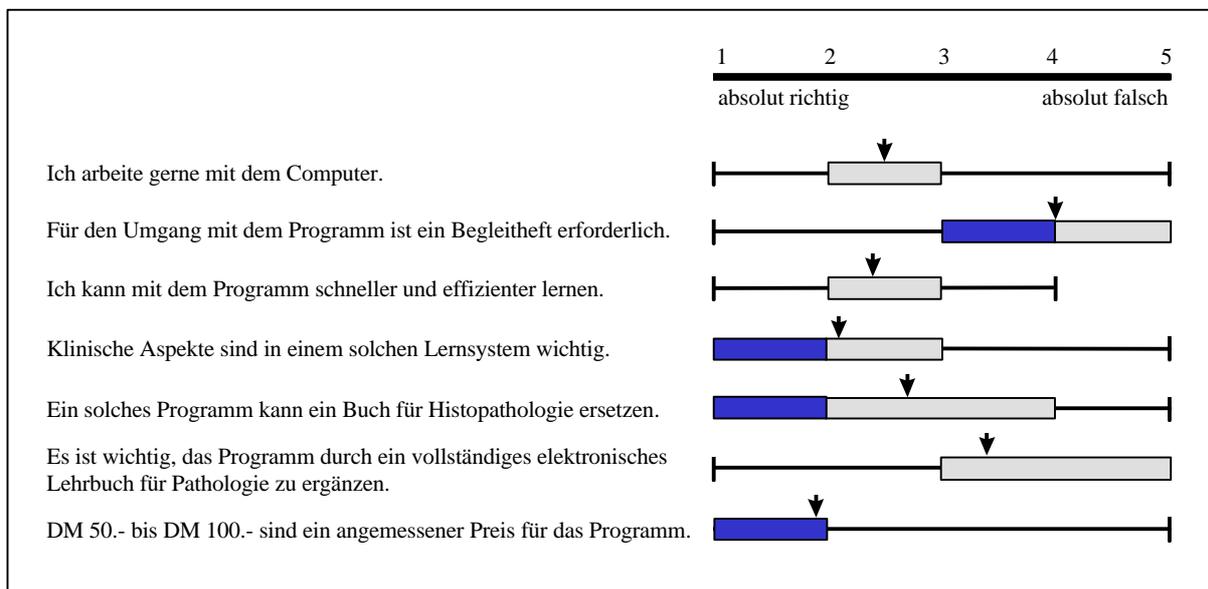
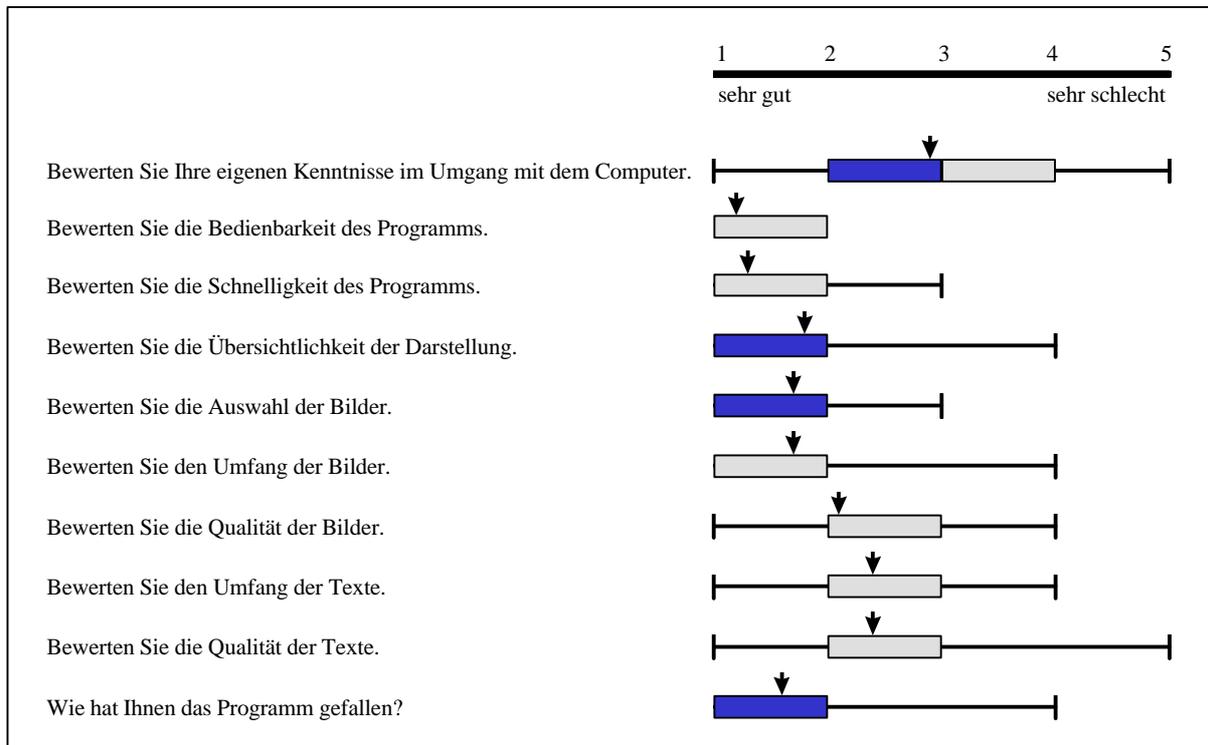


Abb. 40: Ergebnisse des Fragebogens als Boxplot [124]

- *Anregungen zur Verbesserung von MicroPat*

Über die Hälfte aller Probanden bemängelten bei den Bildern bzw. Objektivdaten des Mikroskops fehlende Maßstabsangaben zur vollständigen Charakterisierung von Bildern. Vergrößerungsangaben wurden jedoch aus mehreren Gründen nicht aufgenommen:

- Die Maßstabsangabe ist nur im Bild möglich, da bereits Bildschirm und Graphikkarte reale Proportionen verzerren. Sämtliche Dias hätten mit Maßstabsangaben aufgenommen und vor der Digitalisierung mit entsprechenden Relationen versehen werden müssen, was allerdings sehr zeitaufwendig gewesen wäre. Bei vielen Dias waren die Vergrößerungen auch nicht bekannt und hätten erst in einem langwierigen Verfahren rekonstruiert werden müssen.
- Die systematische Vergrößerung durch den Zoomeffekt (siehe 3.3.3.6) und die vergleichende Betrachtung mit anderen Strukturen innerhalb des Bildes, deren Größe einem Mediziner bekannt ist, vermittelt zudem ein Gefühl für Größenrelationen, ohne daß Angaben explizit genannt werden. Die meisten Bilder wurden ohnehin mit Standardobjektiven aufgenommen.
- Auch die gedruckte Fachliteratur verzichtet zum Teil auf exakte Vergrößerungsangaben [159]. So beinhalten die meisten Bildbeschreibungen meist nur semiquantitative Ausdrücke, wie z. B. schwache, mittlere oder Übersichtsvergrößerung.

Die Ergebnisse des Fragebogens lassen eine gute Akzeptanz des Programms bei den Studenten erkennen. Weitere wichtige Komponenten der Akzeptanz, wie z. B. der Einbau des Systems in bestehende Curricula oder der Einsatz in Lehrveranstaltungen [40], wurden nicht überprüft.

- *Bewährung des Crossover-Modells bei der Evaluation von MicroPat*

Da kontrollierte Evaluationsstudien meist fehlen [28] [61] oder schlecht vergleichbar sind [32] [134], wurde mit der Crossover-Versuchsplanung mit anschließender den realen Verhältnissen entsprechender Prüfung eine leicht durchführbare und dennoch aussagekräftige Validierungsmethode entwickelt. Das Crossover-Design eignet sich nur für bestimmte Fragestellungen und hängt sehr vom Studienziel ab. In der Regel wird dieses Evaluationsmodell verwendet, wenn man sich nur auf niedrige Probandenzahlen stützen kann. Im Gegensatz zu einer klassischen Evaluation mit Test- und Kontrollgruppe sind die Daten schneller zu bekommen, und die Ergebnisse zeigen eine höhere Kontrollierbarkeit der Störgrößen [35]. Da keine ethischen oder therapeutischen Fragen tangiert wurden und die Planungsphase kurz war, wurde auf einen expliziten Vortest verzichtet, zumal aus freien Befragungen und Bearbeitungen von mehreren Beta-Testern wichtige Hinweise zur Praktikabilität der Evaluation gewonnen werden konnten.

Ein Crossover-Versuchsplan weist mehrere Vorteile auf. Jeder Proband ist gleichzeitig Test- und Kontrollperson. So kann die Anzahl der benötigten Teilnehmer gegenüber anderen Studientypen mindestens halbiert werden. Da jeder Proband an allen Elementen der Studie teilnimmt, vermeidet man außerdem einige negative Effekte, wie z. B. den Motivationsverlust bei der Kontrollgruppe. Der Nachteil des Crossover-Verfahrens liegt in Perioden- und Residualeffekten [73].

Gravierende **Periodeneffekte** z. B. infolge von Ermüdung, eines Nachlassens der Motivation oder einer Veränderung der Prüfungsbedingungen während der Tage der Durchführung der Studie, konnten nicht nachgewiesen werden (siehe Abb. 41). Da bei einem Crossover-Versuchsplan immer interindividuelle Vergleiche vorgenommen und Wertdifferenzen berechnet

werden, können Periodeneffekte ohnehin weitgehend unberücksichtigt bleiben, denn der Wert der Differenz ist unabhängig vom absoluten Wertniveau.

Im Gegensatz dazu müssen **Residualeffekte** (Carryover-, Nach-, Überhangs-, Übertragungseffekte) je nach Ausprägung besonders genau untersucht werden [76]. In der MicroPat-Studie traten weder signifikante negative noch signifikante positive Residualeffekte auf (siehe Abb. 41); letztere können unter Umständen sogar die Aussagekraft einer Studie erhöhen [74] (siehe Abb. 41).

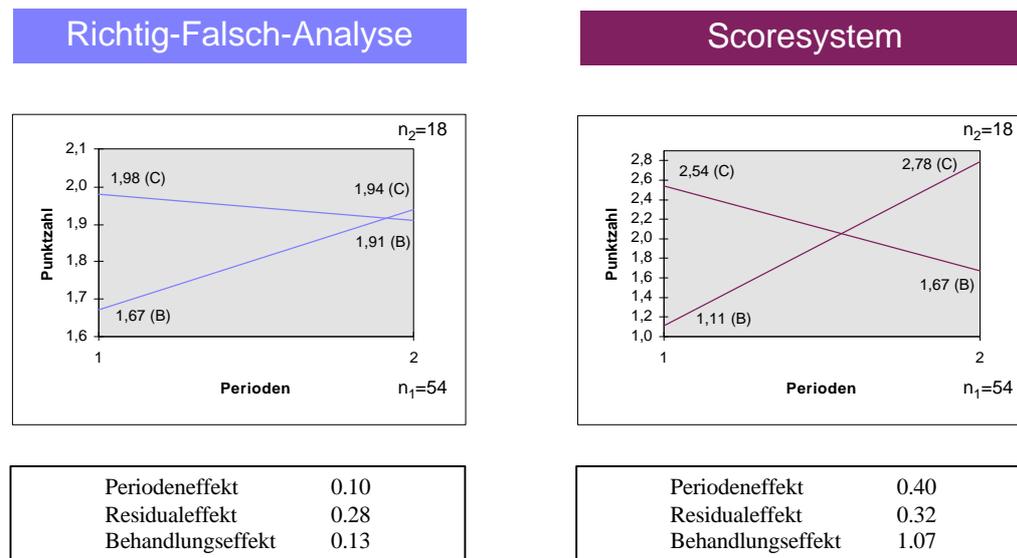


Abb. 41: Periodeneffekte, Residualeffekte und Behandlungseffekte der MicroPat-Evaluationsstudie (C=Computer, B=Buch, n_x =Anzahl der Probanden mit der Lernfolge $x=1$ für CB und $x=2$ für BC)

Andere Wechselwirkungen innerhalb der einzelnen Kollektive, wie z. B. unterschiedliche Prüfungstage oder unterschiedliche Prüfungspräparate, wurden in der statistischen Analyse nicht gefunden. Die Auswertung der Studie mit den jeweils üblichen Analysemethoden war transparent und konnte gut kontrolliert werden. Korrelationen der objektiven Zielgrößen mit den Ergebnissen des Fragebogens sind prinzipiell sinnvoll, aber schwer zu bewerten, da die Einfluß- und Entscheidungsgrößen in Fragebögen schlecht überprüfbar sind. Im Unterschied zur traditionellen Vorbereitung und zur realen Ausbildung hatten die Probanden keine Vorlesungen zu den Prüfungsthemen gehört und daneben auch keine Möglichkeit, einschlägige Präparate vor der Prüfung zu mikroskopieren. Die Vereinfachung des Evaluationsmodells schien aus studentischen und statistischen Gründen sinnvoll. MicroPat ist nicht als Ersatz der bisherigen Ausbildungsmethoden (siehe 1.2) gedacht, sondern ein **Supplementärmedium** zum klassischen Methodenspektrum (Vorlesung, Kurs, Buch). Das vorgestellte Evaluationsmodell erfüllt bestimmte multimedia-psychologische Anforderungen wie die Vermittlung eines umfassenden und interessanten Lernstoffs und ist durch keinen a priori-Vorteil für eine bestimmte Methode gekennzeichnet [51]. Insgesamt scheint diese Form der Evaluation medizinischer CBT-Systeme gut zur Standardisierung und damit zur vergleichenden Anwendung geeignet zu sein.

Es bleiben aber Fragen offen, die auch mit diesem Modell einer Evaluationsstudie nicht beantwortet werden. Das Evaluationsmodell wurde nicht auf seine Stabilität in Bezug auf unterschiedliche Lernformen getestet. Unter Umständen ist sogar der methodische Ansatz einer solchen Evaluation problematisch, da zwei unterschiedliche Medientypen, nämlich Buch und Computer, miteinander verglichen werden [120]. Daher ist es sinnvoll, weitere Studien inner-

halb desselben Mediums z. B. im Rahmen eines Vergleichs des exploratorischen mit dem expositorischen Lernen durchzuführen. Dies ist auch für die Entwicklung des integrierten Lernsystems von MicroPat wichtig. Ein Vergleich mit audiovisuellen Shows (siehe 1.2) ist ebenfalls zu erwägen. Eine Bestimmung moderierender Größen [8], wie z. B. habituelles Lernverhalten oder Examensangst, ist bis jetzt nicht erfolgt. Generell sollten auch Versuchsanordnungen diskutiert werden, die mehr als zwei Stichproben oder – anders als im vorliegenden Fall – mehr als zwei Lernszenarien in einem Modell [128] berücksichtigen. Da im verwendeten Veruchmodell nur kurzzeitige Lerneffekte erfaßt wurden, sind im Rahmen weiterer Studien auch Langzeitlerneffekte zu berücksichtigen. Da Lernleistung und Studierzeit den Kern von Evaluationen [40] bilden, könnte die Variation der Zeitvorgaben zu unterschiedlichen Lerneffekten führen [25]. Daneben ist die Stabilität des Systems bei weniger homogenen Datenbeständen in Frage zu stellen; bei der vorliegenden Studie konnte man von einem Idealfall ausgehen, da alle Daten ohne fehlende Werte [75] vorlagen und fast alle anderen Einflußgrößen, wie z. B. Prüfungsform oder Prüfungsfolge, absolut gleichmäßig verteilt waren. Weitere Einschränkungen betreffen unter Umständen die Praktikabilität des Systems bei großen Probandenzahlen und die Gültigkeit des Modells für unterschiedliche Typen medizinischer CBT-Programme. Es stellt sich auch die Frage nach der Anwendbarkeit des Modells bei differenzierteren Zielgrößen mit mehr Merkmalsausprägungen als einer richtigen oder falschen Diagnose [145]. Einer weiteren Entwicklung bedarf zudem die Abstimmung des Fragebogens mit dem Versuchsprinzip des Crossover-Designs. Es könnten z. B. mehr Kontrollfragen zur Verlässlichkeit der subjektiven Angaben des Probanden oder zusätzliche Fragen, die Korrelationen mit den objektiven Ergebnissen der Studie erlauben, integriert werden. Vielleicht ist auch der Einsatz computerunterstützter Dialogfragebögen [88] sinnvoll.

5 Zusammenfassung

Im Fach Medizin werden für den Bereich der universitären Lehre immer wieder neue didaktische Konzepte, darunter auch computergestützte Lernsysteme, gefordert. MicroPat ist ein solches Lernmedium zur Unterstützung des Kurses „Allgemeine Pathologie“ für Medizinstudenten der Universität Freiburg. Das Programm basiert auf mehr als 1300 makroskopischen, histologischen und elektronenmikroskopischen Photographien, die durch erklärende Texte ausführlich und inhaltlich exakt beschriftet sind. Über 600 weitere Texte werden in Form von Definitionen, Kurzcharakteristiken und Glossareinträgen zur Verfügung gestellt.

Der Zugriff auf die verschiedenen Krankheiten erfolgt über die topographische Zuordnung zu Organsystemen, über kausalpathogenetische Aspekte und über eine ausführliche Indexfunktion. Dem Atlas liegt ein Hypertext als Organisationsprinzip zugrunde; wichtige Elemente der Navigation im Sinne des virtuellen Mikroskopierens sind verschiedene Bildauswahlfunktionen und vor allem eine Zoomfunktion. Die Bedienung erfolgt mit der Maus und weitgehend auch mit der Tastatur. Weitere Funktionen sind das Anbringen eigener Anmerkungen, das Ausdrucken bestimmter Programminhalte, eine Kurzhilfe und eine Übersicht über gebräuchliche Färbemethoden in der Histopathologie.

Im Gegensatz zum Atlas, der mehr für das exploratorische Lernen geeignet ist, besitzt MicroPat eine Programmkomponente für das expositorische Lernprinzip. Tutoren können auf der Grundlage der Texte und des Bildmaterials des Atlanten individuelle lineare Lernsequenzen erstellen. Die Einbindung von Multiple-Choice-Fragen, Kommentaren und Referenzverweisen zu Kapiteln des Atlanten ist möglich. Darüber hinaus erlaubt das Programm eine zufallsgesteuerte Wissensüberprüfung. Der Computer erfüllt somit die Funktion eines elektronischen Tutors und Examinators.

Für die Weiterentwicklung von Bildungsstandards ist es notwendig, die Qualität neuer Lehr- und Lernmittel zu prüfen. Im Rahmen einer kontrollierten Studie mit 72 Studenten des ersten Semesters des klinischen Studienabschnitts wurde MicroPat mit Hilfe eines eigens dafür entwickelten Crossover-Versuchsplans auf die inhaltliche Leistungsfähigkeit und die Verbesserung der Lernleistung, auf seine Akzeptanz und auf Erweiterungsmöglichkeiten hin überprüft. Die Erfolgskontrolle am Mikroskop ergab, daß MicroPat im Vergleich zum traditionellen Wissenserwerb mit Büchern ein gleichwertiges Medium ist. Unter bestimmten Voraussetzungen findet man beim Computerlernen sogar eine signifikante Verbesserung der Lernleistung, deren Ausprägung und Signifikanz jedoch stark davon abhängt, ob man die Zahl der Richtig-Antworten allein auswertet oder zusätzlich einen vom Benutzer erfragten Sicherheitsscore der Analyse zugrunde legt. Hinweise auf ein methodenspezifisch besseres Abschneiden von computererfahrenen Probanden fanden sich nicht. In einem zusätzlichen Fragebogen, der mit statistischen Methoden ausgewertet wurde, beurteilten die Teilnehmer an der Evaluation das Programm MicroPat als geeignetes Lernmittel.

Evalescere necesse est! Zusätzliche Studien zur Messung der Qualität von medizinischen CBT-Systemen sind notwendig, insbesondere muß eine Standardisierung zur Vergleichbarkeit von Studien erfolgen. Das hier vorgestellte Evaluationsmodell soll dabei als Anregung dienen.

6 Anhang

6.1 Systemvoraussetzungen – Installation – Setup

Die Installation von MicroPat erfolgt durch den Aufruf von SETUP.EXE im Hauptverzeichnis; die Installationsdaten sind in der Datei MICROPAT.ASU abgelegt. Das Installationsprogramm fragt den Benutzer nach dem Verzeichnis, in dem MicroPat installiert werden soll, und nach den einzelnen Komponenten, welche berücksichtigt werden sollen. Die Bedienung folgt den üblichen Standards; sofern es gewünscht wird, legt das Installationsprogramm auch eine Programmgruppe an, die den direkten Aufruf von MicroPat und seinen Komponenten ermöglicht. Bei der Installation werden keine Systemeinstellungen verändert; zur korrekten Darstellung ist es jedoch notwendig, die Bildschirmeinstellung „kleine Schriften“ zu aktivieren, da das Autorensystem ToolBook andere Betriebsmodi nicht in vollem Umfang unterstützt. Die komplette Entfernung des Programms erfolgt durch das Löschen des MicroPat-Verzeichnisses und der Programmgruppe. MicroPat kann auch direkt ohne Installation aufgerufen werden (siehe 3.2) [122].

Bei der Konzeption von MicroPat wurde auf eine Optimierung der Beanspruchung von Systemressourcen besonders geachtet, wegen der großen Bilddatenmengen sind jedoch die Anforderungen an das Computersystem höher als bei manch anderen Programmen. Gute Arbeitsbedingungen erreicht man ab folgender Konfiguration: PC 486 DX2-66, 8 MB RAM, 4fach CD-ROM / alternativer Festplattenbedarf: 200 MB, Graphikkarte mit 256 Farben. Theoretisch läuft jedoch das Programm mit jedem Rechner, der den Microsoft Windows-Betrieb ab Version 3.1 erlaubt. Die Verwendung anderer Betriebssysteme ist aufgrund der fehlenden Unterstützung durch das Autorensystem ToolBook ausgeschlossen (siehe 3.7.3).

[Pfad] Programmpfad=C:\HPFULL Systempfad=C:\HPFULL\HPSYS Menuepfad=C:\HPFULL\MENUE Notizpfad=C:\HPFULL\nOTIZ OverviewPfad=C:\HPFULL\OVERVIEW PathwayPfad=C:\HPFULL\PATHWAY	[System] Tooltip=ON TooltipDelay=30 Legende=TabMik Notiz=ON Administrator=ON [Grafik] Resolution=AUTO Frame=OFF 256Optimierung=OFF
--	---

Abb. 42: Beispielhafte Konfigurationsdatei von MicroPat

Bei der Installation von MicroPat wird eine Konfigurationsdatei MICROPAT.CFG im Installationsverzeichnis angelegt (siehe Abb. 42). Im Abschnitt [Pfad] findet man Verweise auf die Lokalisation bestimmter Programmelemente. Die Abschnitte [System] und [Grafik] kennzeichnen die Parameter für bestimmte Programmoptionen und werden über das Setup-Programm (siehe Abb. 43) verwaltet, mit dem es möglich ist, MicroPat an den individuellen Rechner anzupassen:

- Der Systemadministratorzugriff erlaubt das Erstellen eigener Lernsequenzen.

- Die Tooltip-Anzeige kann ein- und ausgeschaltet werden; die Eingabe einer zusätzlichen Zahl, die eine rechner-spezifische Konstante darstellt, bewirkt eine Verzögerung der Anzeige dieser Kurzhilfe.
- „Anmerkungen bearbeiten“ ermöglicht es dem Nutzer, zu jeder Krankheit eigene Notizen anzulegen.
- „Standardlegende“ gibt an, welche Texte bei jeder Krankheit automatisch zuerst eingeblendet werden.
- Eine Optimierung der Farbpalette ist notwendig, wenn ein Computer nur 256 Farben (8 Bit) darstellen kann. Wenn man Mischfarben verwendet, die für eine Krankheit charakteristisch sind, können Flackereffekte beim Bildschirmseitenwechsel verhindert werden. Da diese kurzzeitige Falschfarbendarstellung hardwarebedingt ist und softwaremäßig nicht zu verhindern ist, stellt die Palettenoptimierung [19] nur eine Behelfslösung dar, die mit minimalen Bildqualitätseinbußen verbunden ist. Da für jede Krankheit eine eigene Palette generiert wurde, kommt es beim direkten Wechsel zwischen den Krankheiten trotz der Optimierung der Farbpalette zu Flackereffekten. Die Erstellung einer Gesamtpalette für alle Bilder war sowohl wegen der großen Anzahl verschiedenfarbiger Bilder als auch der Programm-beschränkungen von Palette Optimizer nicht möglich. Insgesamt sind Graphikeinstellungen, die mindestens 64K Farben (High Color / 16 Bit) unterstützen, besser als 256 Farben (8 Bit) geeignet; für das Lernprogramm gilt die Palettenoptimierung nicht.
- Das Fenster, in dem MicroPat läuft, kann wahlweise den gesamten Bildschirm oder auch nur einen Teil, der von einem Rahmen begrenzt wird, ausnutzen.
- Die „Standardgrafik“ gibt an, wie hoch die Bildschirmauflösung ist, die für die Darstellung benutzt wird. Bei der Einstellung „Automatisch“ bestimmt das Programm selbst die optimale Ausnutzung des Bildschirms, die übrigen Einstellungen erzwingen die gewählte Auflösung.

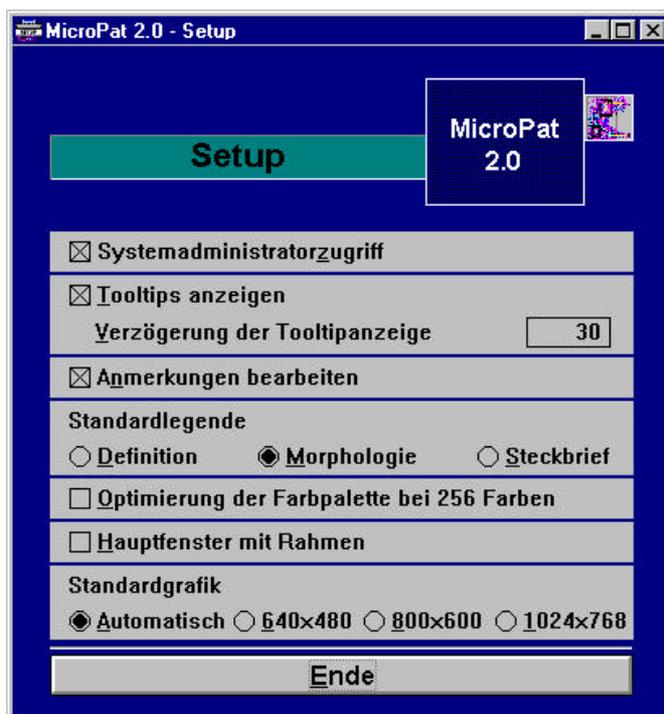


Abb. 43: Setup-Programm zu MicroPat

Der Einsatz von MicroPat als reine Fileserver-Version ist möglich, wobei die Funktionalität beim Erstellen von Anmerkungen und Lernpfaden von den Schreibrechten auf dem Server abhängt. Deshalb ist auch eine Installation möglich, bei der nur die unveränderlichen Teile des Programmes auf dem Server liegen, während die einzelnen Daten lokal auf dem Client-Rechner gespeichert sind. Probleme sind bei Netzinstallationen nicht aufgetreten, sofern nicht mehrere Nutzer auf dieselben Dateien gleichzeitig zugreifen. Die Installation auf Applikationsservern als echte Client-Server-Anwendung mit Clients für unterschiedliche Plattformen ist bis jetzt wegen der fehlenden Trennung zwischen Daten- und Präsentationsebene und aufgrund der begrenzten Möglichkeiten von ToolBook nicht möglich (siehe 3.7.3).

6.2 Übersicht über Datei- und Pfadstruktur von MicroPat

\		
	HP.EXE	Programmaufruf MicroPat (installierte Version)
	HPCD.EXE	Programmaufruf MicroPat (CD-Version)
	HPFULL.BMP	Logo MicroPat
	HPINFO.EXE	Aktuelle Informationen zu MicroPat
	HPSETUP.EXE	Programm zur Konfiguration von MicroPat
	MICROPAT.001	Installationsdatei: Programme, Menüs, ...
	MICROPAT.ASU	Installationsdatei: Installationsvorschrift, -protokoll
	MICROPAT.CFG	Konfigurationsdatei MicroPat (installierte Version)
	SETUP.EXE	Installationsprogramm
	TB40xxx.xxx	Programme und Programmbibliotheken ToolBook 4.0
	BUCH	Unterverzeichnis für alle Organsysteme / Krankheiten
	ENDO	Unterverzeichnis „Endokrines System“
	BASEDOW.TBK	Krankheit „Morbus Basedow“
	PHAE0.TBK	Krankheit „Phäochromozytom“
	STRUCOLL	Krankheit „Struma colloidosa“
	THYQUE.TBK	Krankheit „Thyreoiditis de Quervain“
	TOXADEN.TBK	Krankheit „Toxisches Adenom“
	HAUT	Unterverzeichnis „Haut“
	...	weitere Krankheiten
	HERZ	Unterverzeichnis „Kardiovaskuläres System“
	...	weitere Organsysteme
	HPSYS	Systemverzeichnis
	DISEASE.DBF	Index: Link-Referenzen (dBASE III-Datenbank)
	HPBUCH.SBK	Prozedurenbibliothek für Krankheiten
	HPFARBE.TBK	Modul „Färbungen“
	HPHELP.TBK	Modul „Hilfe“
	HPINDEX.TBK	Modul „Index“
	HPLEARN.TBK	Modul „Lernprogramm“
	HPLINK.TBK	Modul „Glossar“
	HPLIST.TBK	Liste aller Krankheiten
	HPONHELP.TBK	Modul „Tooltip“
	HPORGAN.SBK	Prozedurenbibliothek für Organverzeichnisse
	HPPRINT.TBK	Modul „Drucken“
	TERMS.DBF	Index: Schlagwortliste (dBASE III-Datenbank)
	ZOOMLIST.DAT	Daten für die Funktion „Alternativbild“
	MENUE	Unterverzeichnis für Menüsystem
	HPMAIN.TBK	Inhaltsverzeichnis
	HPPAT1.TBK	Kausalpathogenetisches Verzeichnis I
	HPPAT2.TBK	Kausalpathogenetisches Verzeichnis II
	HPENDO.TBK	Organverzeichnis „Endokrines System“
	HPHAUT.TBK	Organverzeichnis „Haut“
	HPHERZ.TBK	Organverzeichnis „Kardiovaskuläres System“
	...	weitere Organverzeichnisse
	NOTIZ	Unterverzeichnis für Anmerkungen
	BASEDOW.NOT	Anmerkungen „Morbus Basedow“
	PHAE0.NOT	Anmerkungen „Phäochromozytom“

STRUCOLL.NOT	Anmerkungen „Struma colloidosa“
...	weitere Anmerkungen
OVERVIEW	Unterverzeichnis für Bildvorschaudateien
OVENDO.TBK	Bildvorschaudatei „Endokrines System“
OVHAUT.TBK	Bildvorschaudatei „Haut“
OVHERZ.TBK	Bildvorschaudatei „Kardiovaskuläres System“
...	weitere Bildvorschaudateien
PALETTE	Unterverzeichnis für Farbpaletten
BASEDOW.PAL	Farbpalette „Morbus Basedow“
PHAEOPAL	Farbpalette „Phäochromozytom“
STRUCOLL.PAL	Farbpalette „Struma colloidosa“
...	weitere Farbpaletten
PATHWAY	Unterverzeichnis für Lernpfade
HPLLIST.DAT	Lernpfad: Namen, Dateien, Identifikationszahlen
HPLxxx.DAT	Lernpfad / Seiten: Name, Sequenz, Typ, Verweise auf Bilder und Kapitel im Atlas, Beschriftungspfeile, Lösungen, Identifikationszahlen
HPLxxx.TXT	Lernpfad / Seiten: Texte (RTF-Format), Identifikationsmarker
PWTMP	Temporäres Verzeichnis zur Sicherung von Lernpfaden
HPLxxx.xxx	Temporäre Sicherungsdateien von Lernpfaden

6.3 Qualitätskriterien für elektronische Publikationen in der Medizin

Dieser Entwurf eines Kriterienkatalogs für elektronische Publikationen in der Medizin ist das Resultat längerer Erfahrung mit elektronischen Medien in der Abteilung für Medizinische Informatik des Universitätsklinikums Freiburg.

Motiv für die Zusammenstellung von Qualitätskriterien war die Feststellung, daß „Neue Medien“ nach wie vor deutliche Mängel aufweisen. Wir erheben die Forderung nach Qualität bewußt aus der Benutzer- (Kunden-) Perspektive und gehen dabei von der Prämisse aus, daß die Chance der neuen Medien im Mehrwert an Effizienz und Motivation im Umgang mit fachlicher Information und im Erwerb von Wissen und Fertigkeiten liegt.

Die Kriterien verstehen sich nicht als „KO-Kriterien“, sondern als Leitlinien für künftige Projekte und als Grundlage für die Ausarbeitung von Checklisten für Begutachtungszwecke. Dabei hängt es vom jeweiligen Produkt ab, welche Kriterien überhaupt anwendbar sind. Viele der Bewertungspunkte sind nur auf Systeme mit didaktischem Anspruch anzuwenden, andere nur auf Multimediasysteme etc.. Da sich dies aus dem Kontext ergibt, wird im weiteren nicht gesondert darauf hingewiesen.

Viele Forderungen sind auf der Basis konkreter Negativ-Exempel entstanden. Dies bedingt auch wesentlich den Detaillierungsgrad des Kriterienkatalogs. Manche als banal erscheinende Punkte sind bewußt mit aufgenommen, wenn gegen sie häufig und mit gravierenden Auswirkungen auf die Benutzbarkeit der Anwendung verstoßen wird. Andere Bereiche sind dagegen eher oberflächlich behandelt, wenn für sie ohnehin eine gesonderte Qualitätsbetrachtung – unabhängig vom Bezug zu elektronischen Publikationen – zu fordern ist (Beispiel: fachliche Inhalte, Medientechnik).

Dieser Katalog enthält keine Hinweise zur Entscheidungsfindung, ob elektronische Publikationen überhaupt innerhalb von medizinischen Ausbildungs- und Lehrplänen, zur Patientenschulung oder als Bestandteile medizinischer Arbeitsplätze sinnvoll einzusetzen sind. Für den didaktischen Einsatz vorhandener Lernsoftware, sowie für die gezielte Entwicklung von Lernmodulen für den medizinischen Unterricht ist zu fordern, daß ein Implementierungskonzept erstellt wird und daß die Relevanz dieser Medien für die angestrebten Lerninhalte sichergestellt ist. Ähnliche Überlegungen sind auch für die Installation elektronischer Medien an medizinischen Arbeitsplätzen anzustreben.

Der Kriterienkatalog bedarf in seiner bisherigen Form (Version 2.3 – 24.10.1997) weiterhin kritischer Anmerkungen, Vorschläge, Anregungen und Literaturhinweise. Kommentare und Vorschläge sind willkommen [http://www.imbi.uni-freiburg.de/medinf/cbt_qk.htm]. Dem eigentlichen Kriterienkatalog wird ein Kapitel zur Begriffsbestimmung (Einschluß- und Ausschlußbedingungen) und ein Kapitel „Kategorisierung“ vorangestellt.

6.3.1 Begriffsbestimmung

CD-ROM-Technologie und Internet haben dazu geführt, daß ein rasch wachsendes Angebot medizinischer elektronischer Publikationen der Öffentlichkeit zur Verfügung steht. Die noch vor einigen Jahren strikte Trennung in Lehr- und Lernsysteme (CBT = computer based training), medizinische Datenbanken, wissensbasierte Systeme zur Entscheidungsunterstützung und elektronische Bücher läßt sich nicht mehr aufrechterhalten, seit Hypertext, Multimedia und Internet zu einer radikalen Neubewertung des Mediums Computer und einer zunehmenden Vermischung dieser Kategorien geführt haben.

Aufgrund der weitgehenden Vereinheitlichung bezüglich Plattformen, Datenträger und Vertriebskanälen erscheint es uns geboten, **Elektronische Publikationen in der Medizin** (im folgenden als EPM abgekürzt) als Gattung folgendermaßen zu definieren:

- Gegenstand von EPMs ist praktisches und theoretisches Wissen, bezogen auf die Medizin und Gesundheitswissenschaften.
- Zielgruppe sind in erster Linie in Gesundheitsberufen tätige, studierende oder auszubildende Personen. Ferner schließen wir auch Publikation medizinischen Inhalts ein, die sich an interessierte Laien und Patienten richten.
- EPMs dienen dem Erwerb, der Wiederholung sowie der Aufbereitung von medizinischem Wissen, Techniken und fachbezogener Information. Auch Werkzeuge zur Entscheidungsunterstützung zählen hinzu.
- Die Benutzung von EPMs ist an keine speziellen Computerkenntnisse gebunden.
- EPMs sind primär einzelnutzerbezogen, eine Anbindung an eine bestehende Kommunikations-Infrastruktur ist nicht Bedingung, oft jedoch zweckmäßig (wie im Fall von Verschlüsselungssoftware und Expertensystemen).
- EPMs sind Autorenprodukte. Definierte Personen oder Gruppen sind für die medizinischen Inhalte verantwortlich.
- „Publikation“ bedeutet, daß EPMs öffentlich verfügbar sind, was aber nicht heißen muß, daß es sich um kommerzielle Produkte handelt. Eine in sich abgeschlossene WWW-basierte Lernumgebung, WWW-basierte medizinische Zeitschriften oder per FTP verfügbare Shareware-CBT-Programme sind ebenso als elektronische Publikationen zu definieren wie eine im Buchhandel erhältliche CD-ROM.

Wir grenzen EPMs bewußt ab von anderen im Gesundheitswesen benutzten Softwareprodukten wie

- Anwendungen mit Werkzeugcharakter (z. B. Textverarbeitungen, Präsentationswerkzeuge, Expertensystem-Shells), da diese keine Inhalte transportieren.
- Klinik- oder Praxisinformationssystemen für die patientenbezogene Datenverarbeitung.
- Statistikprogrammen für die Auswertung medizinischer oder administrativer Daten.
- Elektronische Publikationen, welche die obigen Kriterien erfüllen, aber nicht dem Wissensbereich Medizin zuzuordnen sind (Adreßdatenbanken etc.).

aber auch – zugunsten von Vergleichbarkeit und Homogenität – von

- Elektronischen oder halb-elektronischen Publikationen, welche sich analoger Techniken bedienen (Videopublikationen, Tonbildschauen, tonträgerbasierte Publikationen), da diese Technologie sukzessive von digitaler Technik ersetzt wird,
- Lernumgebungen, die auf proprietären Plattformen beruhen und spezielle Ein- und Ausgabegeräte benötigen.
- Auch Umgebungen für verteiltes, kooperatives Lernen werden nicht berücksichtigt, da hierfür eine Logistik erforderlich ist, die ebenfalls dem Publikationsbegriff widerspricht.

Auf eine definitorische Grenzziehung zu rein textorientierten WWW-Seiten mit medizinischen Inhalten wird verzichtet.

6.3.2 Kategorisierung

Zur Beschreibung von EPMs sei folgendes System von weitgehend als orthogonal zu betrachtenden Merkmalsachsen vorgeschlagen:

Daten / Wissen

- sequentielle / nichtsequentielle Präsentation der Informationseinheiten
- Strukturierung der Informationseinheiten (z. B. Datenbank, SGML)
- Wissensmodellierung: Anwendung von Methoden der künstlichen Intelligenz, Inferenzsysteme

Dialog / Didaktik

- Interaktionsgrad (Anteil aktiver und passiver Sequenzen)
- Interaktionstyp (Browsing / Retrieval / Simulation / Wissensabfrage)
- Lerndialoge (einfach, intelligent, offen, geschlossen)
- vorgesehene Lernszenarien (Autodidaktisches Lernen, Lernen / Üben unter tutorieller Anleitung, Kombination mit anderen Lernmitteln / Einbindung in Lehrveranstaltungen)

Zielgruppe

- Laien, Patienten
- Schüler / Studierende (Medizin, Krankenpflege)
- Ärztliches und pflegerisches Personal (in Fortbildung, Weiterbildung)
- sonstige Zielgruppe mit medizinischem Bezug
- undefiniert

Inhalt

- klinische Medizin (Chirurgie, Kardiologie, ...)
- theoretische Medizin (Anatomie, Physiologie, ...)
- Public Health
- paramedizinische Disziplinen (Krankenpflege, Krankengymnastik)
- medizinische Klassifikationen, Nomenklaturen und Thesauri medizinische Literatur

Medium

- Text
- Graphik
- Photographie
- Tondokument
- Animation
- Video

Plattform

- Hardware
- Betriebssysteme
- Kommunikationsprotokolle
- Browser, Plug-Ins

Software / Dokumentenformate

- Programmiersprachen
- Dokumentenbeschreibungssprachen
- Autorensysteme

6.3.3 Kriterienkatalog

Die Erstellung qualitativ hochwertiger EPMs erfordert:

- Diskurskompetenz (Domänenkompetenz)
- softwaretechnische Kompetenz
- medientechnische Kompetenz
- Designkompetenz
- didaktische Kompetenz

Der nun folgende Kriterienkatalog ist entsprechend strukturiert: Er ist in die Abschnitte Inhalte, Softwaretechnik, Medien, Ergonomie und Design, sowie Dialog und Didaktik aufgeteilt, wobei Überschneidungen der einzelnen Bereiche vorkommen können. Welches Kriterium auf welche Art von Software anwendbar ist, wird nicht weiter spezifiziert, da sich dies in der Regel aus dem Zusammenhang ergibt.

6.3.3.1 Inhalte

Die Kriterien zur Bewertung des Inhalts elektronischer Publikationen unterscheiden sich nicht im wesentlichen von denen, die auf konventionelle Publikationen anzuwenden sind:

- Die medizinischen Inhalte werden in Bezug auf die aktuelle Lehrmeinung und die wissenschaftlichen Erkenntnisse in der betreffenden medizinischen Teildomäne korrekt, vollständig und der Zielgruppe angemessen vermittelt. Persönliche Meinungen der Autoren sind als solche kenntlich gemacht.
- Fachautoren, Herausgeber, Zeitangabe, Versionsnummer sind benannt und dokumentiert.
- Bei Verlagsprodukten geht der Herausgabe ein Review-Verfahren (Lektorat) voraus.
- Verlagsprodukte sind in Katalogen des Buchhandels verzeichnet und mit einer ISBN-Nummer versehen.
- Angaben zum Copyright sind vorhanden.
- Die Lizenzbestimmungen enthalten zum Mehrbenutzerbetrieb und zum Verleih klare Aussagen.
- Zielgruppe und Lernziele sind deutlich ausgewiesen.
- Umfang und Tiefe des enthaltenen Wissens sind präzisiert.
- Bezüge zu externen Lernzielkatalogen sind in CBT-Systemen hergestellt.
- Bezüge zu in der Medizin gebräuchlichen Ordnungssystemen sind hergestellt.
- Literaturhinweise sind vorhanden.

- Die Aktualität des Wissens ist – durch Neuauflagen oder ständige Aktualisierung – gewährleistet.
- Bei fachlichen Inhalten, die erfahrungsgemäß schnell veralten, ist ein Gültigkeitszeitraum definiert.
- Wissensbasen werden regelmäßig von Experten aktuell gehalten.
- Systeme zur Entscheidungsunterstützung sind klinisch evaluiert.

6.3.3.2 Softwaretechnik

- Die Systemvoraussetzungen sind deutlich spezifiziert.
- Die Anwendung ist stabil, robust gegen Bedienungsfehler, zuverlässig und performant.
- Die Anwendung ist direkt vom Datenträger ohne Setup-Routine zumindest eingeschränkt lauffähig.
- Die Anwendung ist auch ohne Eingriff in die Systembereiche des Betriebssystem lauffähig.
- Die Anwendung erfordert keinen System-Neustart und keine manuellen Konfigurationsänderungen.
- Wo dennoch eine lokale Installation notwendig ist, sind alle Systemänderungen dokumentiert und eine Deinstallationroutine vorhanden.
- Die Anwendung ist für die bei der Zielgruppe zu erwartenden Plattform(en) entwickelt. Im Idealfall werden mehrere gängige Plattformen bezüglich der gesamten Funktionalität unterstützt.
- Die Anwendung ist nur dann an bestimmte Bildschirm Einstellungen (feste Auflösung oder Farbtiefe) gebunden, wenn der Inhalt dies erzwingt.
- Die Möglichkeit der Fileserverinstallation ohne Notwendigkeit separater Client-Installationen ist gegeben.
- Es besteht die Möglichkeit der Installation auf Applikationsservern als echte Client-Server-Anwendung (insbesondere bei Datenbanken) mit Clients für unterschiedliche Plattformen.
- Mehrbenutzerbetrieb auf multi-user Betriebssystemen ist berücksichtigt.
- Speichern benutzerspezifischer Einstellungen bei Mehrbenutzerbetrieb ist möglich. Speichern benutzerspezifischer Einstellungen bei Mehrbenutzerbetrieb ist möglich.
- Die Anwendung strapaziert nicht die Geduld des Nutzers durch lange Ladezeiten.
- Wo lange Antwortzeiten nicht zu vermeiden sind, wird der Nutzer durch Warnhinweise unterrichtet.
- Für die Bedienung sind keine DV-technischen Spezialkenntnisse erforderlich.
- Es sind Schnittstellen zur Einbindung in komplexe Systeme (Klinikinformationssysteme, Textretrievalsysteme) definiert.

Für Internet-basierte elektronische Publikationen ist hervorzuheben:

- Es besteht ein Kompromiß zwischen Bedienungskomfort, Ästhetik und Laufzeitverhalten, unter Berücksichtigung realistischer Transferraten.

- Große Bilddateien sind vor dem Herunterladen als „Thumbnails“ einsehbar.
- Sicherheitsaspekte, gerade in Hinblick auf Plug-Ins, sind berücksichtigt. Plug-Ins werden nur dort verwendet, wo rational begründet.
- Soweit Internet-basierte Publikationen ohne Online-Serveranfragen nutzbar sind, wird die Möglichkeit eines Download des gesamten Pakets zur Offline-Nutzung unterstützt.
- Sinnvolle Kombinationen von Online- und Offline-Elementen im Sinne einer Reduzierung der Kommunikationskosten sind im Rahmen der inhaltlichen Möglichkeiten unterstützt.

6.3.3.3 Medien

Text / Hypertext

Generell ist Text am Bildschirm schlechter lesbar. Die elektronische Präsentation großer Textmengen ohne zusätzliche Funktionalität ist daher nur sinnvoll, wenn Gründe wie Verfügbarkeit, Aktualität und Kosten dafür sprechen.

- Inhalte sind prägnant und knapp formuliert.
- Die Texte sind stilistisch, orthographisch und grammatikalisch korrekt. Die Interpunktion ist regelgerecht.
- Wo die Präsentation größerer, sequentieller Texte im Vordergrund steht, ist die Erzeugung handhabbarer und numerierter Ausdrücke vorgesehen.
- Bei tutoriellen Systemen erscheinen die Bildschirmfenster niemals „vollgeschrieben“. Die Regel „Ein Thema – ein Textfenster“, ist weitgehend realisiert und Scrollen von Text wird weitgehend vermieden.
- Überschriften und kurze, prägnante Phrasen können eine individuelle Typographie aufweisen, während größere Textmengen Standardzeichensätze verwenden.
- Wo das Erlernen von Fachtermini fremdsprachlicher Herkunft im Vordergrund steht, wird eine akustische Unterstützung der Aussprache, oder zumindest eine Aussprachehilfe mittels der internationalen Lautschrift angeboten.
- Selten benutzte Begriffe oder Schlagworte werden mit Hilfe eines Lexikons oder Glossars erläutert.
- Eine hypertextbasierte Publikation verfügt über ein leistungsfähiges, möglichst intuitiv zu bedienendes Orientierungssystem.
- Eine graphische Visualisierung des Hyperspace (Site Maps, Dynamische Diagramme) steht zur Verfügung.
- Das Gesamtvolumen der Publikation ist transparent.
- Für die einzelnen Texteinheiten (Kapitel) ist die Seitenanzahl angezeigt.
- Eine hierarchische Gliederung weist eine nachvollziehbarer Numerierung der Einzeldokumente auf. Auch wenn dem Inhalt mehrere Ordnungsprinzipien zugrunde liegen, ist eines davon als Grundschema ausgewiesen.
- Ein Hypertext ist auch sequentiell zu lesen, ohne daß dabei Textseiten übersprungen werden und die Logik der Dokumentenabfolge verletzt wird.

- Hyperlinks werden überlegt und sparsam eingesetzt. Die Semantik der Hyperlinks ist veranschaulicht (typisierte Links).
- Leitseiten (viele Links) und Leseseiten (wenige oder keine Links) sind deutlich voneinander abgehoben.
- Die zu einer definierten Internet-basierten Publikation gehörigen Seiten heben sich in ihrem Layout klar sichtbar von anderen, nicht zugehörigen Seiten ab, um die Gefahr unbemerkten Verlassens der Publikation zu verringern.
- Wo das zeitweise Verlassen einer Internet-basierten Publikation vorgesehen ist, wird hingewiesen, wie man wieder zum Ursprungsdokument zurückkehren kann.
- Hyperlinks zu bereits besuchten Seiten sind als solche zu erkennen.
- Die aktuellen, individuellen Navigationspfade sind vorwärts und rückwärts beschreibbar (Ausnahme: Prüfungssequenzen).
- Konfigurierbare Buchzeichen, Notizblockfunktionen und eine Liste der zuletzt besuchten Dokumente stehen dem Nutzer zur Verfügung.
- Größere Texte sind mit effizienten Retrieval-Werkzeugen durchsuchbar. Hierzu gehören Schlagwort- und Freitextsuche, erweiterbar durch boolesche Operatoren und Wildcards, aber auch thesaurusbasierte und probabilistische Verfahren. Mit diesen Werkzeugen ist der gesamte Text erfaßbar.
- Die Retrieval-Werkzeuge sind in einer ausführlichen Hilfefunktion an praktischen Beispielen veranschaulicht.
- Bei deutschsprachigen Inhalten ist gerade in der Medizin im Sinne einer fehlertoleranten Verarbeitung der Suchanfragen berücksichtigt, daß im medizinischen Sprachgebrauch orthographische Normen oft nicht eingehalten werden (Beispiel: Magenulcus / Magenulkus, Oedem / Ödem, Carcinom / Karzinom etc.).
- Aufgrund der Flüchtigkeit Internet-basierter Publikationen, die sich im Inhalt sowie im Bezug zu anderen (referenzierten) Dokumenten manifestiert, ist das Datum der letzten Änderung vermerkt und außerdem Information über die durchgeführten Änderungen abrufbar. Die Konsistenz externer Links wird vom Autor gewährleistet.

Graphik, Animation, Filmsequenzen, Photographien, Tondokumente

Auf medientechnische „handwerkliche“ Qualitätsmaßstäbe wird im folgenden nicht näher eingegangen.

- Farbgebung, Beleuchtung, Aufnahmequalität, Sprachqualität, Digitalisierungstechnik, Vermeidung von Artefakten genügen professionellen Kriterien.
- Die Farb- und Detailtreue photographischer Darstellungen wird – je nach Inhalt – bestimmten Mindestanforderungen gerecht, die durch die bei der Zielgruppe vorhandene technische Ausstattung erfüllt sind.
- Eine bessere Hardwareausstattung (Monitor, Graphikkarte) ist kein Hindernis für eine optimale Präsentation der Medien.
- Bei schlechterer technischer Ausstattung erfolgt eine Warnung.

- Eine Farbtiefe von 8 Bit ist bei medizinischen Photographien meistens ausreichend. Eine Palettenoptimierung wird nur dann vorgenommen, wenn sie nicht auf Kosten der Bildqualität geht.
- Eine „Zoom“-Funktion bringt echte Zusatzinformation und beschränkt sich nicht auf eine Vergrößerung der Bildauflösung.
- Bilder sind wie in Druckwerken numeriert und beschriftet.
- Animationen und Videoclips werden in erster Linie als Informationsträger eingesetzt.
- Als reines Gestaltungselement werden Animationen und Videoclips wohldosiert innerhalb eines schlüssigen Designkonzepts verwendet, wo Motivation und Spannung erzeugt werden sollen. Sie stören weder den Programmablauf noch unterbrechen sie Lerneinheiten.
- Animationen und Videoclips werden dort eingesetzt, wo Sachverhalte besser als mit Texten und Photographien vermittelt werden.
- Filmähnliche Vor- und Abspanne sind abschaltbar und überspringbar.
- Videosequenzen werden nur dort verwendet, wo man von ausreichender Auflösung und flüssigem Ablauf ausgehen kann. Auf Filmeinlagen wird dort verzichtet, wo die Gefahr besteht, daß wegen technisch bedingter Kompromisse dieses Medium als wenig brauchbar und daher nicht ernstzunehmend betrachtet wird.
- Wo medizinische Klangphänomene (Auskultation, Perkussion etc.) inhaltlicher und didaktischer Gegenstand sind, werden diese nicht nur textuell oder graphisch beschrieben, sondern sind auch als Klangdokumente verfügbar.
- Wo größere vorgefertigte Arzt-Patienten-Dialoge in Lernprogrammen präsentiert werden, sind nicht nur textuell, sondern auch akustisch abrufbar.
- Musikeinlagen in elektronischen Publikationen werden, wie andere gestalterische Stilmittel, nur dann eingesetzt, wo sie motivieren, ohne abzulenken, und als dramaturgische Effekte die Konzentration fördern.
- Musikeinlagen sind abschaltbar.

Zusammenspiel der Medien

- Inhalt, Zielgruppe und didaktische Vorgaben bestimmen die Auswahl der Medien.
- Den Benutzern wird zu Beginn der Anwendung vermittelt, welchen Medien sie begegnen werden.
- Die Gliederung in aktive (Browsing, Simulation, Lerndialog) und passive (Abspielen von Tondokumenten, Videos oder tonbildschauartigen Präsentationen, Lesen von Text) Kommunikationselemente ist innerhalb der Anwendung transparent.
- Passive Sequenzen erfordern Aufmerksamkeit über einen feststehenden Zeitraum, welcher vor dem Aufruf der Sequenz quantifiziert wird.
- Das Starten einer längeren passiven Sequenz erfolgt aktiv durch die Benutzer und kann jederzeit abgebrochen werden.

- Nur im Rahmen eines für den Benutzer plausiblen Drehbuchs oder didaktischen Programms (Simulation!) ist häufiges Hin- und Herspringen zwischen aktiven und passiven Sequenzen geboten.
- Vorgelesene Inhalte lassen sich als Klartext am Bildschirm einsehen und sind retrievalfähig. „Bereits gehörte“ Abschnitte sind im Textbild als solche erkennbar.
- Die multimediale Wissensvermittlung hat in Lernsystemen Vorrang vor der rein textuellen Wissensvermittlung.

6.3.3.4 Ergonomie und Design

In zahlreichen GUI-Richtlinien finden sich detaillierte, oft auch widersprüchliche Vorgaben. Diese werden im folgenden nicht einzeln aufgeführt. Lediglich auf Empfehlungen, welche unserer Meinung nach für EPMS von besonderer Bedeutung sind (und die besonders häufig mißachtet werden), wird im folgenden eingegangen.

- Das GUI-Design der Anwendung ist der Aufgabe verpflichtet, Individualität zu schaffen, durch visuelle Reize anzuregen und zu motivieren, ohne dabei den Bedienungskomfort zu beeinträchtigen.
- Die Benutzeroberfläche ist an gängigen GUI-Standards orientiert, die den Benutzern vertraut sind.
- Merkmale der von der Zielgruppe im Alltag eingesetzte Standardsoftware (Officepakete, Web-Browser, Mailprogramme, Betriebssystemfunktionen etc.), sind, soweit übertragbar, in die Gestaltung der Benutzerschnittstelle mit einbezogen. Dies betrifft Funktionen wie:
 - Navigationstools in Hypertexten
 - Steuerungselemente für Audio- und Videosequenzen
 - Speichern benutzerspezifischer Einstellungen
 - Dateieoperationen
 - Retrievalfunktionen
 - Maustastenbelegung
- Anzahl und Vielfalt der Steuerelemente ist auf das notwendige Maß beschränkt.
- Steuerelemente finden sich immer an der gleichen Stelle und haben im gesamten Programm dasselbe Layout. Inaktivierte Steuerelemente bleiben weiterhin sichtbar, sind aber als inaktiviert eindeutig zu erkennen.
- Bedienungslogik und Bedienelemente werden in einer Online-Hilfe erläutert.
- Anklickbare Elemente sind immer als solche zu erkennen.
- Mausfunktionen sind auch mit Tastaturkombinationen auslösbar.
- Die Anwendung kann von jeder Stelle aus, aus beliebigen Gründen jederzeit beendet werden.
- Selten benötigte Funktionen sind über die Standardmenüleiste oder über Zusatzfenster abrufbar. Die Raumeinteilung des Bildschirms ist übersichtlich. In standardisierten Bereichen ist prinzipiell immer die gleiche Art von Information zu finden.
- Eine Vielzahl an offenen Fenstern wird vermieden.

- Je höher der Interaktionsbedarf, desto notwendiger ist die Anlehnung an GUI-Konventionen.
- Bei sehr individuellem Design ist dieses in der gesamten Applikation konsistent und ohne Stilbrüche realisiert.
- Die Farbgestaltung von Texthintergründen, Masken und Steuerelementen ist diskret und unaufdringlich. Sie beeinträchtigt nicht die Lesbarkeit von Texten und die Nutzbarkeit von Bildinformationen.
- Farbe wird sparsam und nie als alleiniger Informationsträger eingesetzt (Fehlsichtigkeit!).
- Farben- und Fontsymbolik ist konsistent und an Standardanwendungen orientiert.
- Icons und Schaltflächen verwenden plausible Metaphern, die möglichst denen aus Standardsoftware entsprechen. Die Funktion eines Steuerelements bleibt niemals unklar.
- Jederzeit ist das Ausdrucken von Texten und Bildschirminhalten möglich.
- Für die Auswahl stilistischer Elemente und für die Gestaltung der Benutzerschnittstelle ist auch der Motivationsbedarf der Zielgruppe maßgebend.
- Die Grundfunktionalität erschließt sich auch ohne die Konsultation von Hilfetexten oder Handbüchern.
- Vorhandensein eines gedruckten Handbuchs ist kein Qualitätskriterium an sich. Wo eines existiert, ist es verständlich und ansprechend gestaltet
- Alle Hilfen sind grundsätzlich auch am Rechner verfügbar. Hilfetexte sind separat ausdrückbar.
- Hilfetexte sind als Hypertexte gestaltet, kontextsensitiv und mit einem Index versehen. Es gelten die zum Thema Text / Hypertext aufgeführten Kriterien.

6.3.3.5 Dialog und Didaktik

CBT-Programme sollen die Motivation fördern und auch Spaß machen, sofern damit die Lernziele erreicht werden. Sie konkurrieren im allgemeinen mit konventionellen Lehr- und Lernformen, denen sie in der Lerneffizienz, soweit diese überhaupt beurteilbar ist, nicht nachstehen dürfen. Die Stärke des CBT-Ansatzes ist insbesondere dort zu sehen, wo die Lücken zwischen konventionellen Lern- und Unterrichtsformen ausgefüllt werden.

Vielfach sind medizinische Lernprogramme für das studentische Selbstlernen konzipiert und werden von interessierten Studenten nach Maßgabe ihres individuellen Lernstils und Geschmacks ausgewählt. In dieser Hinsicht sind seitens der Dozenten – ebenso wie zu Büchern – Empfehlungen, insbesondere bezüglich der Relevanz zu den Lernzielen, auszusprechen. Wo Lernprogramme in Lehrveranstaltungen eingebunden werden, ist ein Implementierungskonzept zu erstellen. Ebenso sind Erfahrungen, die mit diesen Programmen andernorts gemacht wurden, zu berücksichtigen.

- Das Lernpensum ist inhaltlich und bezüglich einer zeitlichen Abschätzung klar umrissen.
- Der Lernstoff ist modular gegliedert.
- Bei EPMs, die keine reinen Lernprogramme sind, sind die Lernkomponenten eindeutig von den anderen Teilen der Publikation abgegrenzt.

- Lerndialoge beschränken sich nicht nur auf geschlossene Fragen (Multiple-Choice-Aufgaben, Zuordnungsaufgaben, Objektmarkierungen, Reihenfolgebestimmungen), sondern umfassen auch offene Fragen (Freitext, Lückentext, Silbenrätsel, Korrekturaufgaben).
- Lerndialoge orientieren sich an konkreten Prüfungssituationen.
- Die Weiterverarbeitung von Freitexteingabe ist robust gegenüber orthographischen Varianten und unterstützt Synonyme.
- Eingegebener Text ist korrigierbar.
- Simulationen stellen durch graphische und photographische Elemente die reale Situation, falls erforderlich, möglichst echt dar.
- Visualisierungen und realitätsnahe Darstellungen sind darauf angelegt, vom Lernenden mit bestehenden Erfahrungen assoziiert zu werden.
- Passive Sequenzen knüpfen an eine spezielle Fragestellung an und können nach dem Abspielen aufgearbeitet werden.
- Wissensabfragen sind charakterisiert durch:
 - positive Verstärkung
 - Abwechslung
 - sinnvolle Formulierung von Distraktoren bei MC-Fragen
 - 4 bis 8 Antwortalternativen bei MC-Fragen
 - Staffelung von Lösungshinweisen
 - korrektive Rückmeldungen mit Vertiefungsmöglichkeit
 - Fragenpräsentation auch in Abhängigkeit des bisherigen Antwortverhaltens
 - Fragenpräsentation wahlweise auch nach dem Zufallsprinzip als „Quiz“
 - Überspringen von Fragen
 - Möglichkeit, die richtige Lösung abzurufen
- Eine textuelle und graphische Rückmeldung des Lernfortschritts ist verfügbar.
- Eine Orientierung innerhalb des Lernpfads ist jederzeit möglich.
- Bearbeitete Bereiche sind als solche markiert.
- Trainingssitzungen können unterbrochen und wiederaufgenommen, aber auch vorzeitig beendet werden.
- Der Grad zweckmäßiger Selbststeuerung ist von der Zielgruppe abhängig. Für Anfänger wird eine „guided tour“ mit geringem Interaktionsbedarf angeboten.
- Ein hoher Grad von Selbststeuerung setzt voraus, daß für das Verständnis der Inhalte keine sachlogische Folge besteht.
- Es besteht die Möglichkeit, den Grad der Selbststeuerung vorzugeben und während der Benutzung die Kompetenz zur Selbststeuerung schrittweise aufzubauen.
- Spielerische Elemente verhindern das Aufkommen von Monotonie.
- Wettkampffähnliche Elemente (High-Score-Tabellen etc.) erhöhen die Motivation.

- Dramaturgische Elemente werden motivationsfördernd eingesetzt: Einbettung in Rahmenhandlung, Simulation, Rollenspiel, Spannungselemente, Cartoons, Humor, rhetorische Fragen. Die Wahl dieser Elemente erfolgt in Anlehnung an das Kommunikationsverhalten der Zielgruppe.
- Nach Abarbeitung den einzelnen Lerneinheiten ist eine Evaluation der Sitzung abrufbar.

36 XXXXXXXX 11.2.97 16-18 B 1 . 3 3 3 . -3 -3 3 3 2 2 2 2 1 1 2 2 2 2 3 2 1 1 4 2
37 XXXXXXXX 11.2.97 16-18 B 3 3 3 . 2 1 2 . 2 3 1 1 2 2 2 2 2 2 1 2 5 2 2 1 2 2
38 XXXXXXXX 11.2.97 16-18 A 2 -3 . 2 2 -2 . -3 -3 1 1 1 2 1 1 2 3 3 2 2 4 3 1 3 4 1
39 XXXXXXXX 11.2.97 16-18 A 1 . 3 1 1 . -2 -2 -1 1 1 2 1 2 2 3 3 3 1 1 3 2 2 4 2 1
40 XXXXXXXX 11.2.97 16-18 A 3 1 3 . -2 2 -1 . -2 2 2 1 2 1 1 1 3 3 2 3 5 3 1 1 4 2
41 XXXXXXXX 12.2.97 14-16 A 2 1 . 3 3 -2 . -2 2 3 2 2 2 2 2 2 3 3 2 3 4 3 2 2 4 2
42 XXXXXXXX 12.2.97 14-16 B 3 3 3 . -2 -1 3 . 2 2 2 1 1 2 1 2 2 2 1 1 5 1 1 4 1 3
43 XXXXXXXX 12.2.97 14-16 B 1 . 2 2 -2 . 3 -1 -1 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 3 1 1 2 3 2
44 XXXXXXXX 12.2.97 14-16 A 4 -2 3 -3 . -1 2 -3 . 1 1 1 2 2 3 2 2 3 1 2 4 4 5 5 3 2
45 XXXXXXXX 12.2.97 14-16 A 3 3 2 . -3 3 3 . 2 4 2 3 1 1 1 3 2 3 1 5 1 3 5 1 4 2
46 XXXXXXXX 12.2.97 14-16 B 3 3 3 . -1 -2 3 . -1 4 1 1 2 2 2 2 3 2 3 4 3 2 3 4 2
47 XXXXXXXX 12.2.97 14-16 B 4 3 3 -1 . -2 3 -1 . 1 2 1 3 2 1 2 4 3 1 1 5 3 3 5 5 2
48 XXXXXXXX 12.2.97 14-16 B 4 2 2 2 . 2 3 -2 . 5 1 2 3 2 2 3 3 2 2 4 5 4 1 5 5 4
49 XXXXXXXX 12.2.97 14-16 A 1 . 3 3 3 . 2 2 -1 2 2 2 3 2 3 4 3 2 2 5 4 3 2 4 2 1
50 XXXXXXXX 12.2.97 14-16 A 4 -2 3 -2 . 2 2 2 . 2 1 2 2 2 1 3 4 3 2 2 4 3 1 4 1 4
51 XXXXXXXX 12.2.97 14-16 A 2 2 . 2 2 2 . 2 1 2 1 1 1 2 1 2 2 2 1 3 3 2 3 1 3 1
52 XXXXXXXX 12.2.97 14-16 B 4 3 2 2 . 1 2 1 . 5 1 1 2 2 1 2 2 2 1 3 4 3 1 2 5 2
53 XXXXXXXX 12.2.97 14-16 B 2 3 . 1 1 2 . 2 3 4 1 2 1 2 2 2 2 2 1 1 5 2 1 3 5 1
54 XXXXXXXX 12.2.97 16-18 B 2 3 . 3 3 -2 . -1 2 4 2 1 3 3 2 4 3 2 3 3 2 4 3 5 4 2
55 XXXXXXXX 13.2.97 14-16 A 3 2 1 . -2 2 2 . 2 5 2 2 2 2 3 3 2 2 1 4 2 2 2 4 5 4
57 XXXXXXXX 13.2.97 14-16 B 2 3 . -2 -2 1 . 1 1 4 2 2 1 2 2 1 3 2 2 3 5 1 2 2 3 2
58 XXXXXXXX 13.2.97 14-16 B 3 3 3 . 1 1 3 . 3 5 1 1 1 1 1 2 2 2 1 3 5 1 1 1 4 3
59 XXXXXXXX 13.2.97 14-16 A 2 -3 . -3 2 -3 . -3 -3 2 1 1 3 2 2 3 2 2 1 2 5 2 2 5 5 2
60 XXXXXXXX 13.2.97 14-16 A 1 . 3 -2 -2 . 3 2 3 2 1 1 1 2 2 2 4 3 2 1 5 2 4 4 5 2
61 XXXXXXXX 13.2.97 14-16 A 3 1 3 . 2 2 -3 . -3 2 1 1 3 2 1 2 2 3 2 1 5 2 1 1 2 1
62 XXXXXXXX 13.2.97 14-16 B 4 3 3 -2 . 2 -2 -2 . 1 1 1 1 2 1 2 2 1 1 1 3 1 1 1 1 1
63 XXXXXXXX 14.2.97 14-16 A 2 2 . 2 2 1 . 1 2 4 2 1 3 3 2 4 4 2 3 3 5 4 1 4 1 1
64 XXXXXXXX 14.2.97 14-16 A 4 -2 1 -2 . -1 2 -2 . 5 1 2 3 2 3 2 2 2 2 4 5 3 3 4 4 3
65 XXXXXXXX 14.2.97 14-16 B 1 . 3 2 2 . 2 -1 2 3 1 1 1 1 2 2 2 3 1 4 3 2 1 4 1 2
66 XXXXXXXX 14.2.97 14-16 A 2 2 . 3 1 -1 . -3 2 3 1 2 3 2 4 4 3 2 4 4 4 2 2 5 2
67 XXXXXXXX 14.2.97 14-16 B 1 . -3 2 2 . -2 2 -1 2 1 1 1 1 1 1 2 3 1 1 5 1 2 1 4 2
68 XXXXXXXX 14.2.97 14-16 A 4 1 3 2 . 1 2 2 . 3 1 1 2 2 4 2 1 2 2 2 5 2 1 2 3 3
69 XXXXXXXX 14.2.97 14-16 B 3 3 -3 . -3 2 3 . -1 3 1 1 1 1 1 1 2 2 1 3 4 2 2 1 4 1
70 XXXXXXXX 14.2.97 16-18 A 2 3 . -3 3 2 . -2 1 3 1 2 1 2 2 3 4 3 2 2 5 3 2 2 3 1
71 XXXXXXXX 14.2.97 16-18 A 1 . 3 1 1 . 2 2 1 3 1 2 2 1 1 3 1 4 2 3 4 3 1 1 1 2
72 XXXXXXXX 14.2.97 16-18 B 3 3 2 . 3 3 2 . 3 4 1 1 1 2 2 2 3 3 2 2 1 3 1 4 2 2

Legende:

OBS	Nummer des Probanden [1;72]	P31A	Mastopathie (Mamma)
MATRNR	Matrikelnummer des Probanden [X]	P31B	Fibroadenom (Mamma)
TAG	Prüfungstag [10.02.97;14.02.97]	P32A	Adenomyomatose (Prostata)
ZEIT	Lernzeit [14-16 oder 16-18]	P32B	Prostatakarzinom (Prostata)
GRUPPE	Lernform [A oder B]	P40	Invasiv-lobuläres Karzinom (Mamma)
TEST	Testform [1;4]	P41A	Komedokarzinom (Mamma)
Fxx	Frage xx im Fragebogen [1;5]	P41B	Invasiv-duktales Karzinom (Mamma)
Pxx	Prüfungspräparat xx [-3;+3]	P43AB	Gallertkarzinom (Mamma)

6.5 Bewertungsbogen A

Bewertungsbogen

Name:
MatrNr.:
Login:

[Ihre Daten werden vertraulich behandelt und nur zu Studienzwecken verwendet.]

A

Bearbeiten Sie folgenden Themenbereich mit MicroPat und fakultativ mit Büchern (Zeit: 50 Minuten).

Prostatakarzinom (Prostata)
 Invasiv-lobuläres Karzinom (Mamma)
 Invasiv-duktales Karzinom (Mamma)
 Komedokarzinom (Mamma)

Bearbeiten Sie folgenden Themenbereich mit Büchern ausschließlich (Zeit: 50 Minuten).

Adenomyomatose (Prostata)
 Mastopathie (Mamma)
 Fibroadenom (Mamma)
 Gallertkarzinom (Mamma)

Bitte tragen Sie Ihre Diagnose für das jeweilige Präparat in das entsprechende Feld ein (Zeit: 10 Minuten).

Präparatnummer	Diagnose mit Wertung	[3=sicher, 2=relativ sicher, 1=geraten]
<i>Beispiel</i>	<i>Prostatakarzinom</i>	<i>1</i>

Bitte füllen Sie den Fragebogen auf der Rückseite aus (Zeit: 10 Minuten).

6.6 Bewertungsbogen B

Bewertungsbogen

Name:
MatrNr.:
Login:

[Ihre Daten werden vertraulich behandelt und nur zu Studienzwecken verwendet.]

B

Bearbeiten Sie folgenden Themenbereich mit MicroPat und fakultativ mit Büchern (Zeit: 50 Minuten).

Adenomyomatose (Prostata)
Mastopathie (Mamma)
Fibroadenom (Mamma)
Gallertkarzinom (Mamma)

Bearbeiten Sie folgenden Themenbereich mit Büchern ausschließlich (Zeit: 50 Minuten).

Prostatakarzinom (Prostata)
Invasiv-lobuläres Karzinom (Mamma)
Invasiv-duktales Karzinom (Mamma)
Komedokarzinom (Mamma)

Bitte tragen Sie Ihre Diagnose für das jeweilige Präparat in das entsprechende Feld ein (Zeit: 10 Minuten).

Präparatnummer	Diagnose mit Wertung	[3=sicher, 2=relativ sicher, 1=geraten]
<i>Beispiel</i>	<i>Prostatakarzinom</i>	<i>1</i>

Bitte füllen Sie den Fragebogen auf der Rückseite aus (Zeit: 10 Minuten).

6.7 Fragebogen

Fragebogen

Geben Sie Ihre Bewertung durch ein Kreuz im entsprechenden Feld an.

**von 1= sehr gut bis
5 = sehr schlecht**

		1	2	3	4	5
1	Bewerten Sie Ihre eigenen Kenntnisse im Umgang mit dem Computer.					
2	Bewerten Sie die Bedienbarkeit des Programms.					
3	Bewerten Sie die Schnelligkeit des Programms.					
4	Bewerten Sie die Übersichtlichkeit der Darstellung.					
5	Bewerten Sie die Auswahl der Bilder.					
6	Bewerten Sie den Umfang der Bilder.					
7	Bewerten Sie die Qualität der Bilder.					
8	Bewerten Sie den Umfang der Texte.					
9	Bewerten Sie die Qualität der Texte.					
10	Wie hat Ihnen das Programm gefallen?					

Bewerten Sie die folgenden Aussagen durch ein Kreuz im entsprechenden Feld.

**von 1=absolut
richtig
bis 5 = absolut
falsch**

		1	2	3	4	5
11	Ich arbeite gerne mit dem Computer.					
12	Für den Umgang mit dem Programm ist ein Begleitheft erforderlich.					
13	Ich kann mit dem Programm schneller und effizienter lernen.					
14	Klinische Aspekte sind in einem solchen Lernsystem wichtig.					
15	Ein solches Programm kann ein Buch für Histopathologie ersetzen.					
16	Es ist wichtig, das Programm durch ein vollständiges elektronisches Lehrbuch für Pathologie zu ergänzen.					
17	DM 50.- bis DM 100.- sind ein angemessener Preis für das Programm.					

18	Haben Sie weitere Anmerkungen, Kritik oder Vorschläge zum Programm?	
----	---	--

7 Glossar

Autorensystem

Ein Autorensystem ist eine Programmiersprache, die auf die Erstellung von Hypermedia-Anwendungen zugeschnitten ist.

Betriebssystem

System von Programmen für eine Datenverarbeitungsanlage, die die Ausführung der Benutzerprogramme, die Verteilung der Betriebsmittel und die Aufrechterhaltung der Betriebsart steuern und überwachen.

Bitmap

Ein Bild, das sich aus einer Matrix von vielen Bildpunkten (Pixeln) zusammensetzt, wird als Bitmap bezeichnet. Kann nicht jedes Bildelement getrennt angesteuert werden, spricht man von Vektorgraphiken.

Browser / Plug-In

Ein Browser ist ein leicht bedienbares Programm, mit dem in Dokumenten „geschmökert“ werden kann. Der Funktionsumfang läßt sich durch integrierbare Software-Bausteine, die sogenannten Plug-Ins, erweitern.

Compiler

„Übersetzer“, der in einer problemorientierten Programmiersprache abgefaßte Quellenweisungen in Zielanweisungen einer maschinenorientierten Sprache umwandelt (kompiliert).

Crossover

Vertauschen von Kontroll- und Versuchsgruppen im Rahmen von kontrollierten Studien.

Digital

In Zahlen ausgedrückte Information.

DVD

DVD steht für Digital Versatile Disc und bietet neuartige RAM- und ROM-Speichermethoden bis zu 17 Gigabytes auf einem Datenträger.

Editor

Dienstprogramm zur einfachen Bearbeitung (z. B. Anzeigen, Erfassen, Einfügen, Verändern, Löschen, Kopieren) von Dateien.

Expertensystem

Ein Computerprogrammsystem, das über ein spezielles Gebiet alles entscheidungsrelevante Wissen speichert, daraus Schlußfolgerungen zieht und für Problemstellungen des betreffenden Gebietes wie ein Experte Lösungen vorschlagen soll.

Farbpalette

Enthält die zur Verfügung stehenden Farben. Entweder sind das Farben für ein bestimmtes Bild (indizierte Farben) oder für das Computersystem (Systemfarben).

Farbtiefe

Bestimmt die zur Darstellung notwendige Bitanzahl (8 Bit = 256 Farben, 16 Bit = High Color = 64K Farben, 24 Bit = True Color = 16.7 Mio. Farben).

Fenstertechnik

Ist in der elektronischen Datenverarbeitung die Möglichkeit, den Bildschirm in kleine Abschnitte (Fenster) aufzuteilen.

Frametechnik

WWW-Anwendungen können in verschiedenen Bereichen (Frames) des Browsers ablaufen und bewirken eine erhebliche Funktionszunahme.

GUI

GUI steht für Graphical User Interface und gibt allgemeine Richtlinien zur graphischen, icon-orientierten Gestaltung der Bildschirmeingabe und -ausgabe anstelle textlicher Befehlszeilen an.

HTML

HTML steht für „Hyper Text Markup Language“ und ist eine Seitenbeschreibungssprache, mit der Seiten für das WWW erstellt werden können.

Hyperlink / Hypermedia / Hypertext

Das Vernetzen von Texten in einem Multimedia-System führt zu einem Hypertext. Sind dabei mehrere Medientypen beteiligt, spricht man von Hypermedia. Die einzelnen Elemente des Hypermedia sind über Hyperlinks in Form markierter Wörter oder Symbole untereinander verknüpft. In ToolBook heißen die Hyperlinks „Aktionswörter“.

Java

Programmiersprache: lauffähig mit jedem Prozessor und Betriebssystem. Java überträgt nicht Graphiken und Texte, sondern Programmcodes, die dann vom Browser auf dem Rechner des Nutzers zu sichtbaren Anwendungen umgesetzt werden.

Krankheit

Krankheit bedeutet in MicroPat die Sammlung von Bildern mit bestimmten morphologischen Besonderheiten. Dazu gehören auch Präparate wie „Dezidua“ und „Abortus incompletus“.

Künstliche Intelligenz

Forschungsgebiet der Informatik, in dem untersucht wird, wie man menschliches intelligentes Verhalten von Computern erfassen und nachvollziehen lassen kann und wie man mit Hilfe von Computern Probleme löst, die Intelligenzleistungen voraussetzen.

Listing

Ausdruck eines Programmquelltextes.

Makro

Oft benötigte standardisierte Befehlsfolge in symbolischen Programmiersprachen, die beim Programmieren in das Programm eingebaut wird.

Multimedia

Unter Multimedia versteht man in der Informatik das Zusammenwirken verschiedener Medientypen (Texte, Bilder, Graphiken, Sprachanmerkungen oder Geräuschsequenzen, Animationen).

Plattformunabhängigkeit

Unter Plattformunabhängigkeit versteht man, daß der Einsatz eines Programmes nicht von der eingesetzten Hardware (PC, Workstation etc.) und vom Betriebssystem (Microsoft Windows, OS/2, Macintosh, UNIX etc.) abhängig ist.

Randomisierung

Zufällige Zuordnung des Testmaterials zu Testgruppen.

Retrieval

Bezeichnung für die Rückgewinnung bestimmter Einzelinformationen aus einer unformatierten Datensammlung.

Shell

Programmschale, Struktur ohne Inhalt.

Signifikanzniveau

Wird bei einem statistischen Test die Nullhypothese zugunsten der Alternativhypothese verworfen, so heißt das Testergebnis statistisch signifikant. Wurde dabei eine maximale Wahrscheinlichkeit von α für einen Fehler 1. Art festgelegt, spricht man von α als dem Signifikanzniveau.

Statistischer Test

Verfahren der Statistik mit dem Ziel, zu einer Entscheidung zwischen zwei einander ausschließenden Hypothesen zu gelangen.

ToolBook

Autorensystem zur Erstellung von CBT-Programmen.

UNIX

Weitverbreitetes Betriebssystem für Computer aller Größen (Mikrocomputer bis Großrechner), das für den Mehrbenutzer- und Mehrprogrammbetrieb geeignet ist.

Windows

Microsoft Windows ist das zur Zeit am weitesten verbreitete Betriebssystem für Personal Computer. Es besitzt eine graphische Benutzeroberfläche mit Fenstertechnik und ist auf intuitive Bedienung ausgerichtet.

8 Literaturverzeichnis

- [1] Auhuber T, Schulz S, Schrader U, Klar R. Ein Modell zur Evaluation medizinischer CBT-Programme. In: Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie – GMDS '97. Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie. 82. Muche, R., Büchele, G., Harder, D., Gaus, W. (Hrsg). München: MMV Medizin Verlag 1997; 126-30.
- [2] Bacher C, Ottmann T. Tools and Services for Authoring on the Fly. In: Proceedings of ED-MEDIA 96 & ED-TELECOM 96. AACE (ed). Boston, MA: 1996; 161-66.
- [3] Baumgartner P, Payr S. Lernen mit Software. Innsbruck: Österreichischer Studien-Verlag 1994.
- [4] Berk E, Devlin J (eds). Hypertext / Hypermedia Handbook. New York: Intertext 1991.
- [5] Beyer D, Gerhards M, Reimann P, Seetzen R. Multimedia-Dirigenten: Autorensysteme und Programmiersprachen im Vergleich. c't 1996; 3: 175-91.
- [6] Brodbeck FC, Rupietta W. Fehlermanagement und Hilfesysteme. In: Einführung in die Software-Ergonomie: Gestaltung graphisch-interaktiver Systeme: Prinzipien, Werkzeuge, Lösungen. 2., völlig neu bearbeitete Aufl. Eberleh E (Hrsg). Berlin – New York: de Gruyter 1994; 197-234.
- [7] Budenz G. Asymetrix ToolBook Version 4. München: tewi 1996.
- [8] Bock R, Herth G, Rubly M, Schonecke O. Computergestützter Anatomie-Unterricht – erste Schritte mit einem neuen Medium. magazin forschung 1996; 1: 19-21.
- [9] Bodendorf F. Computer in der fachlichen und universitären Ausbildung: Handbuch der Informatik 15.1. München: Oldenbourg 1990.
- [10] Bonsiepe G. Interface: Design neu begreifen. Mannheim: Bollmann 1996; 49-59.
- [11] CAI. In: Brockhaus-Enzyklopädie. Band 4. 19., völlig Neubearbeitete Aufl. Mannheim: Brockhaus 1987; 277.
- [12] Campbell B, Goodman JM. HAM: A General Purpose Hypertext Abstract Machine. Commun ACM 1988; 31: 856-61.
- [13] Chorafas DN. Intelligent Multimedia Databases: From Object Orientation and Fuzzy Engineering to International Database Structures. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall 1994.
- [14] Clayden DS, Wilson B. Computer-assisted Learning in Medical Education. Med Educ 1988; 22: 455-67.
- [15] Conklin J. Hypertext: An Introduction and Survey. IEEE Computer 1987; 20: 17-41.
- [16] Dale E. Audiovisual Methods in Teaching. 3rd ed. New York: Holt, Rinehart & Winston 1969.
- [17] Dürr M, Neske R. Hypertext und Datenbanken: Gegensatz oder Symbiose?. In: Hypertext und Hypermedia: Von theoretischen Konzepten zur praktischen Anwendung. Gloor PA, Streitz NA (Hrsg). Berlin – Heidelberg: Springer 1990; 149-61.

- [18] Dutke S. Mentale Modelle: Konstrukte des Wissens und Verstehens: Kognitionspsychologische Grundlagen für die Software-Ergonomie. Göttingen – Stuttgart: Verlag für Angewandte Psychologie 1994.
- [19] Eberhard HG, Schlicht HJ. Multimedia ToolBook 3.0 / 4.0: Interaktive Anwendungen für Windows entwickeln. 1. Aufl. Bonn: Addison-Wesley Longman 1997.
- [20] Edwards D, Hardman L. „Lost in Hyperspace“: Cognitive Mapping and Navigation in a Hypertext Environment. In: Hypertext: Theory into Practice. McAleese R (ed). Oxford: Intellect 1989; 105-25.
- [21] Ehrlicke HH. Medical Imaging: Digitale Bildanalyse und -kommunikation in der Medizin. Braunschweig – Wiesbaden: Vieweg 1997.
- [22] Eitel F, Kuprion J, Prenzel M, Bräth A, Schweiberer L, Mandl H. Interaktives, rechnergestütztes Lernprogramm „Bauchschmerz“: Entwicklung – Implementierung – Evaluation. In: Hypertext und Multimedia: Neue Wege in der computerunterstützten Aus- und Weiterbildung. Glowalla U, Schoop E (Hrsg). Berlin – Heidelberg: Springer 1992; 216-29.
- [23] Euler D. Didaktik des computerunterstützten Lernens: Praktische Gestaltung und theoretische Grundlagen. In: Multimediales Lernen in der Berufsbildung 3. 1. Aufl. Holz H, Zimmer G (Hrsg). Nürnberg: BW Bildung und Wissen, Verlag und Software 1992.
- [24] Eysenbach G. Computer-Manual für Mediziner und Biowissenschaftler. München – Wien – Baltimore: Urban & Schwarzenberg 1994; 105-146, 250-79.
- [25] Fackiner C. Wie erfolgreich ist Computer Based Training? – Eine Studie über das Lernen mit Multimedia in MIGROS-Gemeinschaft: Evaluationsmethoden und Ergebnisse. Bergheim: Multikom 1993.
- [26] Ferstl OK, Schmitz K. Zur Nutzung von Hypertextkonzepten in Lernumgebungen. In: CBT in der Medizin – Methoden, Techniken, Anwendungen. 1. Aufl. Conradi H, Kreutz R, Spitzer K (Hrsg). Aachen: Verlag der Augustinus Buchhandlung 1997; 21-30.
- [27] Fickert T. Multimediales Lernen: Grundlagen, Konzepte, Technologien. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag 1992.
- [28] Fieschi D, Fieschi M, Soula G, Degoulet P. Évaluation des méthodes d’enseignement assisté par ordinateur: À propos de vingt-six études comparatives publiées entre 1989 et 1992. Pathol Biol 1994; 42: 183-90.
- [29] Fischer, M. MIAS - Medizinisches Informations- und Ausbildungssystem: Ein Konzept für die computergestützte Lehre in der Medizin. In: Hypertext und Multimedia: Neue Wege in der computerunterstützten Aus- und Weiterbildung. Glowalla U, Schoop E (Hrsg). Berlin – Heidelberg: Springer 1992; 145-48.
- [30] Fischer M, Hohnloser J, Emmerich B. BefundungsTutor Blut: Erlernen und Training der Blutbefundung. Stuttgart: Thieme 1996.
- [31] Fischer, PM, Mandl, H. Introduction: Towards a Psychophysics of Hypermedia. In: Designing Hypermedia for Learning. Jonassen DH, Mandl H (eds). Heidelberg: Springer 1990.
- [32] Fricke R. Zur Effektivität computer- und videounterstützter Lernprogramme: Arbeiten aus dem Seminar für Pädagogik der TU Braunschweig 1. Braunschweig: Seminar für Pädagogik 1991.

- [33] Fricke R. Evaluation von Multimedia. In: Information und Lernen mit Multimedia. Issing L, Klimsa P (Hrsg). Weinheim: Psychologie-Verlags-Union 1995; 401-13.
- [34] Friedl R, Wieshammer S, Kehrer J, Ammon C, Hübner D, Lehmann J, Heimpel H. Ein fallbasiertes, interaktives und multimediales Computerlernprogramm zum Thema Herzinfarkt, Angina pectoris und Mitralstenose. Med Klin 1996; 91: 564-69.
- [35] Friedman CP, Wyatt JC. Evaluation Methods in Medical Informatics. New York: Springer 1997.
- [36] Frischauf B. Computer in der medizinischen Ausbildung: Erstellung eines Lernsystems für die histologische Pathologie. Med. Fak. Diss. Freiburg 1997.
- [37] Gabele E, Zürn B. Entwicklung Interaktiver Lernprogramme. Band 1: Grundlagen und Leitfaden. Stuttgart: Schäffer-Poeschel 1993.
- [38] Gay G, Mazur J. Navigating in Hypermedia. In: Hypertext / Hypermedia Handbook. Berk E, Devlin J (eds). New York: Intertext 1991; 271-83.
- [39] Gesprächskreis Informatik (Hrsg). Informationskultur für die Informationsgesellschaft durch Bildungsinitiative Neue Medien. Salzburg: 1997.
- [40] Glowalla U, Schoop E. Entwicklung und Evaluation computerunterstützter Lehrsysteme. In: Hypertext und Multimedia: Neue Wege in der computerunterstützten Aus- und Weiterbildung. Glowalla U, Schoop E (Hrsg). Berlin – Heidelberg: Springer 1992; 21-36.
- [41] Glowalla U, Häfele G. Einsatz elektronischer Medien: Befunde, Probleme und Perspektiven. In: Information und Lernen mit Multimedia. Issing L, Klimsa P (Hrsg). Weinheim: Psychologie-Verlags-Union 1995; 415-34.
- [42] Göbel E, Remstedt S (Hrsg). Leitfaden zur Studienreform in Human- und Zahnmedizin mit einem Überblick über Studienreformprojekte und Studienreformvorschläge. 2., völlig überarbeitete und erweiterte Aufl. Frankfurt am Main: Mabuse-Verlag 1995.
- [43] Gräber W. Das Instrument MEDA: Ein Verfahren zur Beschreibung, Analyse und Bewertung von Lernprogrammen. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) 1990.
- [44] Groscurth P. Histologie: Interaktiver Atlas. München – Wien – Baltimore: Urban & Schwarzenberg 1997.
- [45] Haack J. Interaktivität als Kennzeichen von Multimedia und Hypermedia. In: Information und Lernen mit Multimedia. Issing L, Klimsa P (Hrsg). Weinheim: Psychologie-Verlags-Union 1995; 151-66.
- [46] Halasz F, Schwartz M. The Dexter Reference Model. Commun ACM 1994; 37: 30-39.
- [47] Hammond N. Tailoring Hypertext for the Learner. In: Cognitive Tools for Learning. Kommers PAM, Jonassen DH, Mayes TJ (eds). Berlin – Heidelberg: Springer 1992; 149-60.
- [48] Handke J. Multimedia mit ToolBook und Macromedia Director. München: Oldenbourg 1997.
- [49] Hanns-Seidel-Stiftung e. V. (Hrsg). „Vernetzte Gesellschaft“: Politische Studien 1997; 48: 31-94.

- [50] Haschke WE. Problemorientiertes Lernen: Einführung zum Thema. In: Die Qualität der Lehre in der Medizin. Koebke J, Neugebauer E, Lefering R (Hrsg). München – Wien – Baltimore: Urban & Schwarzenberg 1996; 123-24.
- [51] Hasebrook J. Multimedia-Psychologie: Eine neue Perspektive menschlicher Kommunikation. Heidelberg – Berlin – Oxford: Spektrum Akademischer Verlag 1995.
- [52] Held M, Späthling S, Geier SA, Möller A, Bogner JR, Kaliebe T, Goebel FD. HIV-assoziierte Erkrankungen: Evaluierung eines computergestützten Informationssystems. Münch Med Wochenschr 1995; 135: 466-70.
- [53] Hersh WR. Information Retrieval: A Health Care Perspective. New York: Springer 1996.
- [54] Hesse, FW, Garsoffky B, Hron A. Interface-Design für computerunterstütztes kooperatives Lernen. In: Information und Lernen mit Multimedia. Issing L, Klimsa P (Hrsg). Weinheim: Psychologie-Verlags-Union 1995; 253-67.
- [55] Horn RE. Mapping Hypertext: Analysis, Linkage and Display of Knowledge for the Next Generation of On-line Text and Graphics. Lexington, MA: Lexington Institute 1989.
- [56] Issing L. Wissensvermittlung mit Medien. In: Wissenspsychologie. Mandl H, Spada H (Hrsg). München – Weinheim: Psychologie-Verlags-Union 1988; 531-53.
- [57] Jelovsek FR, Adebajo L. Learning Principles as Applied to Computer-assisted Instruction. MD Computing 1993; 10: 165-72.
- [58] Jonassen DH. What are Cognitive Tools?. In: Cognitive Tools for Learning. Kommers PAM, Jonassen DH, Mayes TJ (eds). Berlin – Heidelberg: Springer 1992; 1-6.
- [59] Jonassen DH. Effects of Semantically Structured Hypertext Knowledge Bases on Users' Knowledge Structures. In: Hypertext – a Psychological Perspective. McKnight C, Dillon A, Richardson J (eds). Chichester: Ellis Horwood 1993; 153-68.
- [60] Kalkbrenner G. Computergestütztes Lernen und Teledienste. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag 1996.
- [61] Karrer U. Computer-assisted Learning: Toward the Development and Use of Quality Courseware. Bern – Frankfurt am Main – New York – Paris: Lang 1989.
- [62] Klar R. Verfügbare Software für die Ärzte-Ausbildung. In: Computer in der Ärzteausbildung. Baur M, Michaelis J (Hrsg). München: Oldenbourg 1990; 51-69.
- [63] Klar R, Beyer U. Computer Assisted Teaching and Learning in Medicine. Int J Biomed Comput 1990; 26: 7-27.
- [64] Klar R. Hypertexte und Expertensysteme. In: Hypertext und Multimedia: Neue Wege in der computerunterstützten Aus- und Weiterbildung. Glowalla U, Schoop E (Hrsg). Berlin – Heidelberg: Springer 1992; 43-44.
- [65] Klar R, Auhuber T, Schulz S. MicroPat – An Example for Integrating an Atlas of Digital Images into a Computer Based Training System. In: Health Telematics Education. Studies in Health Technology and Informatics. Volume 41. Mantas J (ed). Amsterdam: IOS Press 1997; 214-20.
- [66] Klimsa P. Neue Medien und Weiterbildung: Anwendung und Nutzung in Lernprozessen der Weiterbildung. Weinheim: Deutscher Studien-Verlag 1993.

- [67] Knabe G. Entwicklungstendenzen bei Autorensprachen und Autorensystemen. In: Computer Based Training: Erfahrungen mit interaktivem Computerlernen. Seidel C. Göttingen – Stuttgart: Verlag für Angewandte Psychologie 1993; 40-58.
- [68] Kommers PAM, Jonassen DH, Mayes TJ (eds). Cognitive Tools for Learning. Berlin – Heidelberg: Springer 1992.
- [69] Kopstein FF, Seidel RJ. Computer-assisted Instruction versus Traditionally Administered Instruction: Economics. *Audiov Commun* 1968; Rev. 2: 147-75.
- [70] Kuhlen R. Hypertext – Ein nicht-lineares Medium zwischen Buch und Wissensbank. Berlin – Heidelberg: Springer 1991.
- [71] Lange DB. A Formal Model of Hypertext. In: Proceedings of the Hypertext Standardization Workshop 1990. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology Publication 1990; 145-66.
- [72] Lefrançois GR. Psychologie des Lernens. 3., unveränderte Aufl. Berlin – Heidelberg: Springer 1994.
- [73] Lehmacher W. Zwei Stichproben von Verlaufskurven und Crossover-Versuche. *Medizinische Informatik und Statistik*. 67. Heidelberg: Springer 1986; 77-85.
- [74] Lehmacher W. Analysis of the Crossover Design in the Presence of Residual Effects. *Stat Med* 1991; 10: 891-99.
- [75] Lehmacher W. Auswertung von Crossover-Plänen bei fehlenden Werten. In: *Medizinische Informatik: Ein integrierender Teil arztunterstützender Technologien. Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie*. 77. Pöpl SJ, Lipinski HG, Mansky T (Hrsg). München: MMV Medizin Verlag 1994; 462-65.
- [76] Lehmacher W. Residual Effects in Cross-over Trials. In: *Cross-over clinical trials. Biometrics in the pharmaceutical industry*. 7. Vollmar J, Hothorn LA (eds). Stuttgart – Jena – New York: Gustav Fischer 1997; 41-65.
- [77] Leiner F, Gaus W, Haux R (Hrsg). *Medizinische Dokumentation: Einführendes Lehrbuch*. 2. Aufl. Stuttgart: Schattauer 1997.
- [78] Leutner D. Adaptive Lehrsysteme – Instruktionspsychologische Grundlagen und experimentelle Analysen. Weinheim: Psychologie-Verlags-Union 1992.
- [79] Leutner D. Adaptivität und Adaptierbarkeit multimedialer Lehr- und Informationssysteme. In: *Information und Lernen mit Multimedia*. Issing L, Klimsa P (Hrsg). Weinheim: Psychologie-Verlags-Union 1995; 139-43.
- [80] Leven FJ, Schulz S, Alle W, Klar R. Rechnergestützte Lehr- und Lernsysteme in den Klinika: Stand und zukünftige Entwicklungen. In: *Informationsverarbeitung in den Universitätsklinika Baden-Württembergs*. Buchholz W, Haux R (Hrsg). Heidelberg: 1995; 187-93.
- [81] Linke A, Nussbaumer M, Portmann PR. *Studienbuch Linguistik*. 2. Aufl. Tübingen: Max Niemeyer Verlag 1994.
- [82] Lorenz WD. Campus im Cyberspace. *Allgemeiner Hochschul-Anzeiger* 1997; 33: 8-9.
- [83] Marcus A. *Graphic Design for Electronic Documents and User Interfaces*. New York: ACM Press 1992.

- [84] März R, Botz A. Wann ist ein Computerprogramm besser als ein Lehrbuch?. In: Die Qualität der Lehre in der Medizin. Koebke J, Neugebauer E, Lefering R (Hrsg). München – Wien – Baltimore: Urban & Schwarzenberg 1996; 258-63.
- [85] McArthur J, Bolles J, Fine J, Kidd P, Bessis M. Interactive Computer-video Modules for Health Sciences Education. *Methods Inform Med* 1989; 28: 360-63.
- [86] McKnight C, Dillon A, Richardson J. A Comparison of Linear and Hypertext Formats in Information Retrieval. In: *Hypertext: State of the Art*. McAleese R, Green C (eds). Oxford: Intellect 1991; 10-9.
- [87] Meumann E. *Psychologie des Lesens und der Rechtschreibung*. Bochum: Kamp 1982.
- [88] Möhrle M, Hoffmann W. Interaktives Erheben von Informationen im computerunterstützten Dialogfragebogen: Idealtypische Ausgestaltung, mediale Aspekte, Gestaltungsvariation in morphologischer Betrachtung. *Wirtschaftsinformatik* 1994; 36: 243-51.
- [89] Möhrle M. Betrieblicher Einsatz Computerunterstützten Lernens: Zukunftsorientiertes Wissensmanagement im Unternehmen. Braunschweig: Vieweg 1996. 23-79.
- [90] Morozov M. Multimedia Lecture Room: A New Tool for Education. In: *Multimedia, Hypermedia and Virtual Reality: Models, Systems and Applications*. Lecture Notes in Computer Science 1077. Brusilovsky P, Kommers P, Streitz N (eds). Heidelberg: Springer 1996; 246-54.
- [91] Mufti GJ, Flandrin G, Schaefer HE, Sandberg AA, Kanfer EJ. *An Atlas of Malignant Haematology, Cytology, Histology and Cytogenetics*. London: Martin Dunitz 1996.
- [92] Müller W. *Interaktive Medien im professionellen Einsatz: Elektronische Kataloge, Infoterminals, CBT, Videokonferenzen*. Bonn: Addison-Wesley 1995.
- [93] Nathwani BN, Heckerman DE, Horvitz EJ, Lincoln TL. Integrated Expert Systems an Videodisc in Surgical Pathology: An Overview. *Hum Pathol* 1990; 21: 11-27.
- [94] Niculescu H. *Entwicklung und Effektivität von CBT im Rahmen der betrieblichen Weiterbildung*. Frankfurt am Main: Lang 1995.
- [95] Nielsen J. *Multimedia, Hypertext und Internet: Grundlagen und Praxis des elektronischen Publizierens*. Braunschweig: Vieweg 1996.
- [96] O'Brien MJ, Sotnikov AV. Digital Imaging in Anatomic Pathology. *Am J Clin Pathol* 1996; 106 S1: S25-S32.
- [97] OECD. *Information Technologies in Education: The Quest for Quality Software*. Paris: 1989.
- [98] Ottmann T, Bacher C. Authoring on the Fly. *J Univ Comput Sci* 1995; 1: 706-17.
- [99] *Pathology-Atlases on CD-ROM 1.0*. Königswinter: infill Kommunikation 1996.
- [100] *Pathologie*. In: *Brockhaus-Enzyklopädie*. Band 16. 19., völlig neubearbeitete Aufl. Mannheim: Brockhaus 1987; 594-95.
- [101] Polit-O'Hara D. *Nursing Research: Principles and Methods*. 4th ed. Philadelphia – New York – London: J. B. Lippincott 1991; 282-93.
- [102] *Pschyrembel Klinisches Wörterbuch*. 257., neu bearbeitete Aufl. Berlin – New York: de Gruyter 1994.

- [103] Reeb HJ, Sander W. Multimedia – Informationsgesellschaft. Wochenschau 1996; II.
- [104] Reigeluth CM. Instructional Design: What is it and why is it?. In: Instructional Theories and Models: An Overview of Their Current Status. Reigeluth CM (ed). Hillsdale: Lawrence Erlbaum 1983; 3-36.
- [105] Renscheler H. Die Unterstützung der Mediziner Ausbildung durch EDV. In: Computer in der Ärzteausbildung. Baur M, Michaelis J (Hrsg). München: Oldenbourg 1990; 1-50.
- [106] Richter W, Reiss G. Histologie: Elektronischer Atlas mit Zytologie und Mikroskopischer Anatomie. Berlin – New York: de Gruyter 1996.
- [107] Riede UN, Schaefer HE (Hrsg). Allgemeine und spezielle Pathologie. 4., aktualisierte Aufl. mit didaktischem Raster. Stuttgart – New York: Thieme 1995.
- [108] Riehm U, Böhle K, Gabel-Becker I, Wingert B. Elektronisches Publizieren: Eine kritische Bestandsaufnahme. Berlin – Heidelberg: Springer 1992.
- [109] Riehm U, Wingert B. Multimedia: Mythen, Chance und Herausforderungen. Mannheim: Bollmann 1995.
- [110] Roche-Lexikon Medizin. 3. neubearbeitete Aufl. München: Urban & Schwarzenberg 1993.
- [111] Sachs L. Angewandte Statistik: Anwendung statistischer Methoden. 7., völlig neubearbeitete Aufl. Berlin: Springer 1992; 354-55.
- [112] Sandroni C, Bocci MG, Damiani F, Barelli A, Proietti R, Magalini SI. Domande a scelta multipla computerizzate: un metodo di valutazione efficace nella didattica medica?. *Recenti Prog Med* 1996; 87: 218-22.
- [113] Schanda F. Computer-Lernprogramme: wie damit gelernt wird, wie sie entwickelt werden, was sie im Unternehmen leisten. Weinheim: Beltz 1995.
- [114] Schlicht HJ. Bildverarbeitung digital: Scanner, Drucker, Video, Multimedia unter Windows. 2., komplett überarbeitete Aufl. Bonn – Paris: Addison-Wesley 1995.
- [115] Schnotz W. Wissenserwerb mit Diagrammen und Texten. In: Information und Lernen mit Multimedia. Issing L, Klimsa P (Hrsg). Weinheim: Psychologie-Verlags-Union 1995. 85-105.
- [116] Schoop E. Perspektiven künftiger Hard- und Softwareentwicklungen für das Lernen mit Computern. In: Hypertext und Multimedia: Neue Wege in der computerunterstützten Aus- und Weiterbildung. Glowalla U, Schoop E (Hrsg). Berlin – Heidelberg: Springer 1992; 45-6.
- [117] Schoop E, Glowalla U. Computer in der Aus- und Weiterbildung: Potentiale, Probleme und Perspektiven. In: Hypertext und Multimedia: Neue Wege in der computerunterstützten Aus- und Weiterbildung. Glowalla U, Schoop E (Hrsg). Berlin – Heidelberg: Springer 1992; 4-20.
- [118] Schubert E, Gross W, Becich MJ. Computer-assisted Instruction in Pathology Residency Training: Design and Implementation of Integrated Productivity and Education Workstations. *Semin Diagn Pathol* 1994; 11: 282-93.
- [119] Schulmeister R. Die Philosophie des „Blätterns“. In: Computer, Software und Vernetzungen für die Lehre: Das Computer-Investitionsprogramm (CIP) in der Nutzanwendung. Dette K (Hrsg). Berlin – Heidelberg: Springer 1992; 218-29.

- [120] Schulmeister R. Grundlagen hypermedialer Lernsysteme: Theorie – Didaktik – Design. Bonn: Addison-Wesley 1996.
- [121] Schult TJ, Reimann P. Virtuell lehren leicht gemacht? Lehrsoftware entwickeln mit ToolBook und Authorware. c't 1996; 1: 270-78.
- [122] Schulz S, Klar R. Wartungsfreundliche On-Line-Bibliothek in einem Klinikumsdaten-netz. In: Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie – GMDS '97. Medizini-sche Informatik, Biometrie und Epidemiologie. 82. Muche R, Büchele G, Harder D, Gaus W (Hrsg). München: MMV Medizin Verlag 1997; 209-14.
- [123] Schulz S, Schrader U, Klar R: Computer-based Training and Electronic Publishing in the Health Sector: Tools and Trends. Methods Inform Med 1997; 36: 149-53.
- [124] Schulz S, Auhuber T, Klar R. Kontrollierte Evaluationsstudie von MicroPat – Interak-tiver Atlas der Histopathologie. In: CBT in der Medizin – Methoden, Techniken, An-wendungen. 1. Aufl. Conradi H, Kreutz R, Spitzer K (Hrsg). Aachen: Verlag der Augustinus Buchhandlung 1997; 117-23.
- [125] Schulz S, Auhuber T, Schrader U, Klar R. Quality Criteria for Electronic Publications in Medicine. In: Advances in Health Telematics Education: A Nightingale Perspective. Studies in Health Technology and Informatics. Volume 51. Mantas J (ed). Amsterdam: IOS Press 1998; 217-26.
- [126] Seelbach H, Joist T, Sohn W, Helmich P. Modifizierte problemorientierte Lehre: Das Düsseldorfer Lehrkonzept Allgemeinmedizin. In: Die Qualität der Lehre in der Medizin. Koebke J, Neugebauer E, Lefering R (Hrsg). München – Wien – Baltimore: Urban & Schwarzenberg 1996; 258-63.
- [127] Selbmann HK. Validierung von Software und Teachware. In: Computer in der Ärz-teausbildung. Baur M, Michaelis J (Hrsg). München: Oldenbourg 1990; 165-73.
- [128] Senn S. Cross-Over Trials in Clinical Research. Chichester – New York: Wiley 1993.
- [129] Slatin JM. Hypertext and the Teaching of Writing. In: Text, ConText and HyperText: Writing with and for the Computer. Barrett E (ed). Cambridge, MA: MIT Press 1989; 111-29.
- [130] Spaai GWG. Feedback in Computer-Assisted Instruction: Complexity and Corrective Efficiency. In: Dialogue and Instruction: Modeling Interaction in Intelligent Tutoring Systems. Beun RJ, Baker M, Reiner M (eds). Berlin – Heidelberg – New York: Springer 1995; 167-78.
- [131] Spada H, Mandl H. Wissenspsychologie: Einführung. In: Wissenspsychologie. Mandl H, Spada H (Hrsg). München – Weinheim: Psychologie-Verlags-Union 1988; 1-16.
- [132] Spada H. Kognitive Determinanten der Lernleistung. Forschungsberichte des Psy-chologischen Instituts der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br.. 97. Freiburg: Psychologisches Institut 1993.
- [133] Spannhoff H. Computer in der medizinischen Aus- und Weiterbildung: Entwicklung eines Lernsystems für die mikroskopische Histopathologie. Med. Fak. Diss. Freiburg 1997.

- [134] Stade UD, Fischer MR, Holzer M, Dietrich JW, Rau R, Toepfer M. Multizentrische Evaluationsstudie EVA für medizinische Mediotheken – Bericht über die Ergebnisse der 1. Studienphase. In: Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie – GMDS '96. Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie. 81. Baur MP, Fimmers R, Blettner M (Hrsg). München: MMV Medizin Verlag 1997; 153-57.
- [135] Stary C. Interaktive Systeme: Software-Entwicklung und Software-Ergonomie. Braunschweig – Wiesbaden: Vieweg 1994.
- [136] Stein M, Staub JP. GK2: 1. Staatsexamen: Kommentierte Examensfragen 3/97. Bad Wörishofen: Mediscript-Verlag 1997.
- [137] Steppi H. CBT – Computer Based Training: Planung, Design und Entwicklung interaktiver Lernprogramme. 1. Aufl. Stuttgart: Klett 1989.
- [138] Sterbak R. Das virtuelle Klassenzimmer. bild der wissenschaft plus 1995; 7: 32-3.
- [139] Stössel U, von Troschke J. Didaktische Gesichtspunkte des Unterrichts in den psychosozialen Fächern – der Ansatz des problem-based learning. In: Die Qualität der Lehre in der Medizin. Koebke J, Neugebauer E, Lefering R (Hrsg). München – Wien – Baltimore. Urban & Schwarzenberg 1996; 145-50.
- [140] Strittmatter P. Wissenserwerb mit Bildern bei Film und Fernsehen. In: Wissenserwerb mit Bildern: Instruktionale Bilder in Printmedien, Film / Video und Computerprogrammen. 1. Aufl. Weidenmann, B (Hrsg). Bern: Huber 1994; 177-94.
- [141] Strothotte T. Informationsfluß durch Bilder in der Mensch-Computer-Interaktion. In: Wissenserwerb mit Bildern: Instruktionale Bilder in Printmedien, Film / Video und Computerprogrammen. 1. Aufl. Weidenmann B (Hrsg). Bern: Huber 1994; 195-213.
- [142] Strzebkowski R. Realisierung von Interaktivität und multimedialen Präsentationstechniken. In: Information und Lernen mit Multimedia. Issing L, Klimsa P (Hrsg). Weinheim: Psychologie-Verlags-Union 1995; 269-303.
- [143] Subrahmanian VS. Multimedia Database Systems: Issues and Research Directions. Berlin – Heidelberg: Springer 1996.
- [144] Tergan SO. Hypertext und Hypermedia: Konzeption, Lernmöglichkeiten, Lernprobleme. In: Information und Lernen mit Multimedia. Issing L, Klimsa P (Hrsg). Weinheim: Psychologie-Verlags-Union 1995; 123-37.
- [145] Thomé D. Kriterien zur Bewertung von Lernsoftware: Mit einer exemplarischen Beurteilung von Deutsch-Lernprogrammen. Heidelberg: Hüthig 1989.
- [146] Tober K. Autorensystem und Hypertextsysteme: Zwei Modelle für den Einsatz des Computers im Lernbereich. In: Computer Based Training: Erfahrungen mit interaktivem Computerlernen. Seidel C (Hrsg). Göttingen – Stuttgart: Verlag für Angewandte Psychologie 1993; 30-9.
- [147] Tochtermann K, Dittrich G. Towards a Family of Formal Models for Hypermedia. In: Hypertext – Information Retrieval – Multimedia: Synergieeffekte elektronischer Informationssysteme. Kuhlen, R., Rittberger, M. (Hrsg). Konstanz: Universitätsverlag Konstanz 1995; 77-91.
- [148] Tompa F. A Data Model for Flexible Hypertext Database Systems. ACM Trans Off Inf Syst 1989; 7: 85-100.
- [149] Toutenburg H. Versuchsplanung und Modellwahl. Heidelberg: Physica 1994; 271-314.

- [150] Trigg RH. Guided Tours and Tabletops: Tools for Communicating in a Hypertext Environment. *ACM Trans Off Inf Syst* 1988; 4: 398-414.
- [151] Tully CJ. Lernen in der Informationsgesellschaft: Informelle Bildung durch Computer und Medien. Opladen: Westdeutscher Verlag 1994.
- [152] Weidenmann B. Lernen – Lerntheorien. In: *Pädagogische Grundbegriffe. Band 2: Jugend bis Zeugnis.* Lenzen D (Hrsg). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt 1989; 996-1010.
- [153] Weidenmann B. Lernen mit Bildmedien: Psychologische und didaktische Grundlagen. 2., neu ausgestattete Aufl. Weinheim: Beltz 1994.
- [154] Weidenmann B. Informierende Bilder. In: *Wissenserwerb mit Bildern: Instruktionale Bilder in Printmedien, Film / Video und Computerprogrammen.* 1. Aufl. Weidenmann B (Hrsg). Bern: Huber 1994; 9-58.
- [155] Weidenmann B. Multicodierung und Multimodalität im Lernprozeß. In: *Information und Lernen mit Multimedia.* Issing L, Klimsa P (Hrsg). Weinheim: Psychologie-Verlags-Union 1995; 65-84.
- [156] Weidenmann B. Abbildungen in Multimedia-Anwendungen. In: *Information und Lernen mit Multimedia.* Issing L, Klimsa P (Hrsg). Weinheim: Psychologie-Verlags-Union 1995; 107-21.
- [157] Weimann A, Engel I. *GK2: Allgemeine Pathologie.* 11. Aufl. Weinheim: Chapman & Hall 1996.
- [158] Weinschenk S, Jamar P, Yeo SC. *GUI Design Essentials for Windows 95, Windows 3.1, World Wide Web.* New York: Wiley 1997.
- [159] Wheater PR, Burkitt HG, Stevens A, Love JS.. *Grundlagen der Histopathologie: Atlas und Lehrbuch.* Stuttgart: Enke 1987.
- [160] Wilke J. Multimedia: Strukturwandel durch neue Kommunikationstechnologien. *Aus Politik und Zeitgeschichte* 1996; 32: 3-15.
- [161] Winter R, Baraitser M. *Dysmorphology Photo Library.* Oxford: Oxford University Press 1996.
- [162] Wissenschaftsrat. *Leitlinien zur Reform des Medizinstudiums.* Köln: 1992.
- [163] Young RM, Simon T. Planning in the Context of Human-Computer Interaction. In: *People and Computers III.* Diaper D, Winder R (eds). Cambridge: Cambridge University Press 1987. 363-70.

9 Weiterführende Literatur

- [1] Böck P (Hrsg). Mikroskopische Technik / Romeis. 17., neubearbeitete Aufl. München – Wien – Baltimore: Urban & Schwarzenberg 1989.
- [2] Bühling KJ, Lепенies J, Witt K. Intensivkurs: Allgemeine und spezielle Pathologie: Kurzlehrbuch zum GK 2 und 3. München – Wien – Baltimore: Urban & Schwarzenberg 1995.
- [3] Curran, RC. Farbatlas der Histopathologie. 4. überarbeitete Aufl. Berlin – Heidelberg – New York: Springer 1986.
- [4] Frank W. Winterthur Atlas der Histopathologie mit Einarbeitung der Prüfungsfakten. 2., durchgesehene Aufl. Neckarsulm – Stuttgart: Jungjohann 1992.
- [5] Feichtinger H, Maier H, Schmid KW. Histopathologischer Kurs. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag 1992.
- [6] Grundmann E (Hrsg). Einführung in die allgemeine Pathologie. 9., bearbeitete und ergänzte Aufl. Stuttgart – Jena – New York: Gustav Fischer 1994.
- [7] Grundmann E, von Rudorff K. Kursus der allgemeinen Histopathologie: Eine Mikroskopierhilfe für Studierende der Medizin. 2., bearbeitete Aufl. Stuttgart – Jena – New York: Gustav Fischer 1994.
- [8] Leonhardt H. Histologie, Zytologie und Mikroanatomie des Menschen. 8., überarbeitete und erweiterte Aufl. Stuttgart – New York: Thieme 1990.
- [9] Rubin E, Farber JL. Pathology. 2nd ed. Philadelphia: J. B. Lippincott 1988.
- [10] Thomas C. Histopathologie: Lehrbuch und Atlas für die Kurse der allgemeinen und speziellen Pathologie. 11., überarbeitete Aufl. Stuttgart – New York: Schattauer 1992.
- [11] Tseng CH. Color Atlas of Diagnostic Histopathology. Boca Raton, FL: CRC Press 1986.
- [12] Welsch U. Histologie: Farbatlas der mikroskopischen Anatomie / Sobotta, Hammersen. 4., neubearbeitete Aufl. München – Wien – Baltimore: Urban & Schwarzenberg 1994.

10 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Aufbau einer ToolBook-Seite [143].....	12
Abb. 2:	Programmierbeispiel in OpenScript.....	13
Abb. 3:	Stark vereinfachtes Hypertextmodell von MicroPat.....	22
Abb. 4:	Inhaltsverzeichnis des Atlanten	23
Abb. 5:	Organverzeichnis „Weibliches Genitale – Mamma – Plazenta“.....	24
Abb. 6:	Kausalpathogenetisches Verzeichnis „Bakterielle Infektionen“	24
Abb. 7:	Atlasseite aus MicroPat	26
Abb. 8:	Definition der Krankheit „Trichinose“ mit Schemazeichnung und Glossarbereich....	27
Abb. 9:	Steckbrief der Krankheit „Trichinose“ mit Schemazeichnung.....	27
Abb. 10:	Pfeiltypen im Atlas von MicroPat.....	28
Abb. 11:	Aktionswörter in MicroPat	30
Abb. 12:	Leiste für die Navigation innerhalb einer Krankheit	30
Abb. 13:	Beispielhafte Zoomsequenz der Krankheit „Trichinose“	31
Abb. 14:	Bildvorschau-Funktion von MicroPat.....	32
Abb. 15:	Standardisierte Steuerungskonsole.....	33
Abb. 16:	Anmerkungen in MicroPat	34
Abb. 17:	Demonstration der Schlagwortsuchfunktion in MicroPat.....	34
Abb. 18:	Drucken in MicroPat	36
Abb. 19:	Tooltip	37
Abb. 20:	Auszug aus dem Kapitel „Färbungen“	37
Abb. 21:	Vollständige Präsentation einer Krankheit in MicroPat am Beispiel der Krankheit „Struma colloidosa nodosa“	39
Abb. 22:	Inhaltsverzeichnis Lernprogramm.....	41
Abb. 23:	Beispielseite aus dem Lernprogramm	41
Abb. 24:	Beispielkommentar und Lerner-Bedienungskonsole aus dem Lernprogramm.....	42
Abb. 25:	Inhaltsverzeichnis der Testatfunktion	43
Abb. 26:	Vereinfachtes Hypertextmodell von Lernpfaden	43
Abb. 27:	Editorfunktion ein- und ausschalten	44
Abb. 28:	Lernpfad und Seite hinzufügen.....	44
Abb. 29:	Seite in einem Lernpfad bearbeiten.....	45
Abb. 30:	Bild und Text importieren, Pfeilmarkierungen erzeugen, Lösung angeben, Seitenelemente anordnen.....	46

Abb. 31: Schriftarten und Schriftgestaltung wählen, Kommentare erstellen, Kapitel zur Vertiefung angeben.....	46
Abb. 32: Seiten kopieren / verschieben, Seite umbenennen, Seite löschen	47
Abb. 33: Gliederungsprinzip und Benutzerspektrum von MicroPat	48
Abb. 34: Interdisziplinarität bei der Entwicklung von MicroPat	49
Abb. 35: Modifiziertes Evaluationsmodell nach einem theoretischen Ansatz des Instruktionsdesigns [32] [104]	61
Abb. 36: Ablauf der Evaluationsstudie des Histopathologie-Programms MicroPat	62
Abb. 37: Anzahl der korrekten Diagnosen nach Probanden.....	65
Abb. 38: Scores nach Probanden	65
Abb. 39: Anzahl der korrekten Diagnosen und Scores nach Präparaten.....	66
Abb. 40: Ergebnisse des Fragebogens als Boxplot [124].....	69
Abb. 41: Periodeneffekte, Residualeffekte und Behandlungseffekte der MicroPat-Evaluationsstudie (C=Computer, B=Buch, n_x =Anzahl der Probanden mit der Lernfolge $x=1$ für CB und $x=2$ für BC)	71
Abb. 42: Beispielhafte Konfigurationsdatei von MicroPat.....	74
Abb. 43: Setup-Programm zu MicroPat.....	75

11 Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Bewertung von Histologie-Programmen nach bestimmten Kriterien	7
Tab. 2:	Auflistung ausgewählter Internet-Adressen zum Themenfeld „Histopathologie“	9
Tab. 3:	Spezifikation der Eigenschaften von MicroPat	12
Tab. 4:	Liste aller Krankheiten in MicroPat.....	21
Tab. 5:	Dateistruktur der Dateien des Organmenüs	24
Tab. 6:	Dateistruktur der Krankheit-Dateien ($n \leq 20$).....	25
Tab. 7:	Abhängigkeit der Schrift- und Bildeigenschaften von der Auflösung des Bildschirms.....	26
Tab. 8:	Dateistruktur der Bildvorschau-Dateien	31
Tab. 9:	Dateistruktur der Lernprogramm-Dateien	40
Tab. 10:	Übersicht über das gesamte Programmvolumen.....	48
Tab. 11:	Lineares Scoremodell zur Gewichtung der individuellen Sicherheitsangaben des Probanden	63
Tab. 12:	Ergebnisse des besseren Abschneidens nach Lernmethode.....	64
Tab. 13:	Arithmetische Mittel und Signifikanzen der Ergebnisse bei drei Prüfungspräparaten nach Lernmethode	64
Tab. 14:	Arithmetische Mittel und Mediane der Ergebnisse nach Präparat und Themenbereich.....	67

Danksagung

Herrn **PROFESSOR KLAR** danke ich für die Überlassung des Dissertationsthemas, die großzügige Förderung meiner wissenschaftlichen Arbeit, für die vielfältige Unterstützung und die sehr guten Arbeitsbedingungen in der Abteilung Medizinische Informatik des Instituts für Medizinische Biometrie und Informatik.

Herrn **PROFESSOR SCHAEFER** gilt mein besonderer Dank für die Bereitstellung des wertvollen Bildmaterials, für das äußerst zeitaufwendige Erstellen und Überarbeiten zahlreicher Texte für das Programm, für die vielen Anregungen und vor allem für die offene und überaus vertrauensvolle Zusammenarbeit bei der Entwicklung von MicroPat.

Herrn **DR. SCHULZ** danke ich für die vielen Anregungen bei der Planung und Entwicklung des Programms, die stetige und engagierte Unterstützung und für die umfassende informatische und konzeptionelle Betreuung der Dissertation.

Herrn **PROFESSOR SCHULTE-MÖNTING** danke ich für die wertvolle Hilfe bei der Planung der Evaluationsstudie und für die statistische Auswertung des Datenmaterials.

Herrn **DR. SCHRADER** danke ich, daß er in speziellen Fragestellungen und bei der Planung der Evaluationsstudie als wichtiger Ansprechpartner bereitwillig, aufgeschlossen und beratend zur Verfügung stand.

Herrn **DR. FRISCHAUF** und Herrn **DR. SPANNHOFF** danke ich für ihre wichtigen Arbeiten bei der Erstellung eines Prototyps von MicroPat.

Frau **RUTH PRISCILLA KIRSTEIN** danke ich für die bereitwillige Überlassung der kunstvollen histopathologischen Schemazeichnungen.

Folgende Personen und Institutionen haben erheblich zur Realisierung des Projekts „MicroPat“ beigetragen:

GABRIELE BARTSCH, MANUEL BODIRSKY, STEFAN BÜCHELE, ELISABETH DEMUTH, HILDEGARD EHRET, CHRISTINA GROTZKE, WINFRIED GRUNEWALD, DR. CHRISTIAN IHLING, DAS KLINIKRECHENZENTRUM, GEORG KOCH, DR. GABRIELE KÖHLER, ULRICKE MEYER, JÜRGEN MICHEL, CHRISTIAN STRATZ, STUDENTEN DER EVALUATIONSSTUDIE AUS DEM 1. KLINISCHEN SEMESTER AN DER UNIVERSITÄT FREIBURG IM WINTERSEMESTER 1996/97, DR. KATJA TECHNAU, DAS UNIVERSITÄTSRECHENZENTRUM, MONIKA VOIGT

Besonders danke ich meinen Eltern **RENATE UND JOSEF AUHUBER**, denen ich diese Arbeit widme.

Publikationen

- [1] Klar R, Auhuber T, Schulz S. MicroPat – An Example for Integrating an Atlas of Digital Images into a Computer Based Training System. In: Health Telematics Education. Studies in Health Technology and Informatics. Volume 41. Mantas J (ed). Amsterdam: IOS Press 1997; 214-20.
- [2] Schulz S, Auhuber T, Klar R. Kontrollierte Evaluationsstudie von MicroPat – Interaktiver Atlas der Histopathologie. In: CBT in der Medizin – Methoden, Techniken, Anwendungen. 1. Aufl. Conradi H, Kreutz R, Spitzer K (Hrsg). Aachen: Verlag der Augustinus Buchhandlung 1997; 117-23.
- [3] Auhuber T, Schulz S, Schrader U, Klar R. Ein Modell zur Evaluation medizinischer CBT-Programme. In: Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie – GMDS '97. Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie. 82. Muche R, Büchele G, Harder D, Gaus W (Hrsg). München: MMV Medizin Verlag 1997; 126-30.
- [4] Schulz S, Auhuber T, Schrader U, Klar R. Quality Criteria for Electronic Publications in Medicine. In: Advances in Health Telematics Education: A Nightingale Perspective. Studies in Health Technology and Informatics. Volume 51. Mantas J (ed). Amsterdam: IOS Press 1998; 217-26.

Auszeichnungen

Im Oktober 1995 wurde die Arbeit „Entwicklung des interaktiven Atlanten der mikroskopischen Histopathologie MicroPat“ mit dem mit DM 3000.- dotierten Förderpreis der Landesentwicklungsgesellschaft Baden-Württemberg mbH (LEG) Stuttgart ausgezeichnet.

Die Veröffentlichung einer CD-ROM mit dem Programm

„MicroPat – Interaktiver Atlas der Histopathologie mit integriertem Lernsystem“

ist geplant.

Kontaktadresse:

Institut für Medizinische Biometrie und Medizinische Informatik

Abteilung Medizinische Informatik

Stefan-Meier-Str. 26

79104 Freiburg i. Br.

☎ 07 61 / 2 03 - 67 02 — FAX 07 61 / 2 03 - 67 11

sekretariat@ami1.ukl.uni-freiburg.de

http://www.imbi.uni-freiburg.de/medinf/mi_home.htm