

3 Material und Methode

3.1 Motivation für die Programmentwicklung

Das Programm „Rund- und Bandwürmer bei Hund und Katze“ soll demonstrieren, wie multimediale Lernprogramme dazu beitragen können, die Vermittlung veterinärmedizinischer Inhalte zu unterstützen und zu ergänzen.

Die Inhalte der CD-ROM sollten nicht auf das prüfungsrelevante Wissen beschränkt bleiben, vielmehr sollte das Programm einer breiten Zielgruppe durch die Strukturierung der Inhalte und unterschiedliche Zugangsmöglichkeiten gerecht werden.

Ziel war es, daß der Lernende sich die Inhalte erarbeitet, die er für wichtig und interessant hält, und anhand eines Teilgebietes der Helminthologie einige parasitologische Grundprinzipien erkennt und versteht.

3.2 Arbeitsgruppe

Die Kooperation eines Teams zur Erstellung eines Multimedia-Lernprogrammes wird von vielen Autoren dringend empfohlen (Gay und Raffensperger 1989, Galland et al. 1995, Regula 1997). Es bedarf nicht nur qualitativ und didaktisch geübter Persönlichkeiten, sondern auch technischer Experten (Programmierer), die sich in die Probleme eines Fachgebietes einarbeiten, um in die neue Vermittlungsmaterie effektiv und mit weiterbildendem Erfolg einzudringen (Bohn 1990). Fachlicher Inhalt, erziehungswissenschaftliche Strategie und Programmierung sind drei Aufgabenbereiche, die nur selten von einer Person allein qualifiziert bearbeitet werden können (Piemme 1988). „Alle beteiligten Fachwissenschaftler müssen ein Grundverständnis für den Lerninhalt, die didaktischen Möglichkeiten von computergestütztem Lernen, die Programmierung und die graphische Gestaltung von Lernprogrammen erwerben“ (Regula 1997).

Kooperation bei der Erstellung von computergestütztem Lernmaterial ist absolut notwendig. Empfohlen wird die Zusammenarbeit eines Entwicklers computergestützter Lernmaterialien mit einem Fakultätsmitglied, das für den fachlichen Inhalt verantwortlich ist (Smith 1992). Laut Hannaway et al. (1992) ermöglichen Entwicklungsumgebungen wie ToolBook auch Personen ohne weitgehende Programmierausbildung die Erstellung computergestützten multimedialen Lernmaterials.

Die Arbeitsgruppe im VetMedia-Team unter der Leitung von Prof. Dr. W. Heuwieser, die das in dieser Arbeit beschriebene Konzept realisierte, bestand aus einem Doktoranden der Veterinärmedizin, einem Informationswissenschaftler und einem Mediendesigner.

Die inhaltliche Betreuung der Arbeit erfolgte durch Prof. Dr. E. Schein.

Unterstützt wurde die Arbeitsgruppe von Mitarbeitern des Institutes für Parasitologie der Freien Universität Berlin und der Hoechst Roussel Vet GmbH.

3.2.1 Tierärztliches Fachwissen

Die parasitologischen Inhalte des Multimedia-Programmes „Rund- und Bandwürmer bei Hund und Katze“ wurden anhand des Inhaltes der Vorlesung „Parasitologie I“ und der „Parasitologischen Übungen“ im Rahmen einer Dissertation zusammengestellt. Sie wurden durch weiterführende Informationen aus deutsch- und englischsprachigen Lehrbüchern vertieft. Die inhaltliche Prüfung der Texte erfolgte durch Prof. Dr. E. Schein vom Institut für Parasitologie der Freien Universität Berlin und Dr. D. Kapl, Hoechst Roussel Vet GmbH, Unterschleißheim.

3.2.2 Didaktische Aufbereitung

Die didaktische Aufbereitung erfolgte ebenfalls im Rahmen der Dissertation unter begleitender Beratung durch Prof. Dr. W. Heuwieser.

Da die didaktische Funktion eines Multimedia-Programmes eng mit dessen Strukturierung verknüpft ist, war es sinnvoll, diese beiden Aufgaben einer Person zu übertragen.

3.2.3 Konzeption

Für eine vollständige Konzeption ist es erforderlich, Umfang und Inhalte der Anwendung schon vor Beginn der Programmierung festzulegen und die zu erbringenden Leistungen den Arbeitsgruppenmitgliedern zuzuteilen.

Auf eine derartig umfassende Konzeption mußte verzichtet werden, weil der Doktorand ein Neuling auf dem Gebiet der Entwicklung multimedialer Anwendungen war und Umfang sowie Arbeitsaufwand der Entwicklung nur schwer einschätzen konnte. Deshalb war es sinnvoll eine andere Vorgehensweise zu wählen.

Zunächst wurde die Zielgruppe und das Themengebiet analysiert und dann die grundlegende Strukturierung des Programmes und der Aufbau der Bildschirmseiten entwickelt. Auf diesem Konzept basierend, wurde zunächst ein Prototyp zum Thema „Spulwürmer“ erstellt und seine Funktionalität geprüft. Erst dann wurden die restlichen Inhalte eingefügt.

Eine übergeordnete Konzeption war auch deshalb unnötig, weil die Arbeitsgruppe überschaubar war und die Aufgabenbereiche klar zugeordnet werden konnten. Bei den Treffen, die mehrmals wöchentlich stattfanden, konnten die anfallenden Arbeiten leicht koordiniert werden.

3.2.4 Programmierung

Die Programmierung der Multimedia-Anwendung erfolgte durch den Doktoranden der Veterinärmedizin in Zusammenarbeit mit einem Informationswissenschaftler.

Der Doktorand übernahm die Programmierung in der Entwicklungsumgebung (Multimedia ToolBook 3.0[®], Asymetrix Learning Systems, Inc.) und somit die Umsetzung der inhaltlichen und didaktischen Vorgaben in eine interaktive Computeranwendung.

Der Informationswissenschaftler zeichnete vor allem für die Einbindung des Programmes in unterschiedliche Hard- und Softwareumgebungen verantwortlich. Schwerpunkte seiner Arbeit waren die Unterstützung und Beratung bei der Programmierung komplizierter Abläufe in der Entwicklungsumgebung Multimedia ToolBook 3.0[®], die Digitalisierung und Einbindung verschiedener audiovisueller Medien sowie die Erstellung der Installationsroutine.

3.2.5 Graphische Gestaltung

Die graphische Gestaltung der Programmoberfläche wurde von einem Mediendesigner entworfen. Hierzu war es erforderlich, daß dieser Eindrücke in der tierärztlichen Praxis und der Parasitologie sammelte, um veterinärmedizinische Arbeitsumfelder kennenzulernen. Durch intensiven Austausch mit den anderen Mitgliedern der Arbeitsgruppe VetMedia wurde sichergestellt, daß sowohl den Ansprüchen an eine zeitgemäße Multimedia-Anwendung Rechnung getragen wurde als auch ein *Screendesign* gefunden wurde, welches die Zielgruppe des Programmes, bestehend aus Tierärzten, Studierenden und Tierarzhelferinnen, ansprach. Des weiteren gehörte die Erstellung von Illustrationen, insbesondere Lebenszyklen und Querschnittszeichnungen, sowie dreidimensionalen Animationen zum Aufgabenbereich des Mediendesigners. Diese wurden zum Teil neu angefertigt, zum Teil aus vorhandenen Druck- oder Diapositivformaten für die Bildschirmwendung überarbeitet. Das Einscannen (Überführen von Diapositiven, Photographien, Druckerzeugnissen in ein digitales Bildformat), Bearbeiten und Einbinden von Bildmaterialien gehörte zum Arbeitsbereich des Doktoranden. Nach Einfügung aller Texte führte der Mediendesigner eine abschließende Kontrolle des Layouts durch.

3.3 Zielgruppe und Einsatzmöglichkeiten

3.3.1 Zielgruppe

Das Programm sollte zum einen als Lehrmedium im Universitätsbetrieb eingesetzt werden, zum anderen in Tierarztpraxen als modernes Kommunikationsmedium zur beruflichen Fortbildung dienen. Dementsprechend war die Zielgruppe weit gefächert, was sowohl ihre Vorbildung als auch ihre Interessen betraf.

Bei der Konzeption und Entwicklung des Programmes wurde versucht vier Hauptgruppen im Auge zu behalten.

1. Studierende des siebten und achten Fachsemesters Veterinärmedizin, für die die Parasitologie ein neues Themengebiet darstellt.
2. Studierende in Vorbereitung auf das Zweite Staatsexamen und junge Tierärzte, die sich zwar schon mit dem Themengebiet beschäftigt haben, die aber zur Vorbereitung auf die Prüfung oder in der Anfangszeit ihrer praktischen Tätigkeit, das erlernte Wissen wieder auffrischen möchten.
3. Erfahrene praktizierende Tierärzte, die schon seit geraumer Zeit parasitologische Fälle diagnostiziert und behandelt haben, aber gewisse Sachverhalte noch einmal nachschlagen möchten.
4. Tierarzhelferinnen, die vor allem mit der parasitologischen Diagnostik in der Praxis befaßt sind.

3.3.2 Sprache

Das Programm wurde zunächst in deutscher Sprache entwickelt. Bei der Programmierung und Gestaltung wurde aber berücksichtigt, daß das Programm in andere Sprachen übersetzt werden soll. Die Entwicklungsumgebung Multimedia ToolBook 3.0[®] erlaubt einen relativ einfachen Austausch der Inhalte von Textfeldern, die auch bei nur kurzer Einarbeitungszeit vorgenommen werden können. Die Größe der Textfelder im Programm ist festgelegt. Da die deutsche Sprache aber in der Regel längere Wörter und Sätze verwendet als die meisten anderen Sprachen, ist der zur Verfügung stehende Platz auch für die übersetzten Texte ausreichend.

Um weitergehende Änderungen bei einer Übersetzung zu vermeiden, wurde darauf geachtet, daß die verwendeten Designelemente sprachlich neutral gehalten wurden und nach Möglich-

keit keine Schriftzüge in die Abbildungen integriert wurden. Bei den nicht fachlichen Abbildungen wurde darauf geachtet, daß die Illustrationen wenn möglich international verständlich sind.

3.3.3 Systemanforderungen

Für die Entwickler von Lernsoftware ergibt sich die Aufgabe festzustellen, welches System der potentielle Nutzer des Programmes zur Verfügung haben wird (Hasman 1990).

Die Zielplattform wurde zum einen anhand von Umfragen zur Computerausstattung der Tierarztpraxen definiert, zum anderen wurde sie in Rücksicht auf die im PC-Pool des Fachbereiches Veterinärmedizin der FU Berlin vorhandenen Computer festgelegt.

Um einen Überblick über die Computerausstattung der Zielgruppe zu erhalten, wurde ein Fragebogen entworfen (siehe Anlage, Ergebnisse siehe 4.5) und an die Besucher der Baden-Badener Fortbildungstage „Kleintierpraxis“ 1997 verteilt.

Bei der Festlegung der Minimalanforderungen wurde die zu erwartende Steigerung des Computerstandards in den Praxen während der voraussichtlichen Entwicklungszeit von anderthalb Jahren berücksichtigt.

Als Zielplattform wurde ein IBM-kompatibler Personal Computer bestimmt. Das Programm sollte von einem Computer mit 486er Prozessor mit 66 Megahertz Taktfrequenz und 16 Megabyte Arbeitsspeicher befriedigend dargestellt werden können. Außerdem wurden ein CD-ROM-Laufwerk mit mindestens vierfacher Zugriffsgeschwindigkeit und eine Graphikkarte mit mindestens 65.000 Farben vorausgesetzt.

3.4 Allgemeine Vorgehensweise bei der Programmentwicklung

Die Erstellung des veterinärmedizinischen Inhalts verursacht den größten Teil der Arbeit und ist auch ausschlaggebend für die Qualität der fertigen Anwendung. Programmentwicklern wird geraten, zuerst Abbildungen, Audio- und Videosequenzen zusammenzustellen und ein Skript anzufertigen, das den Ablauf und die Einbindung der Medien detailliert (Holmes und Nicholls 1996).

Die Analyse des Themengebietes und seiner Einteilungsmöglichkeiten geben die Struktur des Lernprogrammes vor (Regula 1997). Es wird empfohlen einen groben Zeitplan für die Entwicklung anzufertigen und zunächst einen kurzen Prototyp des Programmes zu entwickeln, um die Durchführbarkeit abzusichern und potentielle Probleme aufzudecken (Terrett und Wood 1994).

3.4.1 Wahl des Themengebietes

Rund- und Bandwürmer bei Hund und Katze stellen, neben den Ektoparasiten und den Schutzimpfungen, einen der häufigsten Konsultationsgründe in der tierärztlichen Kleintiersprechstunde dar. Die Verknüpfung mit Entwurmungsplänen und den entsprechenden anthelmintischen Präparaten erlaubte eine Kooperation mit der pharmazeutischen Industrie, so daß die Finanzierung des Projektes durch Drittmittel ermöglicht wurde.

Die Umsetzung dieses Themengebietes in einem computergestützten, multimedialen Lernprogramm bietet sich vor allem aus zwei Gründen an:

1. Die angewandte Parasitologie in der tierärztlichen Praxis beruht zu einem großen Teil auf der koproskopischen Untersuchung und dem Erkennen morphologischer Charakteristika der unterschiedlichen Parasitenspezies und ihrer Geschlechtsprodukte. Bildmaterial spielt deshalb in der Vermittlung parasitologischen Wissens eine übergeordnete Rolle. Die universitäre Ausbildung im Fach Parasitologie trägt diesem Sachverhalt durch den Einsatz zahlreicher Diapositive in den Vorlesungen Rechnung.

Im Kurs „Parasitologische Übungen“ und im prüfungsvorbereitenden Repetitorium spielt die Untersuchung parasitologischer Präparate eine große Rolle. Der Studierende betrachtet die Parasitenstadien makroskopisch, unter der Lupe und mit dem Mikroskop.

Das Erkennen eines parasitologischen Präparates bildet dann auch eine Grundlage der Prüfung. Auf der gestellten Diagnose basierend, wird das theoretische Wissen des Prüflings zum gefundenen Parasiten ermittelt.

Die Einbindung qualitativ hochwertiger Abbildungen in einem computergestützten Multimedia-Programm ermöglicht den Lernenden die Bildmaterialien unabhängig von Ort und Zeit sowie Personal und Ausstattung der Universität zu bearbeiten. Auf einer CD-ROM als Massenspeicher ist es möglich, farbige Aufnahmen in hoher Qualität und großer Vielfalt bei sehr niedrigen Kosten zu speichern. Die interaktive Bearbeitung parasitologischer Abbildungen kann helfen, die relevanten Merkmale eines Befundes schneller zu erkennen und besser zu behalten.

Die ebenfalls im parasitologischen Kurs vermittelten Untersuchungsverfahren lassen sich in einer Kombination von Text, Video- und Audiosequenzen umfassender darstellen als in einer reinen Textfassung. Obwohl die multimediale Veranschaulichung die eigenhändige Durchführung der Untersuchung nicht ersetzen soll, kann sie eine wertvollere Hilfe zur Vor- und Nachbereitung sein als eine Beschreibung, die nur in Text und Bild erfolgt. Besonders deutlich ist dieser Vorteil im Vergleich mit den, auf studentischen Mitschriften basierenden,

Skripten, die oft in schlechter Qualität gedruckt (Schwarzweißphotokopien) oder gar fehlerhaft sind.

2. Viele parasitologische Sachverhalte, vor allem die Lebenszyklen vieler Wurmarten, sind komplex und stark verschachtelt. Mit einem linear strukturierten Medium, wie einem Lehrbuch, sind sie nur schwer und in umfangreichen Abhandlungen darzustellen. Hier kann die nicht lineare Darstellungsmöglichkeit eines computergestütztes Lernprogrammes dem komplexen Sachverhalt eher gerecht werden und das Verständnis erleichtern. Die Information kann in kleinere Einheiten zerlegt werden, die wiederum so verknüpft werden können, daß sich die Struktur des darzustellenden Sachverhaltes möglichst weit an die biologische Realität annähert.

3.4.2 Auswahl des Mediums CD-ROM

Computergestützte Lernprogramme werden oft auf die spezifischen Bedürfnisse einer Ausbildungsstätte zugeschnitten und stehen den Lernenden anschließend auf einer begrenzten Anzahl von Computern, etwa in einem Computerarbeitsraum oder in einem universitären Netzwerk zur Verfügung. Wenn die Relation von Arbeitsaufwand und Entwicklungskosten zum potentiellen Nutzen berücksichtigt werden muß, spricht viel dafür, den Nutzen zu erhöhen, indem die Anwendung einem möglichst großen Interessentenkreis zugänglich gemacht wird.

Zur Zeit gibt es im wesentlichen zwei Wege zur Verbreitung von Computerprogrammen: Zum einen die Vervielfältigung und Verteilung der Anwendung auf Speichermedien wie Diskette oder CD-ROM, zum anderen die Positionierung des Programmes auf einem Computer (*Server*) im weltweiten Datennetz, dem Internet.

Die Plazierung eines Programmes im Internet bietet insofern Vorteile, als das Programm nur einmal zentral auf dem *Server* angelegt ist und deshalb Änderungen und Erweiterungen sehr einfach und effizient durchzuführen sind. Auch erlaubt eine Positionierung des Programmes im Internet, dieses schon in einer frühen Entwicklungsphase zur Verfügung zu stellen.

Eventuelle Fehler können leicht behoben und Änderungen (*Updates*) jederzeit vorgenommen werden. Didaktisch bietet sich der Vorteil, daß aus dem Programm Verknüpfungen zu anderen, ergänzenden Inhalten im weltweiten Datennetz geschaffen werden können.

Die Hypertext-Systeme des *World-Wide-Web* (*WWW*, *W3*) bieten die komfortabelste Art, sich im Computernetz zu bewegen (Wormek und Minkus 1996).

Der Lernende wird nebenbei mit der Möglichkeit der Recherche im Internet vertraut gemacht. Bei der Suche nach Informationen für die Praxis, die Fortbildung oder die Forschung wird er sich an diese Quelle erinnern.

Aus der Möglichkeit der Aktualisierung und Verknüpfung ergibt sich andererseits aber auch die Verpflichtung, die Programmierung den sich fortentwickelnden Standards anzupassen und die Verknüpfungen mit anderen Inhalten im Internet aufrechtzuerhalten, auf Gültigkeit zu prüfen und gegebenenfalls zu aktualisieren. Bei einem Lernprogramm ist es außerdem wichtig, darauf zu achten, daß die über eine Verknüpfung angebotenen Inhalte auch inhaltlich korrekt sind.

Im medizinischen Bereich besteht darüber hinaus das Problem, daß bei uneingeschränkten Zugriffsrechten Laien die Informationen aus einem Lernprogramm zur Selbstdiagnose oder sogar Selbsttherapie mißbrauchen könnten. In einem derartigen Programm ist die Angabe von Wirkstoffen und Dosierungen also problematisch und die Erwähnung verschreibungspflichtiger Arzneimittel zudem rechtlich untersagt (HWG 1994). Die entscheidenden Nachteile einer Internet-Anwendung lagen darin begründet, daß der Zugang zum Internet in der Tierärzteschaft noch nicht weit genug verbreitet war. 28,7 % der im März 1997 befragten Tierärzte hatten einen Computer mit Zugang zum Internet; 25,9 % nutzten den Computer für elektronische Post (*E-mails*) und den Zugang zum Internet (siehe 4.5).

Weiterhin ist die Nutzung in der Regel für den Anwender mit relativ hohen Kosten verbunden. Beim derzeitigen Stand der Technik kommen bei der Übermittlung größerer Datenmengen, wie sie zum Beispiel für qualitativ hochwertiges Bildmaterial, Videos und Animationen notwendig sind, lange und meist kostenintensive Ladezeiten zustande. Oft werden zu wenige Überlegungen dazu angestellt, wie das zu entwickelnde Programm einer großen Zahl von Nutzern zur Verfügung gestellt werden kann (Ellis 1993).

Entscheidende Faktoren bei der Auswahl eines Mediums für die Lehre und insbesondere die Fortbildung sind Preis und Verbreitung der dazugehörigen Abspielgeräte (Fletcher 1993). Die Entwicklungen des Marktes bestimmen, welche audiovisuellen Medien lang genug überleben, um ein breites Publikum zu erreichen (Fletcher 1993).

Während sowohl Fletcher als auch Michell 1993 noch die interaktive CD (CD-I) favorisierten, sagt MacKenzie (1992) der CD-ROM (Compact Disc – Read Only Memory) das Potential voraus, Informationen dem Lernenden näher als je zuvor zu bringen.

Die CD-ROM ist in Bibliotheken bereits stark vertreten. Sie wird als das ideale Medium zur Verbreitung gesehen. Nach der eigentlichen Produktion ist die Vervielfältigung des Daten-

trägers sehr kostengünstig (MacKenzie 1992, Holmes und Nicholls 1996). Die CD-ROM stellte unter den verteilbaren Speichermedien eine optimale Kombination von hoher Speicherkapazität bei geringen Vervielfältigungskosten und weiter Verbreitung der zugehörigen Laufwerke in der Zielgruppe dar. 71,3 % der befragten Computerbesitzer haben einen Rechner mit CD-ROM-Laufwerk (siehe 4.5).

Ein weiterer Gesichtspunkt bei der Entscheidung für die CD-ROM war Multimedia ToolBook 3.0[®] als favorisierte Entwicklungsumgebung. Sie war in früheren Projekten der VetMedia-Arbeitsgruppe bereits erfolgreich eingesetzt worden (Regula 1997), erlaubt aber keine Plazierung des Programmes im Internet. Eine mit ToolBook erstellte Anwendung wird mit einer lizenzfreien *Runtime*-Version auf der CD-ROM verteilt. Das bedeutet, daß das Lernprogramm abgerufen werden kann, Änderungen aber nicht möglich sind.

Hasman (1990) unterscheidet 3 Gruppen von Software zur Entwicklung von Lernprogrammen: Herkömmliche Programmiersprachen, Autorensprachen und Autorensysteme. Verallgemeinert gesagt, nimmt von ersteren zu letzteren die Flexibilität bei der Programmierung ab, während die Unterstützung für die Entwicklung von Lernprogrammen zunimmt.

Ein Autorensystem gibt also einen relativ starren Rahmen für ein Lernprogramm vor, allerdings werden kaum programmiertechnische Vorkenntnisse benötigt. ToolBook (und vergleichbare Programme) ermöglichen durch ihre graphische Benutzeroberfläche auch Autoren, die keine Programmierer sind, den Einsatz multimedialer Techniken bei der Erstellung von Lernprogrammen (Hannaway et al. 1992, Regula 1997). Die in ToolBook integrierte objektorientierte Programmiersprache „OpenScript“ garantiert die nötige Flexibilität für fortgeschrittenere Programmierer.

3.4.3 Zielvorgaben bei der Programmentwicklung

Bei der Programmentwicklung galt es verschiedene Zielvorgaben zu beachten, die sich zum Teil aus den Erfordernissen einer Multimedia-Anwendung ergaben, zum Teil in Hinblick auf Zielgruppe und Verwendungszweck des Programmes aufgestellt wurden.

Die Richtlinien für das Layout einer gedruckten Dokumentation sollen auch bei computergestütztem Lernen Anwendung finden. Der Leser soll mit einer Übersicht der Anwendung ausgestattet werden; das Dokument soll ästhetisch ansprechend gestaltet werden; bei visuellen Formaten und dem Stil der verwendeten Sprache soll auf Konsistenz geachtet werden; Graphiken sollen so oft wie möglich eingesetzt werden (Hill Duin 1988).

Die Entwicklung von Lernprogrammen ist nicht nur eine rein technische, objektive, an Richtlinien orientierte Tätigkeit, sondern sie umfaßt auch eine ästhetische Komponente. Durch subjektives, intuitives und interpretierendes Vorgehen kann der Entwickler erprobte und etablierte Richtlinien an den Ausbildungsstand der jeweiligen Zielgruppe sowie den jeweiligen Aufgaben und Situationen anpassen (Bangert-Drowns und Kozma 1989).

3.4.3.1 Didaktische Zielvorgaben

Bei der Konzeption müssen die Nutzer in Hinsicht auf ihr Wissen, ihre Einstellung und ihre Bedürfnisse analysiert werden (Hill Duin 1988).

Die Zielgruppe war für ein Lernprogramm inhomogen, da die allgemeine Vorbildung und das medizinische, insbesondere das parasitologische Fachwissen sehr unterschiedlich sind. Auch die Erwartungshaltung eines Tierarztes unterscheidet sich von der eines Studierenden oder einer Tierarzhelferin. Dementsprechend variieren auch die Ansprüche, die von den einzelnen Zielgruppen an das Programm herangetragen werden. Banks (1992) betont die Unterschiedlichkeit der Lernstile, die von einer Vielzahl soziokultureller Faktoren abhängen. Diese Unterschiede im Lernverhalten müssen vom Lehrenden erkannt und beachtet werden. Sie dürfen keinesfalls mit unzureichender Lernfähigkeit verwechselt werden. Folglich gibt es auch keinen Königsweg für effektive Lehrer-Lerner-Interaktion.

Das Programm sollte daher unterschiedliche Vorgehensweisen und Eindringtiefen erlauben, die zum einen eine allgemein informierende Beschäftigung mit dem Thema beziehungsweise eine punktuelle Information und schnelle Rekapitulation zulassen, zum anderen aber dem Anfänger oder dem weitergehend Interessierten eine intensivere Beschäftigung mit den Inhalten ermöglichen. Weil ein solches Konzept eine sehr umfassende Darstellungsweise benötigt, wurde der Umfang auf einen Teilbereich der Parasitologie in Form des Themas „Rund- und Bandwürmer bei Hund und Katze“ beschränkt. Anhand dieses Teilbereiches sollten neben den spezifischen Informationen zu den wichtigsten Würmern dieser Haustiere auch parasitologische Grundprinzipien und ein Überblick über die Helminthologie vermittelt werden.

Textbasierte Lehrmaterialien sprechen oft nur den Durchschnittsstudenten an und können weder eine Herausforderung für Fortgeschrittene noch eine Hilfestellung für schwächere Lerner bieten (Kraft et al. 1997). Dem sollte durch ein differenziertes Angebot und die charakteristischen Eigenschaften eines computergestützten Lernprogrammes entgegengewirkt werden. Interaktivität und Verknüpfungen im Hypertext gestatten es dem Nutzer, seinen

Lernprozess aktiv zu bestimmen. Die multimediale Darstellung präsentiert ihm eine Auswahl von Medien zur Vermittlung der Inhalte.

Die Lernenden entscheiden selber, in welcher Reihenfolge und Intensität sie sich mit dem Lernmaterial beschäftigen (Galland und Michaels 1994). Michell (1993) beschreibt für die interaktive CD (CD-I) ein Ebenenkonzept, das unterschiedliche Zielgruppen wie Tierärzte, Tierärzthelferinnen und auch Patientenbesitzer anspricht, aber vor allem einem Nutzer in den unterschiedlichen Stadien seiner beruflichen Entwicklung unterschiedliche Eindringtiefen erlaubt.

Obwohl computergestützte Lernprogramme existieren, die zur Bearbeitung in Gruppen vorgesehen sind, gehen die meisten Entwickler davon aus, daß der Anwender allein vor dem Bildschirm sitzt und eigenständig die nötigen Entscheidungen treffen muß. „Lerntheoretisch stellt die Individualisierung des Lernens mit ständiger Aktivität der Lernenden und beliebig häufigen und komplexen Bewertungen der beim Lernen erbrachten Leistungen einen Vorteil gegenüber dem Gruppenunterricht dar“ (Renschler 1990). Studierenden, denen das Selbstvertrauen fehlt, während einer Vorlesung oder eines Seminars zum Unterricht beizutragen, kann die Arbeit am Computer die Möglichkeit geben sich einzubringen, ohne daß sie fürchten müssen sich vor ihren Kommilitonen bloßzustellen (Holmes und Nicholls 1996).

Viele, vor allem frühe computergestützte Lernprogramme basieren auf einem behavioristischen Modell des Lernens. „Behavioristische Lernstrategien gehen davon aus, daß Lernen ein konditionierter Reflex ist, der durch Adaption erworben wird. Nach diesem Reiz-Reaktions-Modell müssen wir den Lernenden nur die richtigen Reize präsentieren, um das gewünschte Verhalten zu produzieren. Das größte zu lösende Problem dabei ist, adäquates Feedback zu geben, damit das ‚richtige‘ Verhalten verstärkt wird“ (Baumgartner und Payr 1992).

Das Speichern, Präsentieren und Abfragen großer Mengen von Information konnten schon frühe Computermodelle leisten und so den Lehrenden von unbeliebten Routineaufgaben entlasten. Entsprechende Lernprogramme basieren oft auf Multiple-Choice-Fragenkatalogen und häufiger Wiederholung der Inhalte (*drill and practice*).

Das einfache Auswendiglernen von Fakten am Computer ist erfolgreich, da kein Lehrer für die Interpretation, Erklärung und Analyse benötigt wird (Ellis 1992). Derartige linear aufgebaute und auf dem Frage-und-Antwort-Prinzip basierende Programme sind einfach und effektiv herzustellen (Ellis 1992). Ihre Verbreitung wird mit der geringen Rechen- und

Speicherkapazität früher Computer, aber auch mit dem Vorherrschen des behavioristischen Paradigmas erklärt (Mandl 1990).

Für Lernprogramme in Form eines Tutoriums fordern Bangert-Drowns und Kozma (1989), daß sie vier Kriterien erfüllen: Sie müssen das Ziel der Lektion erläutern; sie müssen neue Informationen präsentieren und eine Anleitung durch diese neuen Informationen geben; sie müssen dem Lernenden durch Fragen oder Aufgaben Leistungen abverlangen; sie müssen dem Lernenden Rückmeldung über die Qualität der erbrachten Leistung geben. Die Anwendung des Gelernten darf die Kontinuität des Lernprozesses nicht zu häufig unterbrechen, sie muß aber oft und variiert eingesetzt werden, um die Speicherung neuer Information im Gedächtnis zu unterstützen. Die Kommentierung von Antworten und Leistungen soll richtige Antworten unterstützen, anderenfalls soll erklärt werden, warum die Antwort falsch ist (Bangert-Drowns und Kozma 1989). Auch der bei der Kommentierung falscher Antworten empfiehlt es sich, ein positives Element einzubringen, um die Motivation des Lernenden zu erhalten (Verbeek und Scarff 1993, Terrett und Wood 1994).

Ein interaktives Tutorium zeichnet sich durch die Kombination von Lernmaterialien und strategisch plazierte Fragen aus (Longstaffe 1993). Der Computer übernimmt die Rolle des Lehrenden und führt den Lernenden durch das Programm. Wenn das Programm den Wissens- und Fertigungsstand des Lerners analysiert und auf dieser Grundlage die Instruktion individuell steuert, hat es sich eingebürgert von „intelligenten“ tutoriellen Systemen zu sprechen (Mandl 1990).

In der Anwendung „Rund- und Bandwürmer bei Hund und Katze“ sollten zwar viele Informationen in Anlehnung an ein Tutorium präsentiert werden, die Anleitung durch den Tutor Computer sollte aber nicht so stark sein, daß die aktive und selbstbestimmte Vorgehensweise des Lerners gefährdet werden könnte.

Ein Informationssystem beschränkt sich darauf, Fakten zugänglich zu machen, ohne auf ein konkretes Lernziel ausgerichtet zu sein. Der Computer bietet nur Hilfestellung beim Finden der Information, das Lernen erfolgt ohne Führung durch den Rechner.

Detaillierte Informationen in einer interaktiven, multimedialen Datenbank sollen in einem Vorhaben an der Universität von Melbourne als Hauptinformationsquelle für das Studium der Tiermedizin dienen. Dabei wird nicht erwartet, daß der Studierende das Material auswendig lernt, vielmehr soll es als Basis zum Erforschen von Themengebieten und zur Problemlösung dienen (Whithear et al. 1994).

In dieser Form eines Informationssystems können Lernprogramme auch als Hilfsmittel für eine fall- oder problembasierte Herangehensweise dienen (Friedman et al. 1990, Friedman et al. 1992). Fallbasiertes Lernen bringt aufgrund persönlicher Erfahrungen in der klinischen veterinärmedizinischen Praxis Vorteile (Bohn 1990). Die Wissensretention ist erhöht, wenn ein Studierender sich das Wissen zur Lösung eines Problems angeeignet hat (Longstaffe 1993). Interaktive, multimediale Fälle sollen dem Lernenden dieselben deduktiven und sonstigen gedanklichen Prozesse (Generalisierung, Induktion, Abstraktion, Interferenz) abverlangen, die praktizierende Tierärzte benötigen, um richtige Entscheidungen zu treffen (Galland et al. 1995).

Die Motivation des Lernenden kann durch Spaß an der Bearbeitung des Programmes beeinflusst werden. „Wo steht geschrieben, daß Lernen langweilig sein muß?“ (Piemme 1988). „Die elektronischen Techniken eröffnen heute zusätzlich zu den ‚konventionellen‘ Medien ein Fenster, das dem an Aus- und Fortbildung mit Freude Interessierten nicht nur eine fachliche Unterhaltung liefert, sondern auch anwendbares Wissen vermitteln kann“ (Bohn 1990). „Der Multimedia-Einsatz in der Lehre erhöht die Attraktivität von Vorlesungen und Selbstlernphasen. Dies wirkt sich auf die Motivation der Studierenden und letztlich auf die Qualität des Studierens positiv aus“ (Grob und Schnoor 1997).

3.4.3.2 Gestalterische Zielvorgaben

Das Design soll eine positive Stimmung erzeugen und die Motivation des Benutzers fördern. Der Anspruch war es, eine gefällige Umgebung zu schaffen, die dem gestalterischen Standard aktueller Multimedia-Anwendungen entspricht, die aber nicht zu stark die Aufmerksamkeit des Betrachters auf sich ziehen sollte. Von Fall zu Fall können visuelle Darstellungen das Lernen erleichtern, sie können durch Ablenkung aber auch dem Lernen abträglich sein (Rieber und Kini 1991). Attraktive Abbildungen können ein motivierender Faktor sein, selbst wenn sie keine unmittelbare Relevanz für die Inhalte haben (Smith 1992).

Eine Auflösung von 640 x 480 *Pixeln* (Bildpunkten) wird für die Abmessungen der Darstellung empfohlen, weil diese auch auf Monitoren höherer Auflösung, wenn auch in kleinerer Größe, gut darstellbar ist (Terrett und Wood 1994). Eine häufige Vorgehensweise ist die Aufteilung der Bildschirmfläche in eine Arbeitsfläche, in der die Materialien dargestellt werden, und eine weitere Fläche (*desktop*), die die Navigationselemente enthält (Terrett und Wood 1994).

Die gestalterischen Vorgaben betrafen vor allem die Arbeitsfläche, auf der fachliche Inhalte präsentiert werden, sowie die Gestaltung der Navigationselemente. Dem Mediendesigner wurde weitgehende künstlerische Freiheit eingeräumt unter der Prämisse, daß ein Grundmotiv gefunden werden mußte, das die Zielgruppe ansprach. Des weiteren galt der Grundsatz, daß jedes Gestaltungselement auch eine Funktion für die Navigation oder zur Unterstützung der Vermittlung der Inhalte haben mußte.

Die Farbauswahl sollte nüchterne Sachlichkeit vermitteln. Um nicht mit den farbigen, fachlichen Abbildungen in Widerspruch zu treten, sollte eine nicht zu bunte Farbpalette zusammengestellt werden (Terrett und Wood 1994). Die Farbe Rot sollte als Signalfarbtone besonderen Funktionen vorbehalten bleiben, um Aufmerksamkeit zu erregen. Ein blauer Farbtone sollte alle interaktiven Elemente kennzeichnen.

Viele Ausbilder gestalten eine Bildschirmdarstellung genauso wie eine gedruckte Textseite. In der Folge ist der Bildschirm oft zu vollgepackt, die Darstellung der Information ist kaum konzipiert und die Schlüsselinformation schwer zu entdecken (Hill Duin 1988, MacKenzie 1992). Der Informationstransfer wird erleichtert und das Lernen gefördert, wenn die Informationen stets an der selben Stelle des Bildschirms präsentiert werden (Aspillaga 1991).

Die Anordnung der Überschriften, der Arbeitsmaterialien (Texte, Abbildungen, Animationen und Videos) sowie der Navigationselemente sollte auf allen Seiten konstant sein, damit der Anwender seine gesamte Aufmerksamkeit den fachlichen Inhalten zuwenden kann. Die fachlichen Abbildungen sollten ein möglichst einheitliches Format erhalten und auf den einzelnen Seiten jeweils an den gleichen Positionen erscheinen. Außerdem sollte der Bildschirmaufbau dem Lesefluß des Nutzers entsprechen, das heißt für den westlichen Kulturkreis hierarchisch von Links nach Rechts und von Oben nach Unten angeordnet sein. Konsistente und mit Freiflächen versehene Layouts unterstützen Ordnung und Struktur des Programmes und erleichtern die Aufnahme des Inhaltes (MacKenzie 1992). Andererseits empfehlen Terrett und Wood (1994) kleinere Variationen, um Desinteresse vorzubeugen. Es ist in jedem Fall vorteilhafter zu viel als zu wenig Freiraum auf einer Bildschirmseite vorzusehen (Terrett und Wood 1994).

Maximal die Hälfte des zur Verfügung stehenden Platzes sollte mit Text gefüllt werden. Der Text sollte in einer einzelnen Spalte und linksbündig formatiert werden, eine Zeile sollte maximal 60 Zeichen enthalten. Wörter, die das Zeilenende überragen, sollten in die nächste Zeile verschoben werden, anstatt die Silben zu trennen. Die Textabschnitte sollten durch

Leerzeilen getrennt werden und auch um die Textfelder herum sollte leerer Raum vorgesehen werden (Hill Duin 1988).

Zur harmonischeren Bildschirmaufteilung sollten die Textfelder innerhalb der Arbeitsfläche nicht zu breit sein, da zu lange Zeilen die Erfassung des Textes auf dem Bildschirm erschweren. Der Text wurde deshalb in zwei Spalten angelegt. Eine Zeile sollte etwa 25 bis 35 Zeichen enthalten.

Serifenlose Schriftsätze sind in einer Bildschirmanwendung besser zu lesen, als solche mit Serifen. Bei der Farbe der Schrift wird einen starker Kontrast zum Hintergrund empfohlen, um die Fehlerquote beim Lesen möglichst gering zu halten (Terret und Wood 1994).

3.4.3.3 Zielvorgaben für die Interaktivität

Viele der Vorteile, die computergestütztem Lernen gegenüber konventionellen Lehrmedien eingeräumt werden, resultieren aus der Interaktion zwischen Computer und Lernendem. Interaktivität ist vor allem ein Weg, um die persönliche Beteiligung der Benutzer zu steigern und die Gedächtniseffizienz zu erhöhen (Grob und Schnoor 1997). Der Rechner kann Fragen stellen und dem Lernenden Entscheidungen abverlangen. Die Antworten wiederum können vom Computer kommentiert oder korrigiert werden. Dieser Dialog zwischen Studierenden und Computer ist mental stimulierend und die Reaktion der Studierenden auf gut gestaltetes Material ist enthusiastisch (Longstaffe 1993). Die Interaktion mit den Inhalten erhöht die Retentionsrate (Terrett und Wood 1994), weil der Lernende seine Lerngeschwindigkeit und Motivation selber bestimmt (Longstaffe 1993). Die Lernenden können die einzelnen Kapitel schnell überfliegen oder sich ausführlich und wiederholt mit ihnen beschäftigen (Galland et al. 1995). Studierende sehen als Vorteil, daß sie in ihrem eigenen Tempo und unbeobachtet lernen können, obwohl sie aber den persönlichen Kontakt zum Lehrer vermissen (Smith 1992).

Ihnen kommt entgegen, daß sie den Lehrstoff eigenverantwortlich und zeitunabhängig erwerben können (Mandl 1990, Galland und Michaels 1994). Der Studierende kann aus Fehlern lernen, ohne sich vor anderen zu blamieren und ohne Material oder Patienten zu schaden (Longstaffe 1993). Der Computer stellt sich als der geduldigste und zugleich unerbittlichste Lehrer dar, den es gibt (Thissen 1997).

Terret und Wood (1994) geben eine Idee, welche verschiedenen Möglichkeiten der Interaktivität eingesetzt werden können, um die Wissensretention zu erhöhen. So können zum Beispiel die Beschriftungen einer Abbildungen zunächst ausgeblendet werden und nur

erscheinen, wenn der Anwender mit dem entsprechenden Merkmal der Abbildung interagiert; Schlüsselbegriffe sollen durch Hypertext-Funktionen mit entsprechenden Referenzen verknüpft sein; Verknüpfungen mit anderen Kapiteln der Anwendung können weiteres Material verfügbar machen; reale Vorgehensweisen können mit dem Computer simuliert werden.

Studierende, die ein computergestütztes Radiologieprogramm mit der herkömmlichen Form des Lernens an Röntgenbildern und Begleittexten verglichen, bevorzugten das computergestützte Lernprogramm. Als einen Hauptgrund dafür gaben sie die interaktiven Bildbeschriftungen an (Kraft et al. 1997).

Bei den Computervorkenntnissen der Zielgruppe mußte, ebenso wie bei der fachlichen Vorbildung, von großen Unterschieden ausgegangen werden. Bohn (1990) beobachtet nicht selten eine „technisch-wissensbedingte Hemmschwelle“ bei den fachlich interessierten Zielgruppen. Er fordert neben einfacher und schneller Handhabung sowie aktiven und passiven Erläuterungen durch technische Hilfen aus dem Inhalt, daß die terminologische und sprachliche Vermittlung gewährleistet sein muß.

Es empfiehlt sich, in diesem Fall den kleinsten gemeinsamen Nenner bei der Entwicklung im Auge zu behalten. Es wurde von einem Nutzer ausgegangen, der in der Lage ist, seinen Computer zu starten und eine Windows- oder Macintosh-Anwendung aufzurufen. Die Installation und der Start des Programmes müssen problemlos verlaufen und auf der CD-Hülle ausführlich erläutert werden.

Smith (1992) empfindet die graphischen Benutzeroberflächen des Macintosh- und Windows-Systems als zu kompliziert für den Durchschnittsstudenten und empfiehlt hierarchische Menüs. Er räumt ein, daß viel dafür spricht, den Lernenden mit diesen graphischen Benutzeroberflächen vertraut zu machen, befürchtet aber Verwirrungen, wenn dieses gleichzeitig mit der Vermittlung fachlichen Wissens geschieht.

Studierende an der Mississippi State University hingegen müssen sich einen Macintosh-Computer für das Studium anschaffen. Waldhalm und Bushby (1996) fürchten, daß die Studierenden sich weigern würden, den Umgang mit einer komplizierteren und weniger intuitiven Benutzeroberfläche zu lernen, da sie sich in erster Linie mit Medizin beschäftigen wollen.

Es wurde davon ausgegangen, daß mittlerweile die meisten Computerbenutzer gewohnt sind, mit einer graphischen Benutzeroberfläche wie der von Microsoft Windows[®] zu arbeiten.

84 % der befragten Tierärzte benutzten diese Betriebssystem auf ihrem Computer (35 % Windows 3.1, 49 % Windows 95; siehe 4.5). Daher bietet es sich an, Windows-Standards und -Konventionen einzuhalten. Das heißt nicht, daß das „Windows Design“ kritiklos übernommen werden soll, es ist aber hilfreich, bekannte und erprobte Funktionen wie Mausclicks, *Drag-and-Drop*-Operationen und Menüsteuerung zu imitieren. Die Entwicklungsumgebung Multimedia ToolBook 3.0[®] unterstützt diese Form der Kommunikation mit dem Computer.

Diese intuitive und an bekannte Standards angelehnte Interaktion mit dem Rechner kommt auch dem fortgeschrittenen Computernutzer zu Gute, da eine komplizierte Bedienung des Programmes die Konzentration auf die fachlichen Inhalte stören würde. Da das menschliche Gehirn nur eine begrenzte Kapazität zur Informationsverarbeitung hat, muß das Design der Software den Aufwand an Zeit und Aufmerksamkeit, der zum Erlernen und zum Bedienen des Programmes benötigt wird, möglichst gering halten (Bangert-Drowns und Kozma 1989). Bei komplexen Aufgabenstellungen mit vielen Unteraufgaben muß der Lernende diese Unteraufgaben automatisieren können, damit er seine ungeteilte Aufmerksamkeit den komplizierteren Aspekten des gesamten Sachverhalts zuwenden kann (Salisbury 1990). Für ein computergestütztes Lernprogramm bedeutet das, daß die Interaktion einfach und selbsterklärend sein sollte. Interaktive Elemente müssen intuitiv als solche erkennbar sein. Eine gute Mensch-Computer-Schnittstelle muß sich den Erwartungen des Nutzers anpassen und benötigt deshalb wenig Aufmerksamkeit (Bangert-Drowns und Kozma 1989). Der Lernende muß das Programm unbewußt bedienen können, damit er sich auf das Lernmaterial konzentrieren kann (Terrett und Wood 1994). Die Anzahl der Kommandos, die benötigt werden, um sich durch das Programm zu bewegen, soll möglichst gering gehalten werden (Hill Duin 1988).

In der Anwendung „Rund- und Bandwürmer bei Hund und Katze“ sollte auf eine ständig zur Verfügung stehende Hilfefunktion verzichtet werden. Sie kann dazu verleiten, weniger auf eine intuitive Interaktion zu achten, da komplizierte oder unklare Vorgänge in der *Online*-Hilfe leicht erklärt werden können.

Eine Grundbedingung für erfolgreiche Mensch-Computer-Interaktion ist die unverzügliche Reaktion des Rechners auf Aktionen des Nutzers. Wenn interaktive Elemente betätigt werden, müssen sie ohne Verzug dem Benutzer durch optische und/oder akustische Signale zu erkennen geben, daß seine Aktion angekommen ist.

Die Fähigkeit Informationen schnell zu verarbeiten ist eine der wichtigsten Stärken des Computers. Sie wird von langsam reagierender Software nicht ausgeschöpft. Das kann der Motivation abträglich sein, Frustration und Langweile erzeugen (Bangert-Drowns und Kozma 1989). Eine Verzögerung von einigen Sekunden wird das spontane Durchstöbern von verwandten Themen im Hypertext unterdrücken (MacKenzie 1992).

Außerdem wird der Nutzer verleitet, erkennbare Schaltflächen wiederholt zu betätigen oder ziellos und in schneller Folge mit Gestaltungselementen zu interagieren. Wenn dann eine Reaktion des Programmes ausgelöst worden ist, kann er oft nicht mehr nachvollziehen, durch welche Aktion dieses erreicht wurde.

Das Programm muß flexibel auf Bedienungsfehler des Nutzers reagieren. Fehlerhafte oder irrtümliche Eingaben müssen vom Nutzer korrigiert werden können, ohne daß ein signifikanter Teil des Programmes wiederholt werden muß, anderenfalls werden Zeit und Aufmerksamkeit vom eigentlichen Lernprozess abgezogen (Bangert-Drowns und Kozma 1989). Um Frustration beim Lernenden zu vermeiden, muß die Anwendung sorgfältig auf mögliche Fehler in der Programmierung geprüft werden (Regula 1997).

3.4.3.4 Zielvorgaben für die Multimedialität

Multimedialität ist die Verknüpfung verschiedener Medien in Information und Instruktion. Laut Gay und Raffensperger (1989) sind Text, Video und Audio im Computer in einer Form verknüpft, die es dem Lernenden ermöglicht, Informationen ähnlich wie in der realen Welt aufzunehmen. Per definitionem kann von Multimedia im eigentlichen Sinne nur die Rede sein, wenn neben einem statischen Medium zumindest ein kontinuierliches Medium eingesetzt wird (Steinmetz und Nahrstedt 1995). Eine Kombination von Text und Bild vereint zwar mehrere Medien, kann aber noch nicht die Bezeichnung multimedial für sich beanspruchen.

Multimedia existiert bereits seit einigen Jahrzehnten, aber erst durch den Personal Computer oder die *Workstation* als integrierendes und steuerndes Zentrum wurde die aktive Beteiligung des Nutzers, die Interaktion, ermöglicht (Haack und Issing 1992).

Die Kombination verschiedener Medien ist vorteilhaft für ein Lernprogramm, obwohl die Informationsfracht der Kommunikation erhöht wird. Die Lernenden erhalten unterschiedliche Möglichkeiten, die Information zu empfangen, zu verarbeiten und zu speichern (Bangert-Drowns und Kozma 1989). Die verschiedenen Präsentationsformen und ihre abwechselnde Verwendung haben eine aufmerksamkeitsfördernde Wirkung (Mandl 1990).

Multimedia ist ein Weg zur Steigerung der Übertragungskapazität durch das gleichzeitige Ansprechen mehrerer Sinne (Grob und Schnoor 1997). Die Wahl der Darstellung der Information muß sich am Individuum und am Informationsobjekt ausrichten (Grob und Schnoor 1997).

Visuellen Medien wird eine große Bedeutung in der veterinärmedizinischen Ausbildung beigemessen, weil ein großer Teil der zu vermittelnden Informationen beschreibender und visueller Natur sind (Galland und Michaels 1994, Whithear et al. 1994).

Die Medienpsychologie unterscheidet drei bildliche Darstellungsformen: Abbildungen (z.B. Photographien, Videoaufnahmen), logische Bilder (z.B. Graphiken, Diagramme) und bildliche Analogien (z.B. Modelle, bildliche Metaphern) (Haack und Issing 1992). Die heutigen Computer mit leistungsfähigen Graphikkarten sind in der Lage, photorealistische Abbildungen in guter Qualität wiederzugeben. Während die Bildschirmauflösung nicht den Standard von Druckerzeugnissen erreicht, ist die Bildqualität für Ausbildungszwecke aber ausreichend. Großzügige Graphiken erhöhen Ladezeiten und Speicherplatzbedarf und erfordern einen verstärkten Programmieraufwand (Surber und Leeder 1988).

In modernen Entwicklungsumgebungen lassen sich Abbildungen durch wenige Arbeitsschritte integrieren und erfordern keine zusätzliche Programmierung. Die Anzahl der Bilder wird nur von dem auf der CD-ROM zur Verfügung stehenden Speicherplatz limitiert (allerdings könnte die CD-ROM mehrere hundert bildschirmfüllende Abbildungen bei einer Auflösung von 640 mal 480 Pixeln fassen). Die Vervielfältigungskosten sind – anders als bei Printmedien – unabhängig davon, wie viele und ob farbige oder schwarzweiße Abbildungen eingesetzt werden.

Für die fördernde Wirkung auf das Lernen ist die inhaltliche Einbettung der bildlichen Darstellung entscheidend. Anderenfalls wird höchstens ein motivierender und ästhetischer Effekt erzielt, der beim computergestützten Lernen aber nicht ausreicht (Haack und Issing 1992). Informationen, die mit den relevanten Bereichen einer Abbildung in Beziehung stehen, erleichtern das Lernen im Vergleich zu zufällig plazierten Informationen (Aspillaga 1991).

Ein Computerlernprogramm mit Graphiken erbringt bessere Lernergebnisse als ein textbasiertes Programm gleichen Inhalts. Die Darstellung mit unterstützenden Animationen ist sowohl der Graphikfassung als auch der Textfassung überlegen (Baek und Layne 1988).

Das Lesen von Texten am Bildschirm ermüdet schneller und erfolgt etwa ein Drittel langsamer als das Lesen von Druckerzeugnissen. Insbesondere das Einfahren von Texten von unten nach oben (*Scrollen*) strengt den Leser an und sollte vermieden werden (Terrett und Wood 1994). Hinzu kommt, daß auch aus didaktischen Gründen von umfangreichen Textdarstellungen Abstand genommen und eine Alternative aufgezeigt werden sollte. Wenn möglich sollten Abbildungen, Animationen oder Videos die Textpassagen sinnvoll ergänzen. Die Texte sollten aber nicht vollends ersetzt werden, um auch denjenigen Anwendern, die am besten am geschriebenen Wort lernen, ihr bevorzugtes Medium zur Verfügung zu stellen.

Die Darstellung von Videosequenzen auf den verbreiteten Computern ist im Vergleich zur Wiedergabe von einem analogen Videoband auf einem Fernsehbildschirm auf Grund der beschränkten Datenübertragungsrate noch unzureichend (MacKenzie 1992).

Bei vertretbarer Ladezeit müssen gewisse Abstriche bei der Größe und/oder der Qualität des Videobildes gemacht werden. Video sollte deshalb dort eingesetzt werden, wo es auch bei geringer Bildgröße, deutliche Vorteile gegenüber der Darstellung in Bild und/oder Text bringt. Die Alternative zum Video in der zeitabhängigen, visuellen Darstellung auf dem Computerbildschirm ist die Animation, die aufgrund geringerer Datenmenge verstärkt eingesetzt werden sollte.

Animationen sind Einzelbilder, die in rascher Abfolge dargestellt werden. Die menschliche Wahrnehmung verknüpft diese diskreten Informationen zu einer kontinuierlich ablaufenden Bewegung (Rieber und Kini 1991). Bei der Darstellung dynamischer Prozesse in verbaler und/oder metaphorischer Form muß der Lernende bewußt daran arbeiten, diese Momentaufnahmen in eine verständliche, kontinuierliche Form zu bringen. Animationen können die Fähigkeit des Gesichtssinnes zur Wahrnehmung scheinbarer Bewegung ansprechen und so das Kurzzeitgedächtnis für andere Aufgaben freistellen (Rieber und Kini 1991).

Animationen sind hervorragend dazu geeignet, Aufmerksamkeit auf sich zu ziehen und Informationen zu verdeutlichen. Es ist verlockend, sie in hohem Maße einzusetzen, wodurch sie aber schnell diesen Effekt verlieren und eventuell sogar negative Reaktionen hervorrufen (Terrett und Wood 1994).

Gesprochene Texte (*Soundtracks*) sind aufwendiger zu produzieren und lassen sich im Gegensatz zu Geschriebenem nur schwer korrigieren. Außerdem ist die Wissensretention bei

Inhalten, die ausschließlich akustisch wahrgenommen wurden, niedriger als bei gelesenen Inhalten.

Audiosequenzen werden für die Beschreibung von Fällen, zum Beispiel bei der Darstellung von Herzgeräuschen, und als Hintergrundmusik empfohlen. Die Verwendung von Sprache soll aber stark eingeschränkt werden, da sie den Studierenden abhängig von der Sprechgeschwindigkeit des Lehrers macht. Außerdem werden gesprochene Sequenzen schnell langweilig, insbesondere, wenn der Sprecher nicht in der Technik der richtigen Betonung geübt ist (Longstaffe 1993).

Soundkarten und Lautsprecher, die zur Wiedergabe von Audiosequenzen notwendig sind, waren in der Zielgruppe noch nicht so weit verbreitet, daß auf geschriebene Texte verzichtet werden könnte. 31,5 % der befragten Computerbesitzer verfügen über einen Rechner mit Soundkarte (siehe 4.5). Audiosequenzen sollten in der Anwendung deshalb nur zur Begleitung von Videos eingesetzt werden.

3.4.3.5 Zielvorgaben für die Hypermedialität

Hypertext ist eine nichtlineare, multidimensionale, semantische Struktur, in der Begriffe durch Assoziationen verknüpft werden (Tripp und Roby 1990). Hypermedia erweitert den Begriff Hypertext dahingehend, daß auch andere Medien wie Abbildungen, Video und Audio in die Verknüpfungen mit einbezogen werden (Hannaway et al. 1992, Wormek und Minkus 1996). Laut MacKenzie (1992) impliziert der Begriff Hypertext aber schon die Verwendung verschiedener Medien. Einige Forscher glauben, daß die Organisation des menschlichen Gedächtnisses, wie die eines Hypertext-Dokumentes, aus Assoziationen zwischen Konzepten und Ideen in Form eines dreidimensionalen Netzwerks besteht (Beasley und Lister 1992, Thissen 1997). Die Verknüpfungen werden durch den Autor oder den Nutzer des Hypertext-Dokumentes erstellt (Tripp und Roby 1990). Frisse (1990) indes behauptet, daß Hypermedia dadurch charakterisiert und von dem verwandten Multimedia abgegrenzt wird, daß die Verknüpfungen vom Nutzer erstellt werden können. In einem echten Hypertext-System kann der Anwender laut MacKenzie (1992) ganze Dokumente zu dem System hinzufügen.

Hypertext ist eine bequeme Art, große Mengen verwandter, nichtsequentieller Informationen zu verarbeiten. Er eignet sich besonders für Material, das ohnehin nicht dazu gedacht ist sequentiell gelesen zu werden, wie zum Beispiel Referenzen (Francl 1993).

Hypertext ist vielen Computernutzern in Form des Hypercard-Programmes, mit dem Apple Macintosh[®] Computer ausgestattet sind, bekannt. Auch die Hilfefunktion vieler anderer Programme, wie zum Beispiel Microsoft Windows[®], ist in Form eines Hypertext-Dokumentes organisiert (Francl 1993).

Es ist die Aufgabe von Hypermedia dafür zu sorgen, daß der Nutzer und nicht der Autor den Verlauf des Programmes kontrolliert (Gay und Raffensperger 1989). Diese derartig gewonnene Freiheit ermöglicht die aktive Einbindung des Lernenden in seinen Lernprozeß. Diese Aktivierung ist eine Grundlage neuerer Lerntheorien, die von alten behavioristischen Ausbildungsmodellen, die auf zielorientiertem Auswendiglernen basieren, abweichen. Erhöhte Flexibilität und die Verminderung von Kontrolle durch den Lehrenden birgt auch Gefahren, wenn jegliche Anleitung verlorenght. Desorientierung in einem Hypertext, das „Lost-in-Hyperspace“-Phänomen, ist ein bekanntes Problem bei der Erstellung hypertextueller Medien (Gay und Raffensperger 1989, Frisse 1990, Haack und Issing 1992, Smith 1992, Terrett und Wood 1994). Dieser Begriff umschreibt den emotionalen Zustand des Benutzers einer Hypertext-Anwendung, der mehreren Verknüpfungen in einem Hypertext-Medium gefolgt ist und dann feststellt, daß er sich zu sehr von seiner ursprünglichen Fragestellung entfernt hat. Er hat den Überblick verloren, wann er welchen Verweisen gefolgt ist, wo er Informationen übersehen haben könnte und wie er dorthin zurückgelangen könnte. Eine Hypertext-Lernumgebung darf, um brauchbar zu sein, die Aufmerksamkeit des Lerners nicht stören. Desorientierung vermindert die mentalen Ressourcen, die zum Lernen zur Verfügung stehen (Tripp und Roby 1990). Insbesondere wenn zu viele Auswahl- und Kombinationsmöglichkeiten geboten werden, oder der Nutzer die Orientierung in der Struktur des Programmes verloren hat, kommt es oft zu Frustrationen und Desinteresse gegenüber den angebotenen Inhalten (Bangert-Drowns und Kozma 1989). Die Anzahl der Verzweigungen sollte deshalb möglichst gering gehalten werden (Smith 1992).

Andererseits setzten Schor et al. (1995) bei ihren humanmedizinischen Fallsimulationen bewußt auch ablenkende Informationen ein, die nur mittelbar mit dem dargestellten Fall zu tun haben oder zu negativen Antworten führen. Der Lernende soll dadurch angeregt werden, eine logisch durchdachte Vorgehensweise zu entwickeln.

Eine andere Möglichkeit Desorientierung zu vermeiden, ist die Programmierung eines linearen Hauptpfades mit abzweigenden Schleifen, um sicherzugehen, daß alle Lernenden die essentiellen Materialien bearbeiten (Kraft et al. 1997).

Eine Form der Schleife ist das sogenannte *Popup*-Fenster. Dabei wird auf der aktuellen Seite eine weitere kleine Seite mit zusätzlichen Informationen eingeblendet. Der Anwender bleibt im Seitenkontext und kann nach dem Bearbeiten des Fensters fortfahren.

Popup-Fenster sind besonders nützlich, um Begriffe oder Phrasen zu definieren oder zu erklären, wenn keine weitere Verknüpfung benötigt wird (Francl 1993). Es ist ein Vorteil des Computers, daß er in der Lage ist mit hoher Geschwindigkeit Definitionen und verwandte Themen nachzuschlagen, so daß der eigentliche Lernprozeß nicht gestört wird (Longstaffe 1993). Weil die verschiedenen Medien in einer Anwendung integriert sind, spart der Lernende die Zeit, die er zuvor benötigte, um eine Verbindung zwischen der Information und den damit verknüpften Abbildungen herzustellen (Hannaway et al. 1992).

Das Vermeiden von Desorientierung ist eine Herausforderung bei der Erstellung von Hypertext-Dokumenten. Darüber hinaus wollen viele Nutzer, insbesondere wenn sie sich als Lernende näher über ein Thema informieren wollen, sicher gehen, daß sie keine Information auslassen.

Ein Lernender, der ein Buch, ein Kapitel eines Buches oder eine Präsentation beendet hat, hat das Gefühl etwas abgeschlossen zu haben. Es ist eine Herausforderung, in einer Hypertext-Lernumgebung das gleiche Gefühl zu erzeugen (MacKenzie 1992). Ein Lernprogramm soll so strukturiert werden, daß an Schlüsselpunkten ein Überblick über die wichtigsten Materialien gegeben wird (Hill Duin 1988).

Dem Anwender sollte möglichst jederzeit klar sein, in welchem Teil des Programmes er sich befindet, welchen Teil er bereits bearbeitet hat und wie er zu den Ausgangsseiten zurückkehren beziehungsweise mit der aktuellen Seite interagieren kann. Es wird empfohlen, Informationen über die Struktur einer Hypertext-Datenbank zur Erleichterung der Navigation zur Verfügung zu stellen oder visuelle und verbale Metaphern zu verwenden (Tripp und Roby 1990). Darüber hinaus empfiehlt sich die Verwendung eines alphabetischen, mit Kreuzreferenzen versehenen Index, sowie eines *Online*-Beraters, der auf verwandte Themen zum gerade recherchierten Gebiet verweist (Gay und Raffensperger 1989).

3.5 Strukturierung der Inhalte und Zugriffsmöglichkeiten

Der Aufbau des Programmes sollte der Struktur des Themengebietes gerecht werden, einen schnellen Zugriff auf spezifische Informationen erlauben und den unterschiedlichen Zielgruppen einen individuellen Zugang mit unterschiedlichen Schwerpunkten ermöglichen. Vor der Erstellung des Prototypen zum Thema „Spulwürmer“ erfolgte zunächst eine Planung der Struktur des gesamten Programmes in Papierform (s. Abb.1).

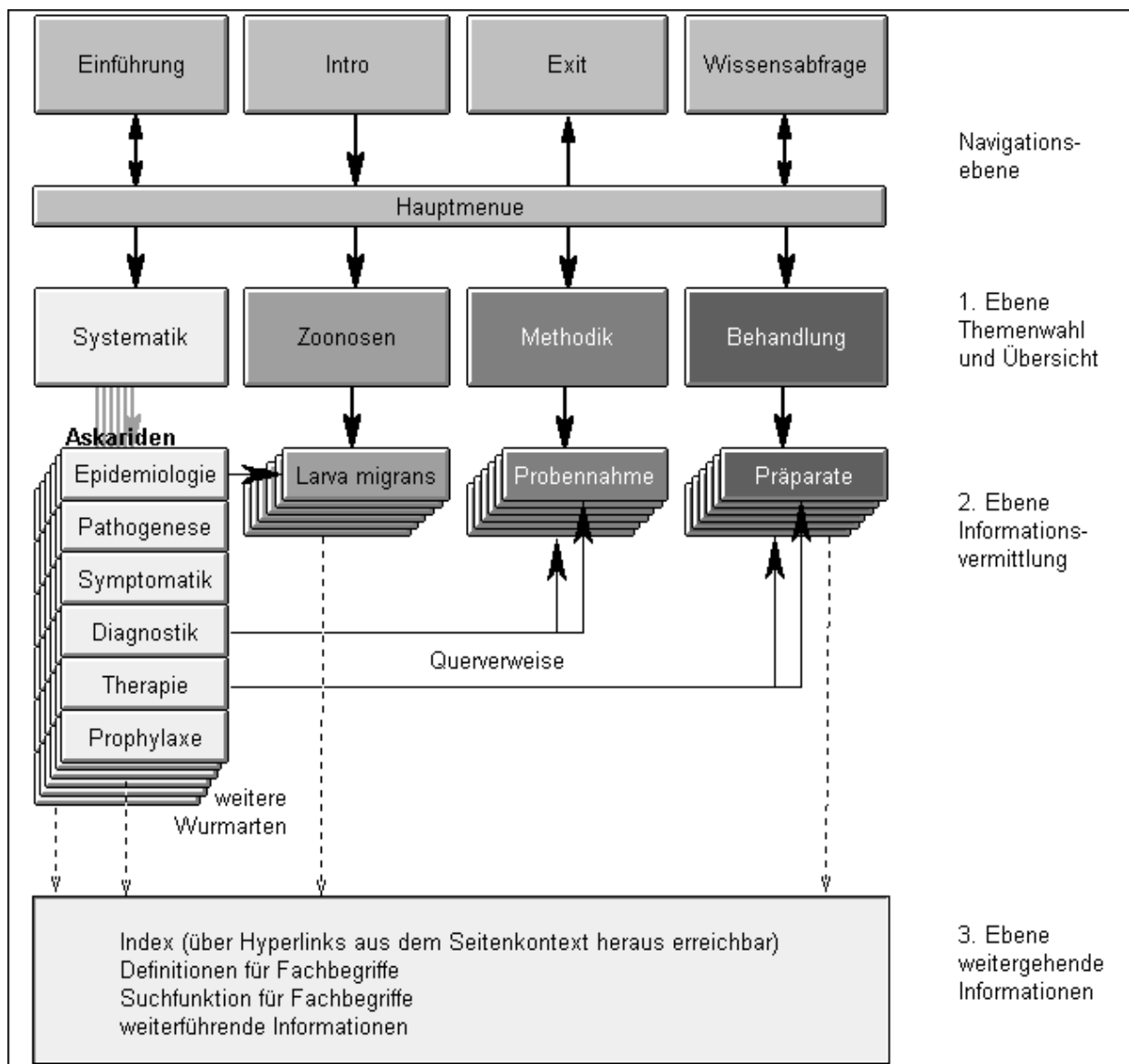


Abbildung 1: Planung der Programmstruktur

Diese geplante Struktur wurde in der Anwendung weitgehend umgesetzt. Verzichtet wurde dabei auf die ursprünglich geplante Wissensabfrage und die Suchfunktion für Fachbegriffe.

Anhand der geplanten Programmstruktur wurde ein Prototyp zum Thema „Askariden“ erstellt. Der Prototyp umfaßte dabei alle Ebenen der Programmstruktur, wie es in Abbildung 2 dargestellt wird. Außerdem wurden die wichtigsten Funktionen des Programmes angelegt, so daß der Prototyp eine Beurteilung der Strukturierung und der Funktionalität erlaubte.

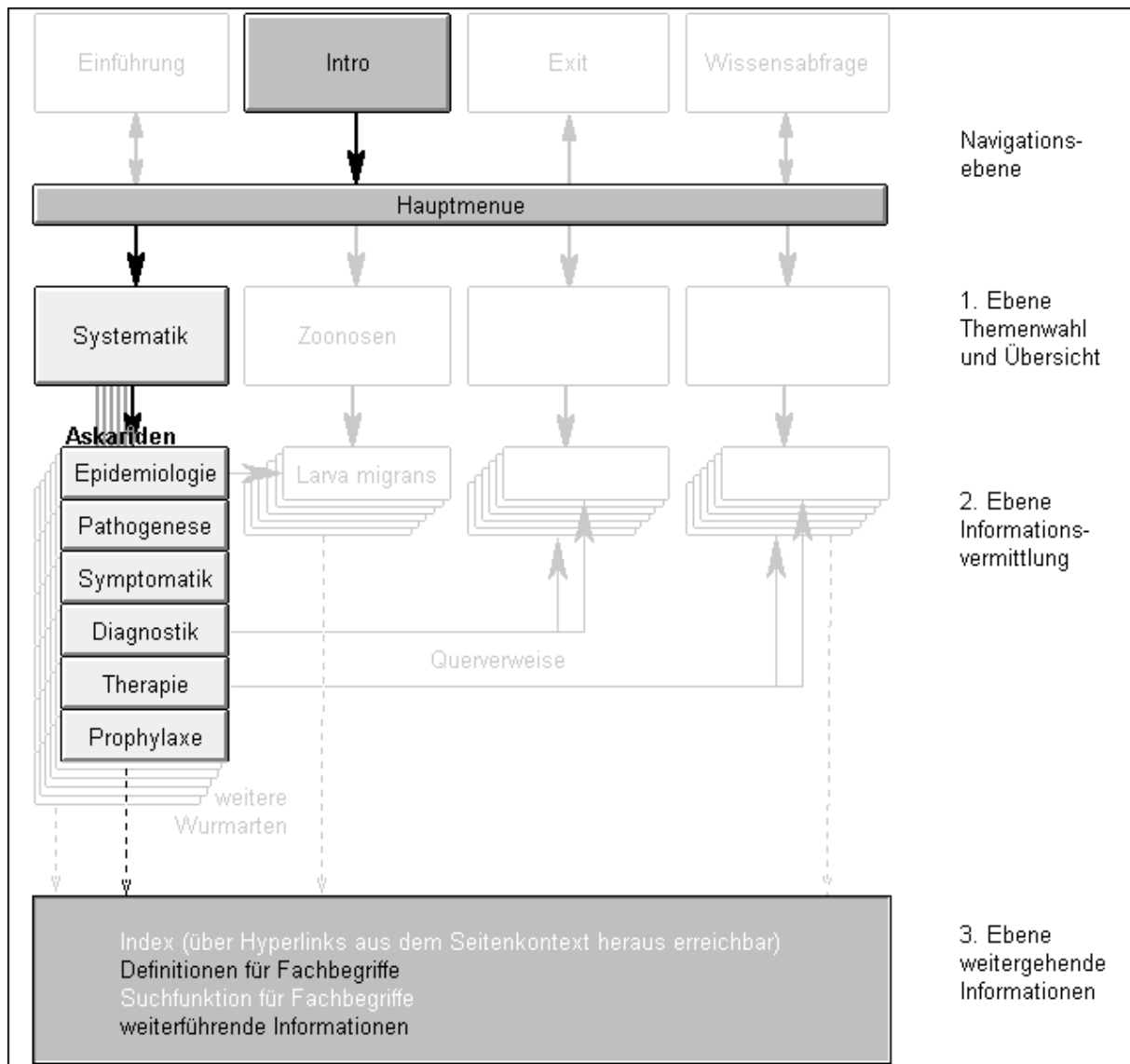


Abbildung 2: Im Prototyp realisierter Teil der Programmstruktur

Die endgültige Struktur des Programmes wird anhand der Beispielseite „Strukturbaum“ deutlich (siehe Abbildung 3). Diese Seite dient als bildliche Metapher für die Programmstruktur, die der Nutzer jederzeit einsehen kann, wie es von Tripp und Roby (1990) angeregt wurde. Darüber hinaus wird durch einen Farbwechsel angezeigt, welche Teile der Anwendung der Nutzer bereits betrachtet hat, wie es MacKenzie (1992) vorgeschlagen hat.

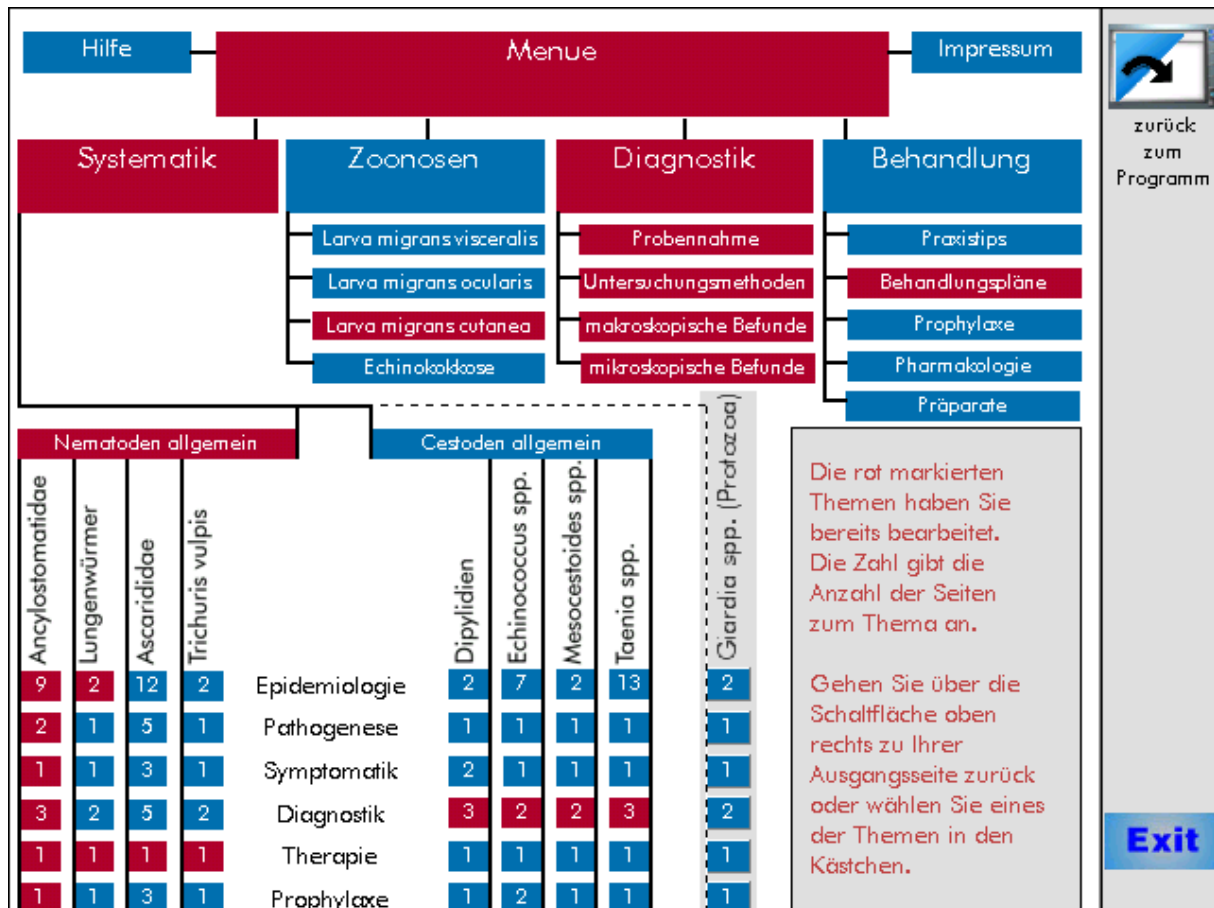


Abbildung 3: Beispielseite „Strukturbaum“ zur Verdeutlichung der endgültigen Programmstruktur

Auch der Aufbau der Bildschirmseite wurde zunächst auf Papier entworfen, um dem Mediendesigner eine Arbeitsgrundlage zu geben.



Abbildung 4: Anfängliche Einteilung des Bildschirms

Dieser Entwurf wurde dann in Absprache mit der Arbeitsgruppe zu der endgültigen Form modifiziert. Die wichtigsten Änderungen dabei waren, daß kein gesonderter Bereich für Abbildungen und Bewegtbilder angelegt wurde. Diese Medien sollten im Textfeld integriert werden. Es wurden Schaltflächen für die vier Kapitel (Systematik, Zoonosen, Diagnostik und Behandlung) integriert, um die Navigation zu beschleunigen. Außerdem wurden Freiräume in der Bildschirmaufteilung geschaffen, um den Nutzer nicht mit Informationen zu überfrachten und dem Auge „Ruhezonen“ zu bieten.

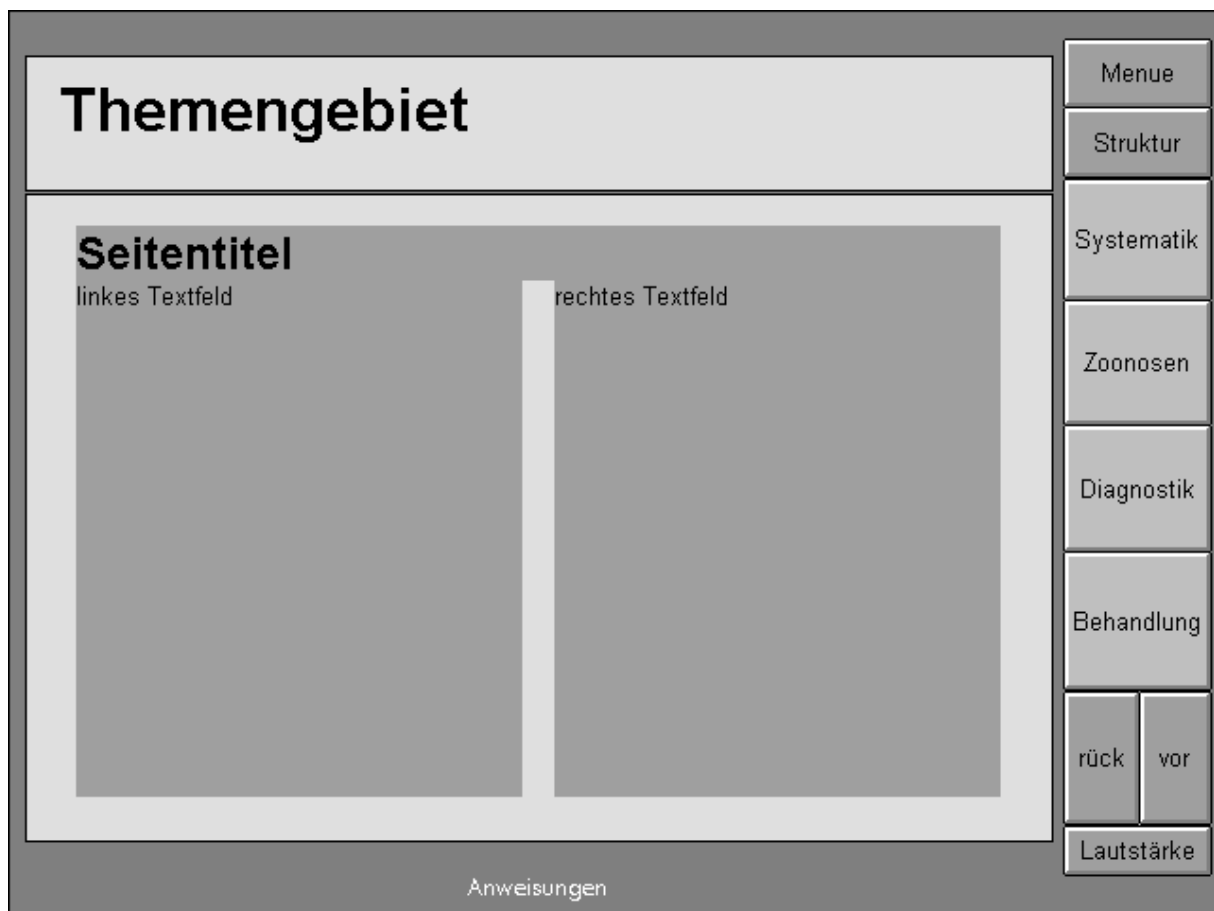


Abbildung 5: Endgültige Bildschirmaufteilung

3.6 Verwendete Medien

3.6.1 Texte

Die fachlichen Texte wurden in Anlehnung an die Materialien der Lehrveranstaltungen und an die gängigen Lehrbücher erstellt.

In ihren linguistischen Richtlinien fordert Hill Duin (1988), daß die verwendete Sprache einfach sein soll, außer wenn spezifische Konzepte beschrieben werden. Akronyme, Abkürzungen und Fachsprache sollen vermieden werden. Der verwendete Ton soll innerhalb der gesamten Anwendung konsistent bleiben. Ein informeller Ton unterstützt die Informationsverarbeitung.

In dem vorliegenden Lernprogramm wurde besonderer Wert darauf gelegt, daß die verwendeten Sätze kurz und aktiv formuliert sind. Auf Nebensätze sollte verzichtet werden, solange sie nicht inhaltlich unabdingbar waren. Die im Programm verwendete Sprache unterscheidet sich deshalb von der üblichen wissenschaftlichen Diktion.

Das Beherrschen der entsprechenden parasitologischen und veterinärmedizinischen Terminologie stellt einen Teil des zu vermittelnden Wissens dar. Deshalb konnte und sollte auf das Fachvokabular nicht verzichtet werden, zumal alle Fachausdrücke über Hyperlink-Verknüpfungen erklärt werden.

3.6.2 Bildmaterialien

Das Bildmaterial läßt sich in fachliche Abbildungen sowie logische Bilder und bildliche Analogien unterteilen (Haack und Issing 1992).

Der Großteil der fachlichen Abbildungen stammt aus dem Institut für Parasitologie des Fachbereiches Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin und ist mit dem Bildmaterial identisch, das in den Vorlesungen eingesetzt wird.

Es wurde großer Wert darauf gelegt, möglichst viel Text durch Abbildungen zu ersetzen beziehungsweise zu illustrieren. Ergänzende Bildmaterialien wurden deshalb aus anderen Instituten und von anderen Hochschulen entliehen, hinsichtlich des Urheberrechts geprüft und mit Einverständnis des Inhabers verwendet.

Ein Teil der fachlichen Abbildungen und die gesamten logischen Bilder und bildlichen Analogien wurden selbst erstellt. Das heißt geeignete Motive wurden photographiert und

eingescannt. Graphiken, Diagramme, Modelle und bildliche Metaphern wurden vom Doktoranden geplant und vom Mediendesigner realisiert.

Photographien sind nach dem Einscannen mit dem Programm Adobe Photoshop 4.0[®] digital bearbeitet worden. Für die Darstellung auf dem Bildschirm lassen sich viele Mängel in der Qualität der Aufnahme und Alterungserscheinungen des Diapositivs durch Korrektur von Tonwerten, Helligkeit, Kontrast und Schärfe sowie durch verschiedene Filterfunktionen des Programmes beheben. Größe, Format und Bildausschnitt können frei gewählt werden. Wenn es didaktisch sinnvoll erschien, wurden störende Bildelemente entfernt oder Photomontagen durchgeführt.

3.6.3 Videosequenzen

Die sechs Videosequenzen zur Illustration der Untersuchungsmethoden wurden mit einer VHS-Videokamera aufgenommen.

Die übrigen neun Videosequenzen wurden aus einem norwegischen Informationsvideo der Firma Hoechst Roussel Vet⁵ entnommen.

Die Digitalisierung der Videosequenzen erfolgte in der Zentraleinrichtung für audiovisuelle Medien (ZEAM) der Freien Universität Berlin.

3.6.4 Animationen

Die Animationen sind zum Teil mit den 3D-Programmen generiert und als Videosequenzen im Microsoft Video für Windows[®] Dateiformat (.avi) gespeichert worden.

Andere Animationen sind in der Entwicklungsumgebung Multimedia ToolBook 3.0[®] erstellt worden. Dazu wurden Illustrationen entweder mit dem enthaltenen Animationswerkzeug oder durch eine Programmieranweisung in Bewegung versetzt.

3.6.5 Audiosequenzen

Die Audiosequenzen der Anwendung sind zum Großteil eigens verfaßte Texte, die produziert wurden, um die Videos zu begleiten.

Die Programmeinführung und das Impressum wurden mit einem Musikstück unterlegt, das von einem Musikstudenten komponiert, eingespielt und für die CD-ROM zur Verfügung gestellt wurde.

Des weiteren finden verschiedene urheberrechtsfreie Schalt- und Signaltöne Verwendung.

⁵ Invollsorm hos hund og katt, Norske Hoechst A/S, Agro-vet. Avdeling, Pb. 177 Økern, 0509 OSLO, 1993

3.7 Verwendete Software und Hardware

3.7.1 Software

Tabelle 2: Zur Erstellung des Lernprogrammes verwendete Software

Multimedia ToolBook 3.0 [®]	Asymetrix Learning Systems, Inc.	als Autorensystem
Adobe Photoshop 4.0 [®]	Adobe Systems Incorporated	für die digitale Bildbearbeitung
Adobe Premiere 1.1 [®]	Adobe Systems Incorporated	als Videoschnittprogramm
Creative Wave Studio 3.15.0 [®]	Creative Technology Ltd.	zum Digitalisieren und Bearbeiten von Audiosequenzen
3D Studio R4 [®] und 3D Studio Max [®]	Autodesk, Inc.	zur Erstellung von dreidimensionalen Illustrationen und Animationen
Microsoft Windows 95 [®]	Microsoft Corporation	als Betriebssystem
Microsoft Word für Windows 95 [®]	Microsoft Corporation	zum Erstellen von Texten

3.7.2 Hardware

Die Programmentwicklung erfolgte auf einem IBM-kompatiblen Personal Computer mit Intel Pentium-Prozessor[®], 16 Megabyte Arbeitsspeicher, 133 Megahertz Taktfrequenz, zwei Festplatten mit einer Kapazität von jeweils 2 Gigabyte, einer Matrix Millennium[®] Graphikkarte und einer Creative Lab Soundblaster 16[®] Soundkarte.

Videsequenzen wurden mit einer MPEG Karte SPEA Showtime Plus[®] digitalisiert.

Abbildungen wurden mit einem hochauflösendem Farbscanner Sharp JX-325[®] und einem Diascanner Polaroid Sprint Scan 35[®] digitalisiert.

Die Datensicherung erfolgte wöchentlich auf einer Wechselfestplatte mit 2 Gigabyte Speicherplatz.