

Aus dem Institut für Tieranatomie I
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl für Tieranatomie I,
insbesondere Systematische und Topografisch-klinische Anatomie
Vorstand: Univ. - Prof. Dr. Dr. h.c.mult Hans-Georg Liebich

Angefertigt unter der Leitung von
Univ.-Prof. Dr. Cordula Poulsen Nautrup

**Multimediales Lernprogramm über die Sonografie
der unveränderten männlichen Geschlechtsorgane und des Magen–Darm–Traktes
bei gesunden Hunden und Katzen**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Jeannette Cremer
aus Ulm

München 2006

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. E. P. Märtlbauer

Referentin: Univ.-Prof. Dr. C. Poulsen Nautrup

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. J. Braun

Tag der Promotion: 28. Juli 2006

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis	I
1 Einleitung	1
2 Literatur	2
2.1 Lernen	2
2.1.1 Allgemeines	2
2.1.2 Aufmerksamkeit	2
2.1.3 Emotionen	3
2.1.4 Motivation	3
2.1.4.1 Primäre und sekundäre Motivation	4
2.1.4.2 Intrinsische und extrinsische Motivation	4
2.1.4.3 Leistungsmotivation	6
2.1.4.4 Handlungskontrolle	6
2.1.4.5 Zielbindung	7
2.1.5 Lerntheorien	7
2.1.5.1 Behaviorismus	7
2.1.5.2 Kognitivismus	8
2.1.5.3 Konstruktivismus	9
2.1.6 Selbstgesteuertes Lernen	9
2.2 Ergonomie	11
2.2.1 Definition	11
2.2.2 Benutzerschnittstelle	11
2.2.3 Wahrnehmung	11
2.2.3.1 Animation	12
2.2.4 Seitengestaltung	12
2.2.4.1 Bildschirmaufteilung	12
2.2.4.2 Konsistenz	14
2.2.4.3 Farben	14
2.2.4.3.1 Farbmischung	15
2.2.4.3.2 Farbwahl und Kontraste	15
2.2.4.4 Text	16
2.2.4.4.1 Lesbarkeit	16
2.2.4.4.2 Überschrift	17
2.2.5 Benutzbarkeit	17
2.2.5.1 Dialoggestaltung	18
2.2.5.1.1 Navigation	19
2.2.5.1.1.1 Desorientierung - Lost in Hyperspace	20
2.2.5.1.2 Menü	21
2.2.5.1.3 Dialogbausteine: Piktogramme	22
2.2.6 Performanz	22
2.3 Computerbasierte Lernangebote	24
2.3.1 Allgemeines	24
2.3.2 Medien	24
2.3.2.1 Information durch Text	25
2.3.2.2 Information durch Bilder	26
2.3.2.2.1 Informierende Bilder	27
2.3.2.2.2 Darstellende Bilder	28

2.3.2.2.2.1	Motivation durch Bilder	28
2.3.2.2.2.2	Kognition mit Bildern	28
2.3.2.2.3	Bildgestaltung	28
2.3.2.2.4	Video	30
2.3.3	Hypertext	31
2.3.4	Multimedia	32
2.3.4.1	Mentale Modelle	34
2.3.4.2	Doppelkodierung – Dual Coding	35
2.3.4.3	Kognitive Überlast	36
2.3.4.4	Interaktivität	36
2.3.5	Didaktik	39
2.3.5.1	Allgemeine Didaktik	39
2.3.5.2	Mediendidaktik	40
2.3.5.2.1	Medientaxonomische Ansätze	40
2.3.5.2.2	Lerntheoretische Ansätze	41
2.3.5.2.2.1	Instruktionsdesign	42
2.3.5.2.2.2	Situiertes Lernen	43
2.4	Anatomische Nomenklatur	46
2.4.1	Geschichtliche Entwicklung	46
2.4.2	Anwendung	46
2.5	Evaluation	48
3	Material und Methoden	50
3.1	Hardware	50
3.1.1	Ultraschallgeräte	50
3.1.2	Personal Computer	50
3.1.3	Technisches Equipment	50
3.1.3.1	Ultraschallstandbilder und -filme	50
3.1.3.2	Fotos und Videos	51
3.1.3.3	Röntgenbilder und MRI	51
3.2	Software	52
3.2.1	Textbearbeitung	52
3.2.2	Bildbearbeitung	52
3.2.3	Videobearbeitung	53
3.3	Tiere	53
3.4	Evaluation der Lernsoftware	54
3.4.1	Schriftliche Evaluation	54
3.4.2	Praktische Übung	56
3.5	Verwendete Literatur zur Erstellung der Lernsoftware	57
3.5.1	Ultraschalluntersuchung der männlichen Geschlechtsorgane bei Hund und Katze	57
3.5.2	Ultraschalluntersuchung des Magen und Darms bei Hund und Katze	59
4.	Ergebnisse	62
4.1	Thematischer Aufbau der Lernsoftware	62
4.1.1	Themenkomplexe	62
4.1.2	Kapitel	64
4.1.2.1	Hauptkapitel Grundlagen	64

4.1.2.1.1	Unterkapitel Anatomie	64
4.1.2.1.1.1	Topografie	64
4.1.2.1.1.2	MRI	65
4.1.2.1.1.3	Makroskopie	67
4.1.2.1.2	Unterkapitel Schallposition	67
4.1.2.1.2.1	Schallkopfposition	67
4.1.2.1.2.2	Schallkopfführung	67
4.1.2.2	Hauptkapitel Zweidimensionale Sonografie	68
4.1.2.2.1	Prostata	68
4.1.2.2.2	Hoden	70
4.1.2.2.3	Penis	70
4.1.2.2.4	Magen	71
4.1.2.2.5	Dünndarm	72
4.1.2.2.6	Dickdarm	73
4.1.2.3	Hauptkapitel Dopplersonografie	74
4.1.2.3.1	Farbdoppler	74
4.1.2.3.2	PW-Doppler	74
4.1.2.3.3	Dreidimensionaler Farbdoppler	75
4.1.3	Informationsseiten und Index	75
4.2	Ergonomische Umsetzung	78
4.2.1	Animation	78
4.2.2	Seitengestaltung	78
4.2.2.1	Seitentypen	78
4.2.2.2	Farbe	84
4.2.2.2.1	Hintergrund	84
4.2.2.2.2	Schrift	84
4.2.2.2.3	Bildlegenden	85
4.2.3	Bedienungselemente	85
4.2.3.1	Menü	85
4.2.3.2	Dialogbausteine	86
4.3	Umsetzung des computerbasierten Lernangebotes	89
4.3.1	Eingesetzte Medien	89
4.3.1.1	Bilder	89
4.3.1.2	Video	92
4.3.2	Didaktik	93
4.4	Anatomische Nomenklatur	95
4.5	Evaluation	97
4.5.1	Schriftliche Evaluation	97
4.5.2	Praktische Übung	104
5.	Diskussion	105
5.1	Ergonomische Umsetzung	105
5.1.1	Animation	105
5.1.2	Seitengestaltung	106
5.1.2.1	Bildschirmaufteilung	106
5.1.2.2	Farbe	107
5.1.2.3	Text	108
5.1.3	Benutzbarkeit	108

5.2	Computerbasiertes Lernen	110
5.2.1	Medien	110
5.2.2	Didaktische Umsetzung	112
5.3	Anatomische Nomenklatur	113
5.4	Evaluation der Lernsoftware	113
6.	Ausblick	116
7.	Zusammenfassung	117
8.	Summary	119
9.	Literaturverzeichnis	121
10.	Abbildungsverzeichnis	136
11.	Tabellenverzeichnis	138
12.	Abkürzungsverzeichnis	139
13.	Danksagung	141

1. Einleitung

Der tierärztliche Beruf und die damit verbundene Ausbildung haben in den letzten Jahren eine gravierende Umstrukturierung erfahren. Das Aufgabengebiet des Tierarztes wurde immer umfangreicher, was wiederum eine zunehmende Spezialisierung erfordert. Auch das studentische Leben an den Universitäten hat sich verändert. Die steigende Zahl an Studierenden erfordert die Erschließung neuer Lern- und Lehrmethoden, die es ermöglichen, das für den späteren Beruf erforderliche Wissen auch an eine große Anzahl Studierender sinnvoll und erfolgreich weiterzugeben.

Die kanine und feline abdominale Sonografie, unter anderem der Organkomplexe Magen-Darm und männliche Geschlechtsorgane, gehört mittlerweile zu den nichtinvasiven Standarduntersuchungen in der Kleintiermedizin, die sowohl in großen Kliniken als auch in kleinen Praxen routinemäßig angeboten wird.

Bereits das Aufsuchen, die exakte und gute Einstellung sowie das Erkennen physiologischer Strukturen im Ultraschallbild bereitet dem ungeübten Betrachter Schwierigkeiten. Gerade die Sonografie des Magen-Darm Traktes ist anspruchsvoll, da viele Artefakte und andere Faktoren wie die geringen sonografischen Unterschiede der einzelnen Darmabschnitte deren Beurteilung erschweren. Um dieses schwierige Gebiet der abdominalen Sonografie zu erlernen, musste bisher auf konventionelle Printmedien zurückgegriffen werden. Diese zeigen jedoch ausschließlich Standbilder und geben aufgrund des eingeschränkten Umfangs nur oberflächliche Hinweise zu den Voraussetzungen und Grundlagen der abdominalen Sonografie.

Aus diesen Aspekten ergab sich die Aufgabe, ein Lernprogramm zu erstellen, das unter Einsatz verschiedener Medien die Grundlagen der Sonografie umfassend und detailliert verdeutlicht. Einerseits sollte mit einem derartigen Lernprogramm dem Anfänger die Möglichkeit gegeben werden, die Grundlagen der Sonografie spielend und autodidaktisch zu erlernen. Andererseits sollten aber auch geübte Sonografen in der Lage sein, spezielle neue Informationen gezielt im Programm zu finden.

2. Literatur

2.1 Lernen

2.1.1 Allgemeines

Das Wort Lernen stammt von dem Gotischen Wort „lais – ich weiß“ und dem Indogermanischen Wort „lis – gehen“ ab (WIKIPEDIA ONLINE LEXIKON, 2006)

In der Lernpsychologie werden viele verschiedene Definitionen für das Lernen angeboten, die jeweils abhängig von dem zugrundeliegenden theoretischen Konzept sind.

Lernen beinhaltet das Aufnehmen, Verarbeiten und Umsetzen von Informationen in einem lebenslangen Prozess. Durch das Lernen wird eine dauerhafte Verhaltensänderung aufgrund von Erfahrung bewirkt (SCHRÖDER, 1995). Nach SPITZER (2003) ist Lernen kein passiver Vorgang, sondern vielmehr eine Aktivität, die durch Rahmenbedingungen beeinflusst wird. Im Folgenden soll auf die verschiedenen inneren und äußeren Faktoren eingegangen werden, die das Lernen maßgeblich beeinflussen.

2.1.2 Aufmerksamkeit

Unter Aufmerksamkeit werden zwei verschiedene Bedeutungen zusammengefasst. Zum einen die Vigilanz, als quantitativer Zustand des Körpers, der die Wachheit bzw. das Bewusstsein des Organismus beschreibt und zum anderen die selektive Aufmerksamkeit, mit der die Zuwendung zu bestimmten Situationen und die Ausblendung von anderen Sachverhalten gemeint ist. Das Lernen und somit das Behalten von präsentiertem Material ist folglich mitunter abhängig davon, wie groß die Aufmerksamkeit (Vigilanz und selektive Aufmerksamkeit) gegenüber diesem Material ist. Je höher die Aufmerksamkeit, umso besser werden bestimmte Inhalte behalten (SPITZER, 2003).

2.1.3 Emotionen

Emotionen sind Reaktionsmuster auf auslösende Ereignisse (interne oder externe), die sich in verbaler Äußerung, Mimik, Gestik, Vokalisation und vegetativen Veränderungen manifestieren (HAMM und VAITL, 1993).

SPITZER (2003) verwendet zur Einteilung von Emotionen zwei Dimensionen: die Stärke (viel – wenig) und die Valenz (gut – schlecht bzw. positiv – negativ). Ereignisse oder Informationen, die bestimmte innere emotionale Erregungen hervorrufen, können besser behalten werden (z.B. entspannte Lernatmosphäre), oder sie können das Lernen negativ beeinflussen (z.B. Panik).

Emotionen sind ein wesentlicher Bestandteil des problemorientierten Denkens und eng mit der Kognition verbunden, indem bei der Informationsverarbeitung kognitive Daten im engeren Sinn, d.h. Wissen um Objekte, Zustände, Ereignisse und emotionale Daten miteingeschlossen werden (MANDL und HUBER, 1983). Bislang wurden Emotionen nur als eine Komponente von informationsverarbeitenden oder motivierenden Prozessen angesehen. Emotionen müssen aber auch als ein „eigenständiges Orientierungssystem“ betrachtet werden, mit dessen Hilfe ein Zurechtfinden in der Umwelt erfolgt. Emotionen üben nicht nur Einfluss auf das Lernen aus, sondern sie besitzen daneben eine eigene aktivierende bzw. hemmende Funktion (EDELHANN, 2000). Negative Gefühle hemmen die Motivation und somit das Lernen. Positive Gefühle dagegen wirken aktivierend auf Motivation ein, was wiederum fördernd für das Lernen ist (DAMASIO, 1995).

2.1.4 Motivation

Die Motivation ist ein Sammelbegriff für verschiedene Prozesse und Effekte, der sich darauf bezieht, welches zielgerichtete Verhalten ausgewählt wird, um einen bestimmten Erfolg zu erreichen (HECKHAUSEN, 2003).

Motivation besitzt einen entscheidenden Einfluss auf das Lernen und den damit verbundenen Erfolg. Der Begriff Motivation ist von den mit ihr in Zusammenhang stehenden Motiv und Motivierung abzugrenzen (SCHRÖDER, 1995):

- **Motiv** ist ein Wirkfaktor als Antriebskraft (des Verhaltens, der Einstellung, u.ä.), der sich als Bedürfnis zeigt.

- **Motivation** meint einen Komplex der Motive. Sie ist die Gesamtheit der Antriebskräfte, welche das Verhalten und die Einstellungen bestimmen.
- **Motivierung** bezieht sich auf Maßnahmen zur Schaffung von und Einwirkung auf die Motivation.

Eine einheitliche Klassifikation und Definition der Motivation gibt es nicht, stattdessen werden in der Motivationspsychologie verschiedene Theorien beschrieben. In WEINER (1998) werden folgende unterschiedlichen Theorien aufgeführt:

- Psychoanalytische Theorie der Motivation nach Freud
- Triebtheorie nach Hull
- Feldtheorie nach Lewin (kognitive Erwartungs-Wert-Theorie)
- Kognitive Handlungsmodelle der Leistungsmotivation nach Deci und Ryan
- Soziale Lerntheorie und Selbstverantwortlichkeit
- Attributionstheorie

2.1.4.1 Primäre und sekundäre Motivation

Von primärer Motivation wird gesprochen, wenn es sich um psychologisch bedingte Bedürfnisse (z.B. Hunger, Durst) handelt. Ein Vorgang, der ausschließlich seiner selbst Willen durchgeführt wird, um eine Bedürfnisbefriedigung zu erreichen, ist primär motiviert. Sekundäre Motivation dagegen ist sozial bedingt, oder durch Lernen erworben. Es beschreibt ein Verhalten, das um etwas anderen Willen vollzogen wird (SCHRÖDER, 1995). Bei sekundärer Motivation dient die Tätigkeit lediglich als Mittel zum Zweck, wohingegen die primäre Motivation auf die Tätigkeit selbst gerichtet ist (SCHRÄDER-NAEF, 1993).

2.1.4.2 Intrinsische und extrinsische Motivation

Die intrinsische Motivation beinhaltet persönliche Neugier (SCHRÖDER, 1995). Eine Handlung wird aufgrund der mit ihr verbundenen Anreize ausgeführt. Innerhalb dieser Handlung wird die Motivation nochmals unterteilt in tätigkeitszentrierte Motivation, d.h. die Handlung selbst beinhaltet positive Anreize, ohne dass ein Gegenstand oder Thema zu erkennen ist und in gegenstandscentrierte Motivation, d.h. die Handlung wird als reizvoll empfunden, da sie sich auf einen Gegenstand bezieht, für den Interesse besteht (SCHIEFELE und URAHNE, 2000). Intrinsische

Motivation ist eine wichtige Voraussetzung für erfolgreiches Lernen, die durch eine entsprechende Lernumgebung gefördert werden kann. Um intrinsische Motivation und damit Interesse für eine Tätigkeit aufzubauen, müssen drei psychologische Grundbedürfnisse befriedigt werden: Erleben von Kompetenz, Selbstbestimmung und soziale Einbindung. Durch den Entzug der Kontrolle über das eigene Tun und wenn zu lernende Inhalte kurz- oder längerfristig nicht mit den angestrebten Zielen in Verbindung zu bringen sind, entsteht Demotivation. Eine Lernumgebung sollte derart gestaltet werden, dass für die potentiellen Motive der Lernenden Anreize sichtbar werden und deren Motive durch das Lernen erreicht werden können (WILD, 2000).

Bei der extrinsischen Motivation werden Handlungserfolge angestrebt, die außerhalb der eigentlichen Handlung liegen, d.h. sie unterliegt einem Einfluss von außen. Beispielsweise besteht die Motivation etwas zu lernen darin, Lob oder Anerkennung von anderen zu bekommen. Das Lernen ist demzufolge eine Notwendigkeit mit einer bestimmten Zielsetzung, wobei das Ziel von Außen festgelegt wurde. Die unterschiedlichen Formen der extrinsischen Motivation werden durch die Art der angestrebten Handlungsfolge bestimmt (SCHIEFELE und URAHNE, 2000). Den motivationsrelevanten Folgen von Handlungen können vier Kategorien zugeordnet werden: Selbstbewertung (z.B. Stolz auf erbrachte Leistung), Fremdbewertung (z.B. Lob), Annäherung an Oberziele (Handlung ist eine von mehreren Schritten zum Erreichen eines übergeordneten Ziels) und Nebenwirkungen (HECKHAUSEN, 2003). Bislang gibt es keine Übereinstimmung darüber, worin der Unterschied zwischen intrinsischem und extrinsischem Verhalten besteht. Über die genauere Abgrenzung der intrinsischen Motivation bestehen verschiedene Auffassungen:

1. Triebe ohne Triebreduktion

Intrinsische Motivation wird nicht zur Befriedigung leiblicher Bedürfnisse (z.B. Hunger, Durst) benutzt.

2. Zweckfreiheit

Das Verhalten wird nur wegen der ablaufenden Tätigkeit selbst ausgeführt. Extrinsisch ist dagegen alles, was Endzustände oder Ziele anstrebt.

3. Optimalniveau von Aktivierung und Inkongruenz

Durch das Ausführen einer intrinsisch motivierten Handlung kommt es zu einer Beibehaltung oder Wiederherstellung eines optimalen Funktionsniveaus.

4. Selbstbestimmung
5. Freudiges Aufgehen in einer Handlung
6. Gleichthematik von Handlung und Handlungsziel
(HECKHAUSEN, 2003)

2.1.4.3 Leistungsmotivation

Bei EDELMANN (2000) werden unter dem Begriff Leistungsmotivation alle Bedingungsfaktoren des leistungsorientierten Handelns zusammengefasst. Ziel einer aktuellen Leistungsmotivation ist der Erfolg bei der Auseinandersetzung mit einem Gütemaßstab.

Leistungsmotivation ist das Ergebnis eines Konflikts zwischen Annäherungs- und Vermeidungstendenzen. Das Ausführen einer Handlung ist somit abhängig von der „Hoffnung auf Erfolg“ und dem damit verbunden Gefühl des Stolzes und der „Furcht vor Misserfolg“, mit dabei entstehendem Schamgefühl. Ein leistungsorientiertes Handeln kommt folglich dann zustande, wenn die Hoffnung auf Erfolg größer ist, als die Furcht vor Misserfolg (HECKHAUSEN, 2003).

2.1.4.4 Handlungskontrolle

Die Handlungskontrolle beschäftigt sich, im Gegensatz zu den klassischen Erwartungs-Wert-Modellen der Motivation, mit dem Prozess der Umsetzung der Absicht in Verhalten. Sie umfasst den Zeitraum zwischen Intentionsbildung und dem Beginn der Handlungsausführung (SCHIEFELE und URAHNE, 2000). In diesem Zusammenhang muss zwischen vollständigen Absichten (gleichmäßige Konzentration auf Ziel der Handlung, den zu veränderten gegenwärtigen Zustand, die zu überwindende Diskrepanz zwischen Ist- und Soll-Zustand und die beabsichtigte Handlung) und degenerierten Absichten (eines oder mehrere der vier genannten Elemente ist schwächer ausgeprägt) unterschieden werden. Degenerative Absichten erschweren die Ausführung von absoluten Absichten, da weiterhin ein Teil der Aufmerksamkeit auf sie gerichtet wird (HECKHAUSEN, 2003).

2.1.4.5 Zielbindung

Die Zielbindung ist die Stärke, mit der ein bestimmtes Ziel mit dem Selbst einer Person verbunden ist. Liegt eine hohe Zielbindung vor, besteht eine hohe Verpflichtung dieses Ziel zu erreichen. Je höher die Zielbindung, desto leichter geschieht die Umsetzung von Absichten und Zielen. Im Handlungsphasen-Modell endet die Motivationsphase, sobald eine Zielbindung zur Umsetzung bestimmter Absichten eingegangen wurde, d.h. die Zielbindung entspricht der Entscheidung für eine bestimmte Absicht (SCHIEFELE und URAHNE, 2000). Die Zielbindung wird beeinflusst durch den Anreizwert der Folgen, die Ergebnis-Folge-Erwartung und Handlungs-Ergebnis-Erwartung und zusätzlich durch das Interesse am „Studienfach“.

2.1.5 Lerntheorien

Die Psychologie und Pädagogik beschäftigte sich mit der Frage, wie gelernt wird und wie es zu einem Wissenskonstrukt kommt. Lerntheorien versuchen das Lernen und den damit verbundenen Lernprozess zu beschreiben. Mit Hilfe von Lerntheorien wird der Versuch unternommen, Lernen zu systematisieren und zusammenzufassen. Die verschiedenen Lerntheorien spiegeln sich in der Gestaltung von Lernsystemen wieder. Heutzutage wird zwischen drei großen Lerntheorien unterschieden, die im letzten Jahrhundert formuliert wurden.

2.1.5.1 Behaviorismus

Der Behaviorismus, oder auch Objektivismus, wurde durch den amerikanischen Psychologen Watson (1913) geprägt. Lernen wird beschrieben als eine exakt bestimmbare Verknüpfung von Reizen mit entsprechenden Reaktionen (Reiz-Reaktions-Verbindungen). Gelernte Antwortverhalten (Reaktion) werden unter bestimmten Bedingungen durch Umweltereignisse (Reize) ausgelöst (SCHRÖDER, 1995). Der Psychologe Skinner erweiterte in den 50er Jahren den Objektivismus mit seiner „Reinforcement Theory“, die davon ausgeht, dass nicht die Bedingungen unter denen das Lernen stattfindet sich auf den Erfolg auswirken, sondern einzig die belohnenden oder bestrafenden Konsequenzen (EDELMANN, 2000). Die Konsequenzen sind am effektivsten, wenn sie immer direkt im Anschluss auf ein Verhalten folgen. Lernziele werden demzufolge genau definiert, um entsprechende

„Verstärkungsmechanismen“ festlegen zu können und somit das gewünschte Verhalten auf den vorgegebenen Reiz zu gewährleisten. Innerhalb des Behaviorismus werden drei Theorien unterschieden (MINASS, 2002):

1. Die **klassische Konditionierung**, mit dem russischen Psychologen Iwan P. Pawlow als bekanntesten Vertreter.
2. Die **Verbindungslehre**, entwickelt von Edward L. Thorndike
3. Die **operante Konditionierung** nach Burrhus F. Skinner, aufbauend auf der Verbindungslehre

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass primär die Vermittlung von Wissen und nicht die Erarbeitung von Wissen im Vordergrund steht und ein rezeptives, passives Lernen vorliegt (ISSING und KLIMSA, 2002).

2.1.5.2 Kognitivismus

Abzugrenzen vom Objektivismus ist der **Kognitivismus**, bei dem Lernen als Informationsaufnahme und Informationsverarbeitung beschrieben wird. Als Begründer des Kognitivismus werden Jean Piagets und Jerome S. Bruners angesehen. Zwei Hauptmerkmale kennzeichnen den Kognitivismus. Zum einen liegt ein aktiver Prozess vor und zum anderen ist das Ergebnis nicht mehr nur eine Verbindung zwischen Reiz und Reaktion / Verhalten und Konsequenz, sondern die Gewinnung von Einsicht. Aus dem Kognitivismus heraus entwickelten sich zwei pädagogisch-methodische Konzepte: das entdeckende Lernen und das Lernen mit Mikrowelten. Beim entdeckenden Lernen werden Informationen nicht bereits strukturiert ausgegeben, sondern es gilt diese zu finden, neu zuordnen und zu priorisieren. Ziel ist die Erlangung der Fähigkeit zum Problemlösen (EDELHANN, 2000; SCHRÖDER, 1995). Die Realität wird nicht mehr nur passiv abgebildet, sondern eigene Erkenntnisse werden aktiv gewonnen (MINASS, 2002). Der Kognitivismus ist die psychologisch-philosophische Grundlage für den Konstruktivismus (SCHULMEISTER, 2002).

2.1.5.3 Konstruktivismus

Als dritte wichtige Lerntheorie ist der Konstruktivismus zu nennen, der zur Unterstützung von selbst gesteuerten Lernprozessen anregt. Wissen ist nicht mehr ein Abbild der externen Realität, sondern es wird zu einer Funktion des Erkenntnisprozesses. Im Gegensatz zum Kognitivismus wird nun das Wissen im Akt des Erkennens konstruiert. Es ist nicht einfach übertragbar und fest speicherbar, sondern Wissen entsteht dynamisch durch eigene Rekonstruktion (SCHULMEISTER, 2005). Lernen ist ein aktiver und konstruktiver Prozess und das zur Instruktion verwendete Material hat im Vorfeld keine Bedeutung. Diese erhält es erst durch den Lerner, der das Material situationsspezifisch interpretiert und neu ordnet. Die Interpretation wiederum ist abhängig von Vorwissen, Vorerfahrung und Überzeugungen. Durch ein konstruktivistisches Lernen soll die Entstehung von „trägem Wissen“, d.h. der Erwerb von Wissen, welches für die Lösung praktischer Probleme nicht anwendbar ist, vermieden werden (GRÄSEL et al., 1997).

Bei der traditionellen Form des Lernens und Lehrens geht man von einem Wissenstransport vom Lehrendem zum Lernenden hin aus, was die Kontrolle des Lehr-Lern-Geschehens erfordert. Im Gegensatz dazu steht die konstruktivistische Lehr-Lernphilosophie, welche Handlungskompetenz und die Fähigkeit, Gelerntes selbständig in neuen Situationen nutzen zu können, vermitteln möchte. Der „Lehrende“ bietet Unterstützung, Anregung, Beratung und die Hilfsmittel zur Problemlösung an. Der „Lernende“ agiert aktiv und selbst gesteuert (MANDL und REINMANN-ROTHMEIER, 1997)

2.1.6 Selbstgesteuertes Lernen

Lernen kann entweder selbst oder fremd gesteuert sein. In der Regel treten Mischformen auf. Selbstgesteuertes Lernen kann als ein konstruktives Verarbeiten von Informationen, Eindrücken und Erfahrungen definiert werden (KULTUSMINISTERKONFERENZ, 2000). Der Lernablauf wird selbständig organisiert und es besteht die Möglichkeit, selbst und fremd organisierte Lernmöglichkeiten in den persönlichen Lernprozess zu integrieren oder auszuschließen. Lernziele, Lerninhalte, sowie die Ausführung des Lernens wird vom Lernenden selbst bestimmt. Ein immer schnellerer fortschreitender Wandel der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Strukturen und die damit verbundene

Tatsache, dass erworbene Qualifikationen ständig verbessert werden müssen, erfordert die Bereitschaft zum selbständigen Lernen, um die Marktfähigkeit des Einzelnen aufrecht zu erhalten (NENNINGER et al., 1996).

Für ein erfolgreiches selbstgesteuertes Lernen, ist es notwendig, über Lernstrategien zu verfügen, die dazu beitragen, neue Anforderungen zu bewältigen. Ein Orientierungswissen ist erforderlich, mit dessen Hilfe thematische Zusammenhänge erlernt und das Erkennen von Teilbereichen möglich wird. Selbstgesteuertes Lernen bedeutet Lernen von planvollem Handeln (STADELHOFER und MARQUARD, 1998). Selbstgesteuertes Lernen setzt sich aus mehreren Teilprozessen zusammen:

1. Die **Zielbildung**, als Orientierungsphase, die wiederum von drei Faktoren bestimmt wird:
 - a. Erwartung (Situations-Ergebnis-Erwartung, Ergebnis-Folge-Erwartung)
 - b. Bedürfnisse, Motive und Werte (strukturelle Voraussetzung für selbstgesteuertes Lernen)
 - c. Selbst-Konzepte
2. Die **Planung und Strategieauswahl**, um die Teilschritte des selbstregulierten Lernens zu bewältigen
3. Die **Handlungskontrolle, Selbstregulation**, als Voraussetzung, dass der Lernende sein Lernen selbst reguliert und kontrolliert (FRIEDRICH und MANDL, 1990).

2.2 Ergonomie

2.2.1 Definition

Das Wort Ergonomie setzt sich aus den beiden altgriechischen Wörtern „Ergon“, die Arbeit und „Nomos“, das Gesetz zusammen und beschäftigt sich als Wissenschaft mit der Anpassung der Technik an den Menschen zur Arbeitserleichterung. Die Software-Ergonomie dient dazu, Software-Anwendungen besser mit Benutzeranforderungen in Einklang zu bringen und somit die Mensch-Computer-Schnittstelle benutzer- und anwendungsgerecht zu gestalten (BULLINGER, 1994). REDTENBACHER (2006) beschreibt eine Software als ergonomisch, wenn diese den Benutzer bei seiner Arbeit unterstützt und keine durch die Software bedingten Arbeitsschritte oder Probleme den Benutzer behindern.

2.2.2 Benutzerschnittstelle

Im Zentrum der Ergonomie steht die Schnittstelle zwischen Mensch und Computer (Mensch-Computer-Interaktion). Die Benutzerschnittstelle beeinflusst und definiert Arbeitsabläufe, den Aufbau von Menüs sowie die Farb- und Schriftwahl (KOSCHKE, 2005). Unter der Benutzerschnittstelle werden die Komponenten zusammengefasst, mit denen der Benutzer begrifflich über seine Sinne und Motorik, aber auch mittels werkzeugunabhängigen und werkzeugspezifischen Wissen mit dem Computer in Verbindung kommt (WANDMACHER, 1993).

2.2.3 Wahrnehmung

Der Punkt mit der höchsten Sehschärfe ist im menschlichen Auge die Fovea und repräsentiert das primäre Blickfeld (unbewegter Kopf mit den Augen fixiertes Feld). Außerhalb des primären Blickfeldes ist das Sehen unscharf, die Farbwahrnehmung geschwächt und es werden nur noch Konturen wahrgenommen. Stattdessen besteht in diesem Bereich eine erhöhte Empfindlichkeit gegenüber Bewegung, die eine reflexartige Blickbewegung auslöst. Optische Signale werden im Gehirn gespeichert,

verarbeitet und interpretiert. Um dargestellte Sachverhalte richtig interpretieren zu können, ist es wichtig, Hinweise auf Dreidimensionalität und die Größenverhältnisse darzubieten. Wahrnehmung erfolgt:

- selektiv: je nach Bedeutung, Erwartung, Interesse, Befindlichkeit wird nur ein Ausschnitt bewusst aufgenommen
- strukturierend: der Ausschnitt wird, nach den Gestaltgesetzen, zu einer Einheit geformt
- interpretativ: die Einheit wird in einen Zusammenhang gestellt und gewinnt dadurch ihre individuelle und situative Bedeutung (OPPERMANN, 2005)

2.2.3.1 Animation

Animationen, die außerhalb des primären Blickfeldes angeboten werden, ziehen automatisch die Aufmerksamkeit auf sich. Das Betrachten der eigentlich wichtigen Information wird gestört und ein Teil der Aufmerksamkeit wird auf die sich bewegende Animation gelenkt. Auch wenn die Animation sich ständig gleichbleibend bewegt und die Aufmerksamkeit wieder auf die eigentliche Information gerichtet wird, zieht „andauernde Unruhe“ einen Teil der Konzentration auf sich (WIRTH, 2006).

„Never include a permanently moving animation on a web page since it will make it very hard for your users to concentrate on reading the text.“ (NIELSEN, 1995)

2.2.4 Seitengestaltung

Bei der visuellen Gestaltung von Multimediaseiten sind bestimmte Mechanismen und Regeln zu beachten, um eine zuverlässige Lenkung der Aufmerksamkeit des Benutzers auf die dargebotenen Inhalte zu gewährleisten. Um ein ergonomisches Layout zu erhalten ist auf Größe, Kontrast und Helligkeit, Farbe, Position sowie Reihenfolge der dargebotenen Elemente zu achten (WIRTH, 2004).

2.2.4.1 Bildschirmaufteilung

Die Aufteilung einer Seite ist maßgebend bei der Informationsvermittlung. Werden Elemente falsch platziert, kann ihre Bedeutung dem Benutzer verloren gehen. Das Betrachten dargebotener Information und somit die Aufmerksamkeitsverteilung wird besonders durch die Schreibrichtung bestimmt (westlicher Kulturkreis: von links nach

rechts). Die Anordnung der Komponenten auf einer Seite legt fest, wie diese im Einzelnen zueinander in Beziehung stehen (YASS, 2000). Daraus ergibt sich die folgende Beachtung der Information auf einem Bildschirm:

25 %	40%
15 %	20 %

Abb.1: Aufmerksamkeitsverteilung des Bildschirms nach YASS (2000)

Die Bildschirmaufteilung muss für die gesamte Oberfläche konsistent sein. Empfehlenswert ist eine Dreiteilung der Bildschirmseite in einen Kennzeichnungsbereich, einen Arbeits- und Lernbereich sowie einen Steuerungsbereich (TELLENBACH et al., 2003).

Identifikationsbereich
Eingabe- und Ausgabebereich
Steuerungsbereich
Meldunsbereich

Abb. 2: Standardlayout für Bildschirme nach DIN EN ISO 9241 – 12 (1998)

Der Identifikationsbereich benennt die angezeigte Information und den Standort des Benutzers in dem System. Im Eingabe- bzw. Ausgabebereich wird dem Benutzer Information dargeboten oder er kann Information an das System weiterleiten. Der Steuerungsbereich beinhaltet die Steuerungselemente für Interaktion, Befehlseingabe und Befehlsauswahl. Der Meldungsbereich zeigt beispielsweise Fehlermeldungen oder Rückmeldungen an (DIN EN ISO 9241 – 12:1998).

OPPERMANN (2005) weist darauf hin, dass für eine sinnvolle Darstellung von Sachverhalten eine Folge von Kriterien für visuelle Informationen berücksichtigt werden muss. Informationen müssen in ihrem Aufbau konsistent, lesbar, verständlich und von anderen Informationen unterscheidbar sein. Bezüglich des Inhalts empfiehlt OPPERMANN (2005), dass dieser schnell und genau vermittelt werden soll. Als weitere wichtige Kriterien nennt er die Erkennbarkeit und die Kürze von visueller Information.

2.2.4.2 Konsistenz

In der DIN EN ISO 9241-10 (1996) ist die Konsistenz einer Oberfläche (Erwartungskonformität) eines der sieben Gestaltungsgrundsätze für einfach zu benutzende Systeme. Die einheitliche Gestaltung von Seiten ermöglicht den Benutzern, Informationen schneller zu erkennen und sich innerhalb des Systems zurechtzufinden. WEINREICH (2002) empfiehlt besonders auf ein einheitliches Aussehen des Seitenkopfes zu achten, da dieser immer zuerst betrachtet wird. Steuerungselemente sind stets an der gleichen Stelle auf einer Seite zu platzieren, ohne deren Form oder Funktion zu verändern. Schriftart und Farben sollten für alle Seiten beibehalten werden, um ein homogenes Aussehen zu gewährleisten.

Mittels konsistenter Gestaltung der Benutzerschnittstelle kann seitens des Benutzers eine Routine entstehen, die sein Arbeiten erleichtert und wirkungsvoller gestaltet und Fehlervermeidung ermöglicht. Befehle, Funktionen, Informationsanordnungen sowie Begriffsbedeutungen dürfen sich nicht unterscheiden (OPPERMANN, 2005).

2.2.4.3 Farben

Farben haben bei der richtigen Auswahl eine positive Wirkung auf das vegetative Nervensystem und nehmen Einfluss auf:

- Wahrnehmung (leichtere Unterscheidbarkeit)

- Stimmung (Erhöhung der Motivation)
- Ordnung und Orientierung (Informationshilfe, Wegweiser)

Sie haben daher eine wichtige Rolle bei der Gestaltung einer Arbeitsumgebung. Farben vermitteln subjektive Eindrücke wie z.B. Raum-, Temperatur-, Distanz- oder Helligkeitsempfinden (BULLINGER, 1994).

Der Einsatz von Farben soll unter Einhaltung der Farbgesetze, bezogen auf die Aufmerksamkeitslenkung, angewendet werden. Beachtung finden insbesondere:

- farbige Reize
- Farben mit hoher Sättigung / Intensität
- reine Farben
- warme Farben

Eine gute Benutzeroberfläche zeichnet sich dadurch aus, dass sie letztlich auch ohne Farbe funktioniert (WIRTH, 2004).

2.2.4.3.1 Farbmischung

Die Farbdarstellung durch Computermonitoren folgt der additiven Farbmischung, d.h., dass die Primärfarben Rot, Grün, Blau (im Computer RGB) nicht durch Mischung entstehen und zusammen Weiß ergeben. Die Sekundärfarben dagegen entstehen durch das Mischen dieser Primärfarben, z.B. Rot mit Grün gemischt ergibt Gelb (BULLINGER, 1994).

2.2.4.3.2 Farbwahl und Kontraste

In der DIN EN ISO 9241-8 (1997) sind die ergonomischen Mindestanforderungen sowie Empfehlungen für Farben, Text und Grafikanwendungen festgelegt. Die Darstellung von Farbinformationen soll den Benutzer dabei unterstützen, diese besser verarbeiten zu können. Dazu ist es notwendig, dass die Farben leicht zu identifizieren und zu unterscheiden sind. Die Farben Weiß, Schwarz oder Dunkelgrau, im Gegensatz zu hellen oder mittelgrauen Vordergrundfarben, erhalten einen höheren Kontrast vor einem bunten Untergrund. Um ein schnelles Erkennen der dargebotenen Information auf Grundlage der Unterscheidung der Farben zu gewährleisten, sollten nicht mehr als sechs Farben verwendet werden.

Für wichtige Informationen empfiehlt sich die Verwendung „lauter Farben“, für weniger wichtige Informationen sollten zurückhaltende Farben verwendet werden (BULLINGER, 1994). Für eine gute Lesbarkeit muss ein genügend guter Kontrast eingehalten werden. Gute Farbkontraste werden z.B. erzielt bei blauem Hintergrund und weißer Schrift oder gelbem Hintergrund und schwarzer Schrift (SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN, 2004). Farbkontraste geben den dargestellten Informationen „Körperlichkeit“.

Zwei Kontrastphänomene sind von Bedeutung: der Simultankontrast (Kontrast entsteht aus der gegenseitigen Beeinflussung verschiedener Farben) und der Sukzedankontrast (erzeugt als Folgekontrast ein gegenfarbiges Nachbild). Bei der Abstimmung des Hintergrundes auf den Vordergrund sollte die Hintergrundfarbe komplementär zum Vordergrund sein, damit Nachbilderscheinungen vermieden werden. Ist der Hintergrund dunkel, so hebt er einen helleren Vordergrund hervor (BULLINGER, 1994).

2.2.4.4 Text

2.2.4.4.1 Lesbarkeit

Das Leseverhalten der Benutzer an einem Bildschirm ist grundlegend verschieden von der Art und Weise, wie ein Buch gelesen wird. Aus diesem Grund muss sich ein dargebotener Text daran orientieren. Das bedeutet, dass die Sätze einfach und kurz sein sollen. Der Textblock muss strukturiert sein, indem der Text ein klares Muster aufweist. Durch die Verwendung einer serifenlosen Schrift, z.B. Verdana, wird ein schnelles Erkennen der Schriftzeichen garantiert (WEININGER und WEINKAMP, 2004).

Um die Lesbarkeit von Text auf Bildschirmen zu erhöhen, beschreibt NIELSEN (2000) einige zu befolgende Grundregeln. Die Lesbarkeit eines Textes erhöht sich, wenn Text und Hintergrund in stark kontrastierenden Farben gehalten sind. Hintergründe sollen unifarbene sein und keine Hintergrundgrafiken enthalten. Der geschriebene Text ist linksbündig zu formatieren, damit dem Auge ein konstanter Bezugspunkt gegeben wird. Zusätzlich befürwortet NIELSEN (2000), aufgrund der niedrigen Auflösung der Bildschirme die Verwendung einer serifenlosen Schrift, da die Pixelzahl für die Auflösung einer Serifenschrift mit zehn Punkten (10 pt) nicht ausreicht. Die Schriftgröße (= Font) muss demzufolge groß genug sein, damit auch bei eingeschränkter Sehfähigkeit der Text problemlos gelesen werden kann und

sollte nicht kleiner als neun Punkte (9 pt) betragen.

Der SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN (2004) bietet ebenfalls mehrere Regeln, die bei der Gestaltung von Texten für den Bildschirm zu berücksichtigen sind. Die verwendete Schriftart muss für das gesamte Dokument eingehalten werden. Die Lesbarkeit eines Textes wird durch eine Schrift in Grossbuchstaben herabgesetzt, Hervorhebungen sollten daher durch den Schrifttyp, z.B. fett oder kursiv, verdeutlicht werden. Bezüglich der Schriftgröße bei Bildschirmpräsentationen wird, für die Beschriftung von Diagrammen beispielsweise, eine Mindestgröße von acht Punkten (8 pt), für die Normalschrift eine Schriftgröße von elf bis zwölf Punkten (11 – 12 pt) empfohlen.

2.2.4.4.2 Überschrift

Ein weiteres Kriterium, das die Übersichtlichkeit von Bildschirmseiten erhöht und die Aufmerksamkeit auf deren Inhalt lenkt, sind geeignete Überschriften. Jede Seite sollte generell eine Überschrift enthalten, die den Inhalt der Seite kurz wiedergibt (NIELSEN, 2000). Indem keine Phrasen für den Titel verwendet werden und eine Länge von maximal 60 Zeichen eingehalten wird, können Seitentitel und Überschriften innerhalb von Sekunden erfasst werden (DILTHEY, 2005).

2.2.5 Benutzbarkeit

In der internationalen Norm DIN EN ISO 9241 –11 (1998) „Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit – Leitsätze“ wird darauf hingewiesen, dass die Gebrauchstauglichkeit eines Arbeitswerkzeuges, in diesem Fall das Lernprogramm, von dem jeweiligen Nutzungskontext abhängig ist. Der Nutzungskontext setzt sich zusammen aus Benutzern, Arbeitsaufgaben, Hardware und Software sowie physischer und sozialer Umgebung.

Die Benutzerfreundlichkeit beschreibt in welchem Umfang bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend erreicht werden können (KOSCHKE, 2005). Effektivität ist die Genauigkeit und Vollständigkeit, mit der Ziele erreicht werden können, d.h. ob der Benutzer die Aufgaben mit der Software bewältigen kann. Der eingesetzte Aufwand, im Verhältnis zur Genauigkeit und Vollständigkeit, mit dem ein bestimmtes Ziel erreicht wird, ist die Effizienz. Die subjektive positive Einstellung

gegenüber der Nutzung der Software ist die Zufriedenheit (OPPERMANN, 2005).

2.2.5.1 Dialoggestaltung

Die Kommunikation zwischen Benutzer und Computer während seiner Arbeit ist ein Handlungsablauf, für den vom Computer bestimmte Funktionen zur Verfügung gestellt werden. Diese Funktionen müssen sich an den Bedürfnissen des Anwenders orientieren. Das bedeutet, dass Funktionen sichtbar und verständlich dargestellt sein müssen und die Zeitabfolge der Handlungen, der eigentliche Dialog, durch diese Funktionen unterstützt und ermöglicht wird (HELLBARDT, 2005).

In dem Teil zehn der DIN EN ISO 9241 (1996) sind sieben Grundsätze für eine benutzerfreundliche Dialoggestaltung genannt, die erfüllt werden müssen:

- Aufgabenangemessenheit (Benutzer kann seine Aufgaben effektiv und effizient bewältigen)
- Selbstbeschreibungsfähigkeit (jeder einzelne Dialogschritt ist auf Anhieb verständlich)
- Steuerbarkeit (Start, Richtung und Geschwindigkeit des Dialogablaufs sind beeinflussbar)
- Erwartungskonformität (Dialog ist konsistent)
- Fehlertoleranz (auch bei fehlerhafter Eingabe kann das Ziel erreicht werden)
- Individualisierbarkeit (Dialog bzw. Oberfläche kann nach eigenen Bedürfnissen abgeändert werden)
- Lernförderlichkeit (Dialog unterstützt den Benutzer beim Erlernen des Dialogsystems)

In der Norm wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass diese Grundsätze nicht unabhängig voneinander bei der Dialoggestaltung anzuwenden sind. In wie weit die Grundsätze angewendet werden, hängt von dem jeweiligen Anwendungsfall, der Benutzergruppe und der verwendeten Dialogtechnik ab.

Dialogtechniken lassen sich in benutzergeführte und systemgeführte Techniken unterteilen. Eine systemgeführte Dialogtechnik führt den Benutzer mittels Hinweisen zu gewünschten Handlungen hin. Wohingegen bei einer benutzergeführten Dialogtechnik das System nur bereit für Eingaben ist (BULLINGER, 1994).

2.2.5.1.1 Navigation

Die Bewegung innerhalb einer Hypermediastruktur ist die Navigation. Die Entwicklung der Navigation erfolgt in Analogie zur Bewegung durch einen strukturierten Raum, z.B. eine Stadt oder durch einen unstrukturierten Raum, z.B. offenes Land (HAACK, 2002).

Der Begriff der Navigation wird in der Literatur häufig zusammen mit dem Begriff des Browsens benutzt, wobei die Definitionen nicht immer eindeutig voneinander abgegrenzt werden. Browsen beschreibt einen Vorgang, bei dem einem Gedanken gefolgt wird, indem die Verlinkungsmechanismen des Hypertextes genutzt werden und der in seiner Natur explorativ und ungeplant ist. Die Navigation beinhaltet den Gebrauch von grafischen Hilfen wie Browser oder „Landkarten“ und ist die typische Bewegung von Knoten zu Knoten in einem Hypertext-Netz (UNZ, 2000). Die Gestaltung der Navigation ist eine wichtige Aufgabe des Designs hypermedialer Lernumgebungen, da zwischen den Texten viele Verkettungen möglich sind. Die Navigation durch eine Hypertextumgebung ist nicht nur eine Orientierungs- und Interaktionsfunktion, sondern sie ist gleichzeitig eine aktive Form des Lernens und Arbeitens (SCHULMEISTER, 2002). In großen Hypertextsystemen ist nicht immer der Kontext gegeben, innerhalb dessen Informationen eingeordnet werden können. Navigationswerkzeuge ermöglichen einen interaktiven Zugriff auf diese Informationen (HOFMANN und SIMON, 1995). Der Informationszugriff und das Zurechtfinden in einer Hypertext-/Hypermediastruktur hängt von deren allgemeinen Organisationsstruktur ab und wie die Informationsknoten in die lokale Struktur der Datenbasis eingebettet sind. Für ein reflektiertes „Sich-Bewegen“ in einer Hypertext-/Hypermediadatenbasis ist Navigation unverzichtbar“ (TERGAN, 2002).

Bei vorab definierten Pfaden, sogenannte „guided tour“, handelt es sich um fest verknüpfte Informationsknoten in der Datenbasis, wodurch eine bestimmte Reihenfolge der Verarbeitung vorgegeben wird. Neue Anwender können mit einer „guided tour“ mit dem generellen Konzept des Hypertextes vertraut gemacht werden oder es können mehrere verschiedene „guided tours“, je nach den unterschiedlichen Bedürfnissen, angeboten werden (NIELSEN, 1990).

Für die Gestaltung der Navigationsstruktur sind die Richtlinien der DIN EN ISO 14914-2 (2003) heranzuziehen. Die Navigationsstruktur betrifft die übergeordnete Navigation zwischen zusammenhängenden Informationen und der Navigation innerhalb von Informationen. Sie enthält ebenfalls Aussagen über die Arten von

Navigationsstrukturen (Lineare Struktur, Baum- und Netzwerkstruktur) und den jeweiligen Anwendungsbereich.

2.2.5.1.1.1 Desorientierung – Lost in Hyperspace

Das Problem der Desorientierung „Lost in Hyperspace“ wurde 1987 von Conklin bezeichnet. Navigationsprobleme entstehen, wenn Benutzer nicht in der Lage sind, ohne Hilfen eine Vorstellung der Organisationsstruktur der vorliegenden Daten zu kreieren. Die Desorientierung wird zudem verstärkt, wenn die vorhandenen Navigationsmöglichkeiten und ihre Anwendung dem Benutzer nicht bewusst sind. Je komplexer und unstrukturierter die Datenbasis ist, desto mehr Navigationsprobleme treten auf (TERGAN, 2002). Bei komplexer Organisation von Information in einem Netzwerk besteht das Problem, dass die Kenntnis über den momentanen Standpunkt verloren gehen kann und der Weg zu einem anderen Knoten nicht gefunden wird. Der Anwender hat dann das Gefühl „Lost in Hyperspace“ zu sein (UNZ, 2000; SCHULMEISTER, 2002). Je mehr Wahlmöglichkeiten bestehen in welche Richtung eine Bewegung erfolgen kann, desto größer ist die Gefahr der Desorientierung oder Verwirrung. Der momentane Standpunkt oder die Herkunft in einem Netzwerk kann dann nicht mehr bestimmt werden (HAACK, 2002).

Innerhalb multimedialer Anwendungen muss ein Orientierungsverlust mit Hilfe von gestalterischen Maßnahmen verhindert werden. Als solche Maßnahmen führt KERRES (2001) inhaltliche Orientierungselemente auf, sogenannte *advance organiser*, die vor dem eigentlichen Lehrtext dessen wichtigste Konzepte erwähnen sollen. Sie bieten die Möglichkeit einer schnellen Erfassung des folgenden Kapitels, wecken Interesse und aktivieren bereits die wesentlichen Konzepte im Gedächtnis, worauf der folgende Text besser aufgenommen werden kann. Als eines der wichtigsten Hilfsmittel zur erfolgreichen Navigation und Zurechtfinden nennt NIELSEN (1990) den Backtrack-Button, mit dessen Hilfe immer auf den zuletzt besuchten Knoten zurückgegriffen werden kann. Andere Möglichkeiten zur besseren Navigation sind Legenden über die bereits besuchten Knoten oder Lesezeichen, die vom Anwender gesetzt werden können. Ebenfalls beitragend zu einer besseren Orientierung sind Übersichtsdiagramme, die eine unterschiedliche Detailgenauigkeit aufweisen, wie beispielsweise die „Fisheye View“, bei der die gesamte Information über den „Raum“ in einem Übersichtsdiagramm gezeigt wird, jedoch mit unterschiedlicher Detailgenauigkeit in den einzelnen Abschnitten. Die Hervorhebung

bestimmter Knoten im Sinne von „Landmarken“ ist eine weitere Möglichkeit die Navigation zu erleichtern. Diese Knoten sind immer zugänglich und leicht zu erkennen (NIELSEN, 1990)

2.2.5.1.2 Menü

Ein Menü innerhalb eines Softwaresystems ist die wahrnehmbare Darstellung von Angaben, aus denen eine Auswahl getroffen werden kann. Die graphische Ausprägung dieser Interaktionstechnik kann sehr vielfältig erfolgen (OBERQUELLE, 1994). Die Architektur bzw. das Visualisieren von Menüs kann auf verschiedene Arten geschehen. In der Literatur werden hierarchische und netzartige Menüs sowie Menüfolgen beschrieben, die alle gemeinsam haben, dass eine beschränkte Anzahl von Elementen einzeln angegeben wird (ZEIDLER und ZELLNER, 1992; OBERQUELLE, 1994).

Bei der Visualisierung muss der Umfang eines Menüs begrenzt werden, da der zur Verfügung stehende Platz hierfür auf einem Bildschirm begrenzt ist, d.h. dass zwischen Platzverbrauch, der möglichst minimal sein soll und maximaler Anzahl gleichzeitig sichtbarer Alternativen ein Kompromiss gefunden werden muss. Der Benutzer muss erkennen können, dass nur ein Ausschnitt sichtbar ist und wie er den Rest sichtbar machen kann. Die Platzierung des Menüs soll einer einheitlichen Platzierungsstrategie folgen, um die Wahrnehmung und Handhabung zu unterstützen. Bei der Menügestaltung muss ebenfalls der Zeitraum, innerhalb dessen ein Menü sichtbar ist, festgelegt werden. Während dauerhaft wählbare Optionen stets sichtbar sein sollten, werden aktuell verfügbare Optionen nur so lange angeboten, bis die entsprechende Auswahl getroffen wurde. Die Realisierung der zeitlichen Präsentation erfolgt mittels Pull-down Menüs (Option sichtbar für die Zeit, in der eine Taste des Zeigeelements gedrückt wird), Pop-up Menüs (dynamisches Erscheinen nach Aktivieren einer speziellen Menü-Darstellungstaste, verschwinden nach getroffener Auswahl) bzw. Pin-down Menüs (dauerhaftes Erscheinen nach „Anpinnen“ der Option) (OBERQUELLE, 1994).

Für die sprachliche Gestaltung eines Menüs fasst WIRTH (2004) mehrere zu beachtende Kriterien zusammen. Die verwendete Sprache soll eindeutig (Inhalt sofort erkenntlich), erwartungstreu (erreichen der angebotenen Option), konkret und überschneidungsfrei (Option klar von anderen unterscheidbar) sein. Zusätzlich fordert er eine handlungsbezogene, vertraute (Verwendung von Standards für

Bezeichnungen) und nutzerorientierte Sprache (verständlich für Zielgruppe).

2.2.5.1.3 Dialogbausteine: Piktogramme

Dialogbausteine sind vordefinierte Interaktionselemente innerhalb grafischer Benutzerschnittstellen. Einfache Bausteine repräsentieren einfache Bedienelemente, deren Aussehen und Verhalten festgelegt ist. Sie werden dem Benutzer für häufig benötigte Arbeitsabläufe und Handlungsziele zur Verfügung gestellt und tragen zur Verbesserung des Designs einer Schnittstelle bei (BURMESTER et al., 1997).

Bildschirmtasten, sog. „Buttons“, sind sensitive Flächen auf dem Bildschirm, die der Benutzer aktivieren kann. Innerhalb dieser Bildschirmtasten kann zwischen einer grafischen Darstellung der Taste und Piktogrammen unterschieden werden (BULLINGER, 1994). Um Piktogramme besser von anderen Elementen der Bildschirmoberfläche differenzieren zu können, kann für diese eine andere Hintergrundfarbe gewählt werden. Die Platzierung der Piktogramme ist immer an derselben Stelle einer Bildschirmseite vorzunehmen, wodurch die Komplexität der Seiten herabgesetzt wird (WANDMACHER, 1993).

2.2.6 Performanz

Ein wichtiger Bestandteil der Benutzbarkeit multimedialer Systeme ist die Performanz – Antwortzeit. In Tests wurde ermittelt, dass eine Antwortzeit von max. zwei Sekunden von den Benutzern toleriert wird, ohne dass diese den Sinn eines Systems als Hilfsmittel in Frage stellen. Im Allgemeinen wird eine Antwortzeit von zwei bis vier Sekunden bereits als Behinderung der Arbeit empfunden (WEINREICH, 2002).

Häufige Ursache für verlängerte Antwortzeiten sind zu große Bilddateien oder zu viele Bilder auf einer Seite. Um die Größe der Bilddateien so gering wie möglich zu halten, stehen zwei Bildformate (JPEG und GIF) zur Komprimierung der Grafiken zur Verfügung. Die Komprimierung erfolgt bei dem GIF-Bildformat über eine Reduktion der Farben. Im JPEG-Bildformat kann die Kompressionsrate manuell eingestellt werden. Neben der Komprimierung spielt das Bildformat (Höhe und Breite) bezüglich der Größe der Datei eine Rolle und sollte so klein wie möglich gewählt werden (BRÄUTIGAM, 1999).

Wird eine Grafik, z.B. wiederkehrende Icons oder Logos, auf mehreren Seiten

verwendet, so muss diese nur einmal abgespeichert werden. Um eine schnelle Performanz garantieren zu können, sollte nach Möglichkeit auf Java Applets verzichtet werden, da diese große Dateien sind und zudem erst nach der vollständigen Übertragung ausgeführt werden (WEINREICH, 2002).

2.3 Computerbasierte Lernangebote

2.3.1 Allgemeines

Durch ein immer größer werdendes und ständig wachsendes Angebot an Informationen zu den verschiedensten Fachbereichen werden die Ansprüche an den Wissenserwerb immer größer. Komplexe Sachverhalte und ihre ständige Veränderung müssen erfasst werden können. Hierfür ist es notwendig, dass auf diese Informationen, als Ressourcen für die Erweiterung eigenen Wissens, zu beliebigen Zeitpunkten selbstgesteuert zugegriffen werden kann (TERGAN, 2003).

Neue digitale Technologien erlauben es, die Arten des Wissenserwerbs zu erweitern und neue Interaktions- und Kommunikationsformen zu fördern (ISSING und KLIMSA, 2002). Mit Anwendung dieser neuen Technologien zum Wissenserwerb besteht die Möglichkeit, die verschiedenen Methoden zur Wissensvermittlung aus dem traditionellen Lehr-Lern-Kontext zu übernehmen, aber auch neue einzuführen. Durch diesen Ansatz werden an die Didaktik neue Herausforderungen gestellt, dahingehend, diese neuen und alten Methoden in ein sinniges Gesamtkonzept zu integrieren (BURSIAN et al., 2000).

Mit Hilfe von multimedialen Präsentationstechniken werden in die Lernumgebung authentische Probleme und Situationen eingebettet, die einen hohen Anwendungsbezug garantieren. Es besteht die Möglichkeit, Inhalte in verschiedenen Kontexten zu präsentieren. Unterschiedliche Betrachtungsweisen aus verschiedenen Blickwinkeln werden ermöglicht und sichern somit eine große Flexibilität bei der Anwendung des Gelernten (MANDL und REINMANN-ROTHMEIER, 1997).

2.3.2 Medien

Medien werden traditionell, nach dem jeweiligen Sinn den sie ansprechen, unterschieden in „visuelle Medien“, „auditive Medien“ und „audiovisuelle Medien“. In neuerer Zeit werden Medien in die drei Symbolsysteme Sprache, Zahlen und Bilder eingeteilt, wobei jedes Symbolsystem spezielle Anforderungen stellt und die Klassifikation der Medien wesentlich differenzierter ist, als bei der Einteilung nach Ansprechen des Sinneskanals. Das Medium wird über einen materialen

(übertragende technische Ausstattung) und einen symbolischen (Merkmale des vermittelnden Symbolsystems) Aspekt definiert (WEIDENMANN, 1991).

2.3.2.1 Information durch Text

Innerhalb multimedialer Lernangebote gibt es unterschiedliche Formen der Informationsdarstellung. Dazu gehört neben Bild und Video, die weiter unten vorgestellt werden, der Text.

Für den Zweck der Informationspräsentation gibt es visuelle oder auditive Texte, bei denen jeweils die Sprache als Code verwendet wird. Diese beiden Formen von Text unterscheiden sich bezüglich ihrer Stabilität der Informationsdarbietung. Auditive Texte (Vortrag von Text durch einen Sprecher aus dem Off) sind flüchtige Informationsanbieter. Zeichenträger sind akustische Schallwellen, die zeitlich nur begrenzt zur Verfügung stehen. Informationsaufnahme und –verarbeitung erfolgen hier zeitlich fremdgesteuert und machen eine kontinuierliche Aufmerksamkeitszuwendung erforderlich. Die Geschwindigkeit der Informationsweitergabe wird vom System und nicht vom Lerner bestimmt. (PAECHTER, 1997; SCHNOTZ, 2002). Aufgrund ihrer permanenten Verfügbarkeit besitzen visuelle Texte eine zeitliche Stabilität der Informationsdarbietung. Das Tempo der Informationsweitergabe wird vom Anwender selbstbestimmt (PAECHTER, 1997). Die Informationsverarbeitung eines schriftlichen Textes ist zeitlich selbst gesteuert, da der Leser bei Bedarf zu bestimmten Textstellen zurückkehren kann. Bei der Gestaltung von Texten ist zu beachten, dass sich nur eine begrenzte Informationsmenge im Zentrum der Aufmerksamkeit befinden sollte. Zu jedem Zeitpunkt muss erkenntlich sein, mit welchem Thema der Text sich befasst, um im Falle eines Themenwechsels diesem folgen zu können. Als Steuerungselemente werden hierfür Topic (Angabe, worüber etwas ausgesagt wird) und Comment (Angabe, was darüber ausgesagt wird) verwendet (SCHNOTZ, 2002).

Visuelle Texte sollten insgesamt kürzer verfasst sein und in einer festen, relativ schmalen Spalte dargeboten werden, damit sie vom Auge besser fixiert werden können. Der Text sollte von der Länge derart konzipiert sein, dass kein „Scrollen“ notwendig wird, wenn der Text länger ist als die eigentliche Bildschirmfläche es zulässt. Werden Texte auditiv präsentiert, was den Vorteil hat, dass zur selben Zeit Grafiken, Bilder oder Videos präsentiert werden können, sollte dies von einem professionellen Sprecher geschehen (KERRES, 2001).

2.3.2.2 Information durch Bilder

Bilder sind im alltäglichen Leben ein zentrales Medium zur Verständigung und zum Lernen. Einerseits werden durch den Bildinhalt Lernprozesse vermittelt, zum anderen werden durch den Umgang mit dem Medium Bild Kompetenzen vermittelt. Im alltäglichen Leben findet eine fortlaufende Verständigung durch Bilder statt, welche einerseits die Wirklichkeit repräsentieren und andererseits konstruieren (BOHNSACK, 2003). Bilder können eine textergänzende Rolle im Lernprozess spielen, sollten aber auch als selbständige Informationsquelle gesehen werden (PEECK, 1994).

Die Verarbeitung von Bildern geschieht Mittels prä-attentiver und attentiver Prozesse. Prä-attentive Prozesse sind unmittelbare Bildinterpretationen, die automatisch innerhalb von Sekunden und ohne Einfluss des Bewusstseins ablaufen. Attentive Prozesse dauern länger. Das Bewusstsein nimmt Einfluss darauf und ein größerer „mentaler Aufwand“ ist nötig. Das Verstehen von Bildern verläuft über zwei qualitativ unterschiedliche Modi. Das „natürliche Bildverstehen“ beschränkt sich auf das Erkennen des Dargestellten. Auf einer zweidimensionalen Abbildung wird ein Objekt oder eine Szene „erkannt“. Das indikatorische Bildverstehen als zweiter Verstehensmodus geht über das Erkennen des Dargestellten hinaus. Das in einem Bild visualisierte Argument wird erfasst, Bildmerkmale werden als Anzeiger von Argumenten interpretiert und es erfolgt eine Auswertung der dargebotenen Information (WEIDENMANN, 1994).

Für eine erfolgreiche Nutzung muss der „Bildproduzent“ Wissen über den darzustellenden Gegenstandsbereich besitzen. Der Lerner dagegen muss das Bild zutreffend verarbeiten können (WEIDENMANN, 1991).

WEIDENMANN (1991) beschreibt vier Wirkungsweisen von Bildern. Die **Aktivierungsfunktion**, bei der bereits vorhandene Wissensstrukturen aktiviert werden und nichts neues über das abgebildete Objekt erfahren wird. Die **Konstruktionsfunktion**, bei der ein Prozess in Phasen bildlich dargestellt und für den Betrachter durchschaubar wird. Die **Fokussfunktion**, bei der auf einen Teilbereich innerhalb einer bereits bestehenden Wissensstruktur hingewiesen wird. Bei der **Ersatzfunktion** werden Bilder dort eingesetzt, wo kein brauchbares Vorwissen vorausgesetzt werden kann.

Um das Verstehen von Bildern garantieren zu können, müssen verschiedene didaktische Maßnahmen ergriffen werden, damit der Lerner ein Bild umfassend

wahrnimmt, die enthaltene verschlüsselte Nachricht erkennt und das Erfasste und Verstandene für seinen Lernprozess nutzt. Der Detailüberschuss, den Bilder besitzen und der es dem Betrachter z.T. erschwert das Wesentliche vom Unwesentlichen zu unterscheiden, kann durch Eingriffe in das Bild, z.B. farbliche Hervorhebungen, Ausschnittsvergrößerungen, Einrahmungen vermindert werden (WEIDENMANN, 1991).

2.3.2.2.1 Informierende Bilder

Informierende Bilder treffen Aussagen zu bestimmten Inhalten. Mit ihnen kann Wissen und Können erworben werden. Die Erfassung der in den Bildern enthaltenen Information wird durch zusätzliche verbale Ergänzungen (Bildlegenden, Bildbeschriftungen) unterstützt. Die darzustellende Information ist in den informierenden Bildern codiert. Eine Sortierung der verschiedenen anwendbaren Informationscodierungen ist mittels der Unterscheidung in *Darstellungscodes* und *Steuerungscodes* möglich. Darstellungscodes sollen die Argumente klar und deutlich visualisieren, in Abhängigkeit davon, ob der darzustellende Inhalt in der Realität beobachtbar ist oder nicht. Die Simulation einer realen Wahrnehmung erfolgt mit Abbildern. Es sollen die Informationen geliefert werden, die vom Betrachter benötigt werden, um mittels der Bildvorlage eine realistische Wahrnehmung generieren zu können. Logische Bilder hingegen werden verwendet, um Inhalte darzustellen, die außerhalb der realen Wahrnehmung liegen. Sie dienen zur Visualisierung abstrakter Strukturen, Relationen, Mengen und Abläufe. Die Verwendung von Farben und Bewegungen vermitteln dem Bildbetrachter noch zusätzliche Informationen. Beschreibende Darstellungscodes stellen Farben und Schattierungen realistisch dar, beschreiben reale Objekte von einem Blickpunkt aus und die Größenverhältnisse entsprechen denen in der Realität. Analytische Darstellungscodes der logischen Bilder zeigen Objekte stellvertretend für abstrakte Konzepte (WEIDENMANN, 1994). Die Lenkung der Bildverarbeitung erfolgt mit Hilfe der Sprache in Form von Bildlegenden, -überschriften, -beschriftungen, -kommentierungen. Es muss zwischen expliziten und impliziten Steuerungscodes differenziert werden. Explizite Steuerungscodes sind spezielle Zeichen, hergenommen zur Verdeutlichung der eigentlichen Darstellung, z.B. Pfeile, farbige Hervorhebungen, Ausschnittsvergrößerungen etc. Implizite Steuerungscodes sind absichtliche Abweichungen vom Darstellungscodes und es werden keine Zeichen verwendet. (WEIDENMANN, 1994).

2.3.2.2.2 Darstellende Bilder

Darstellende Bilder sind einfache Zeichnungen oder Fotografien mit dem Ziel, Dinge zu zeigen, wie sie aussehen. Die von Bildern erfüllten Funktionen lassen sich in zwei Kategorien unterteilen: affektive/motivationale Funktionen und kognitive Funktionen.

2.3.2.2.2.1 Motivation durch Bilder

Bilder besitzen die Fähigkeit, Interesse zu wecken und Emotionen hervorzurufen, woraus sich eine Belebung des Lernens ergibt. Interessant gestaltete Bilder regen zum Lesen an. Sie können die Aufmerksamkeit auf die dazugehörigen Texte lenken und verlängern somit die Zeit, in der sich der Leser mit dem Text beschäftigt. Eine weitere Eigenschaft von Bildern ist ihre Fähigkeit, Aufmerksamkeit auf bestimmte Textstellen zu richten, die wiederum für das Verstehen des Bildes von Bedeutung sind (PEECK, 1994).

2.3.2.2.2.2 Kognition mit Bildern

Bilder erfüllen verschiedene Funktionen, die die Art und Weise bestimmen, wie die dargebotene Information gelernt und behalten wird. Insgesamt werden drei Funktionen beschrieben. Bilder haben eine darstellende Funktion, v.a. wenn sie in einem Text verwendet werden, um Informationen genauer darzustellen oder bestimmte Bereiche (z.B. Personen, Objekte, Handlungen oder Ereignisse) des Textes zu visualisieren. Bilder enthalten Zusatzinformationen, die nicht im Text enthalten sind und dienen daher häufig dazu, das Lesen zu erleichtern und Information zu veranschaulichen. Als zweite Funktion ist die interpretierende Funktion der Bilder aufzuführen. Ein Bild macht einen schwer verständlichen Text leichter und aktiviert bereits vorhandenes Wissen, indem neue Information in Beziehung zu bereits Bekanntem gesetzt wird. Bilder besitzen eine organisierende Funktion, die es ermöglicht, Zusammenhänge von Textinhalten zu verbessern und herzustellen. Im Text beschriebene Zusammenhänge werden veranschaulicht und mit Hilfe des Bildes erklärt. (PEECK, 1994)

2.3.2.2.3 Bildgestaltung

Die Bildgestaltung ist ein wesentliches Kriterium dafür, wie Bilder für den Zweck des Lernens geeignet sind. Die Wirkungen der verschiedenen Bildgestaltungen ist mitunter von der verfügbaren Lernzeit abhängig. Je kürzer die Lernzeit (z.B.

Präsentation des Bildes in einer Bildfolge als Video), desto einfacher muss das Bild in seinem Aufbau sein, um den gewünschten Lernerfolg zu erreichen. Kann die Betrachtungszeit selbst gewählt werden, sind detailgetreue und realistische Bilder am effektivsten. Werden zur Bildgestaltung Farben verwendet, so haben diese einen Einfluss auf die Wirksamkeit des Bildes. Farben können die Komplexität eines Bildes erhöhen, es realistischer machen und können die Aufmerksamkeit des Betrachters auf bestimmte Details lenken. Die Größe eines Bildes richtet sich ebenfalls nach der Betrachtungszeit. Ist die vorgegebene Zeit zum Betrachten eines Bildes begrenzt, dann muss das Bild groß genug sein, damit der Betrachter alle relevanten Bildmerkmale erkennen kann. Ein weiterer Bestandteil einer sinnvollen Bildgestaltung, ist die Platzierung von Bildern im Bezug zu dem dazugehörigen Text. Wird ein Bild vor der dazugehörigen Textpassage gezeigt, kann es Vorwissen aktivieren. Eine Platzierung des Bildes am Ende einer Textpassage, regt zu einer gedanklichen Wiederholung des Textes an (PEECK, 1994).

Bei der Gestaltung von Bildern und Diagrammen ist es wichtig, einer nur oberflächlichen Verarbeitung entgegen zu wirken. Die Wahrnehmung von Bildern folgt im Allgemeinen den Gestaltgesetzen:

- **Gesetz der Nähe:** räumlich nahe beieinander liegende Komponenten werden eher zusammengefasst als weiter auseinander liegende
- **Gesetz der Ähnlichkeit:** Komponenten mit ähnlichen visuellen Merkmalen werden eher zusammengefasst als die mit unterschiedlichen Merkmalen
- **Gesetz der Geschlossenheit / der guten Gestalt:** Organisation der visuellen Information auf möglichst einfache Weise, somit Entstehen von prägnanten Formen
- **Gesetz der guten Fortsetzung:** mehrere sich schneidende Linien bleiben durch die implizite Annahme, dass die Linien an den Schnittstellen kontinuierlich verlaufen, voneinander unterscheidbar
- **Gesetz des gemeinsamen Schicksals:** mehrere Linien gleicher Form werden zu einer Einheit zusammengefasst (SCHNOTZ, 2002)

2.3.2.2.4 Video

Die Verwendung von Video in Multimediaanwendungen ist eine wichtige Gestaltungsmöglichkeit, da bestimmte Sachverhalte, z.B. Bewegungsabläufe oder Simulationen, mit Standbildern nicht ausreichend dargestellt werden können (WEIDENMANN, 2002). Mit Hilfe von Filmen werden komplexe Vorgänge anschaulich dargestellt. Innerhalb kürzester Zeit kann eine große Menge an Information vermittelt werden. Komplizierte Zusammenhänge müssen nicht mehr in längeren Texten erklärt werden. Filme kommen der Wirklichkeit, aufgrund ihrer differenzierten Ausdrucksmöglichkeit, sehr nahe. Sachverhalte und Vorgänge, die nicht unmittelbar beobachtbar sind, können in Filmen verdeutlicht werden. Ein Film kann die Wirklichkeit vertreten und sie gleichzeitig interpretierend darstellen. Problematisch bei Filmen ist die in ihnen enthaltene Menge an irrelevanter Information (z.B. Hintergrundgeräusche, Hintergrundfarben etc.), die von der eigentlichen Information ablenken kann. Dennoch besitzt die irrelevante Information eine Bedeutung für den Film, da sie Realitätsnähe erzeugt und Emotionen anspricht. Eine andere Problematik des Filmes ist die festgelegte Abfolge der Informationen, an die sich der Lerner anpassen muss. Das kann bei längeren Filmen Aufmerksamkeits- und Verständnislücken entstehen lassen. Bevor ein Film in den Lernprozess integriert wird, muss beurteilt werden, ob die Zielsetzung des Filmes mit der des betreffenden Lernabschnittes übereinstimmt, falsche Lernziele unbeabsichtigt gefördert werden, die Darstellungsform verständlich ist und das Wesentliche hervorgehoben wird (KITTELBERGER und FREISLEBEN, 1994).

In KERRES (2001) werden vier Varianten beschrieben, wie Filme in ein interaktives Medium integriert werden können. Filme können als AV-Clip, von ca. 15 Sek. Dauer, ohne die Möglichkeit einer Interaktion, eingespielt werden. Des Weiteren kann ein Video kann als linearer Strang von 10 Sek. bis zu einer Minute, mit beschränkter Interaktion auf die zeitliche Ablaufsteuerung wie Stop, Weiter, Zurück oder Vorwärts, angeboten werden. Die dritte Variante ist eine in sich geschlossene Videosequenz, bei der das Video als Strang präsentiert wird. Der Videostrang kann in mehrere Abschnitte eingeteilt sein, die wiederum interaktiv abgerufen werden können. Verzweigende Videos, im Sinne einer assoziativen Verknüpfung, haben eine mittlere bis lange Einspielung. Der Lerner kann inhaltlich in die Wiedergabe eingreifen. Die virtuelle Realität, als letzte Möglichkeit ein Video in ein interaktives Medium zu integrieren, ist die Variante, die die weitreichendste Interaktion zulässt. Das AV-

Material wird in Abhängigkeit von Benutzereingaben generiert, die Bildinformation wird vom Rechner erzeugt, als Folge der Benutzereingabe (WEIDENMANN, 2002). Bewegte Bilder bringen das Risiko des „Overload“ mit sich, wodurch sie durch den Betrachter nicht ausreichend verarbeitet werden. Diesem Risiko kann durch Wiederholungen und Standbildverlängerungen, strukturierende Schrifteinblendungen, kongruente und synchrone auditive Kommentierung, sowie einer generellen Beschränkung der Anzahl der Bewegtbilder auf ein Mindestmass entgegen gewirkt werden (WEIDENMANN, 2002).

2.3.3 Hypertext

NIELSEN (1995) sieht im nichtsequentiellen Aufbau von Hypertext das Hauptunterscheidungsmerkmal zu herkömmlichen Texten, z.B. zu einem Buch. Traditionelle Texte sind sequentiell. Eine einzelne lineare Sequenz definiert die Reihenfolge, in der das Buch gelesen werden muss. Hypertext im Gegensatz ist nichtsequentiell. Die Reihenfolge, in der der Text gelesen werden soll, ist nicht definiert.

Die Grundstruktur eines Hypertextes besteht aus Knoten (den Informationseinheiten) und Links (Verweise zu den Knoten, die diese in Beziehung setzen). Die Anzahl der Links ist nicht festgesetzt, wird aber durch den Inhalt jeden Knotens bestimmt. Daraus ergibt sich, dass manche Knoten mit vielen anderen „verlinkt“ sind, andere dagegen nur die Destination von Links darstellen. Die gesamte Hypertextstruktur bildet ein Netzwerk aus Knoten und Links. Ein Link verbindet i.d.R. zwei Knoten: Ausgangsknoten ist der „anchor node“ und Zielknoten ist der „destination node“. Der Ausgangspunkt eines Links ist im Regelfall ein spezieller Ort im Ausgangsknoten. Innerhalb des Ankunfts-knotens wird kein spezieller Ort angewählt, sondern der gesamte Knoten dient als Ziel. Der Link geht von einem Wort innerhalb des „anchor node“ aus. Ankunft ist jedoch nicht wiederum ein einzelnes Wort, sondern der gesamte „destination node“ (NIELSEN, 1995).

HOFMAN und SIMON (1995) definieren Hypertext über seine Struktur, seine Operationen, das Medium und mögliche Interaktionen. Die Struktur von Hypertext entspricht einem Netzwerk aus Knoten, mit enthaltener Information. Der Aspekt der Operation bezieht sich auf das Anlegen des Hypertextes durch Autoren und das Lesen durch den Anwender: beide Tätigkeiten sind nicht-sequentiell (vgl. NIELSEN,

1995). Als sinnvolles Medium für Hypertext kommt nur der Computer in Frage. Auf die in Hypertexten enthaltene Information kann interaktiv über eine Benutzeroberfläche zugegriffen werden.

2.3.4 Multimedia

Multimedia wird oftmals nur als die Kombination verschiedener Medien miteinander beschrieben: Kombination von Text und Ton, von Text und Bild oder von Text, Bild und Ton (SCHULMEISTER, 2002). In der Alltagssprache werden Medien als all das zusammengefasst, was Information kommuniziert, so z.B. die Informations- und Kommunikationstechnologie, aber auch die damit verbundenen Darstellungsweisen. Eine technische Ansicht für Multimedia beschreibt diese als eine Kombination zeitabhängiger (kontinuierlicher) und zeitunabhängiger (diskreter) Medien (KERRES, 2002). KLIMSA (2002) definiert Multimedia als eine Vielzahl von Hardware- und Softwaretechnologien für die Integration von digitalen Medien, z.B. Text, Pixelbilder, Grafik, Video oder Ton. Diese Aussage repräsentiert den Medienaspekt von Multimedia. Daneben sind aber auch Interaktivität, Multitasking und Parallelität (parallele Medienpräsentation) von Bedeutung. Ebenfalls wichtig für die Eingrenzung von Multimedia ist der Aspekt der Anwendung. Nicht jede Kombination von verschiedenen Medien kann als Multimedia bezeichnet werden, sondern erst die Anwendung der multimedialen Technik konkretisiert den Begriff.

In SCHNOTZ (2001) werden drei Aspekte der Multimedia einzeln betrachtet und mit ihnen der Begriff definiert. Multimedia unter **semiotischem Aspekt** bedeutet, dass zur Informations- bzw. Wissensvermittlung unterschiedliche Zeichensysteme verwendet werden (Fotografien, Bilder, Zeichnungen, Diagramme), in denen die Information jeweils unterschiedlich encodiert ist. Unter **technischem Aspekt** bedeutet Multimedia, dass zur Informationsweitergabe mit Hilfe von Zeichen unterschiedliche Zeichenträger (technische Systeme z.B. Computer, CD, AV-Geräte) verwendet werden. Unter **sensorischem Aspekt** bedeutet Multimedia, dass zur Wissensvermittlung verschiedene Sinne (v.a. visuelle und auditive) angesprochen werden.

SCHULMEISTER (2002) kritisiert, dass die aufgeführten Definitionsansätze verschiedene Kategorien zur Klassifikation von Multimedia benutzen und nennt

folgende Kriterien, die sich aufgrund der Kritik an diesen verschiedenen Definitionsansätzen herauskristallisieren:

1. Daten verschiedener Medien treten integriert auf
2. Daten werden vom Rechner bearbeitet und manipuliert
3. Multimedia ist ein multisensorischer Eindruck, eine multiple Repräsentation von interpretierbaren Informationen
4. Möglichkeit der Interaktion des Benutzers mit der Software
5. Die präsentierten Informationen sind symbolische Ausdrucksformen. Wissen wird erst durch eigene kognitive Vorgänge generiert

WEIDENMANN (1997) ordnet Multimedia drei Dimensionen zu:

	Mono-...	Multi-...
Medium	<u>Monomedial:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Buch • Videoanlage • PC und Bildschirm 	<u>Multimedial:</u> <ul style="list-style-type: none"> • PC+CD-Rom-Player • PC+Videorecorder
Codierung	<u>Monocodal:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Nur Text • Nur Bilder • Nur Zahlen 	<u>Multicodal:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Text mit Bildern • Graphik mit Beschriftung
Sinnesmodalität	<u>Monomodal:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Nur visuell (Text, Bilder) • Nur auditiv (Rede, Musik) 	<u>Multimodal:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Audiovisuell (Video, CBT-Programm mit Ton)

Tab. 1: Dimensionen von Multimedia nach WEIDENMANN (1997)

Multimedia Anwendungen können in vielen Situationen die Lern- und Gedächtnisprozesse unterstützen. Wichtig ist, wie die Kombination von Text, Bild und Ton sein muss, damit das Lernen unterstützt wird und inwieweit wirklich mit neuen Medien stärker selbstgesteuert und eigenverantwortlich gelernt wird. Der Lernprozess ist generell besser, wenn Text und dazugehörige Bilder gemeinsam präsentiert werden (multimedia principle) oder wenn Text und Bild räumlich nahe beieinander geliefert werden (contiguity principles) (FISCHER und MANDL, 2000). Es stellt sich folglich nicht mehr die Frage, welches Medium für bestimmte Lehr-Lern-Prozesse am besten geeignet ist, sondern wie der Inhalt und die zu vermittelnde Information dargestellt wird und die dafür verwendeten Formen der

Informationsdarbietung (SCHNOTZ, 2001). Nicht die Merkmale eines Mediums, sondern nur die kommunikativen Zusammenhänge, in denen das Medium verwendet wird, sagen etwas über seine didaktische Qualität aus (KERRES, 2001).

2.3.4.1 Mentale Modelle

In der modernen kognitiven Psychologie wird davon ausgegangen, dass komplexes Wissen in Form von mentalen Modellen gespeichert wird. Beispielsweise werden Funktionen und Vorstellungen eines Gerätes, Zustandes oder Organs aufgebaut und gespeichert. Das mentale Modell beschreibt dann den kognitiven Mechanismus zur Repräsentation eines Systems, welches aufgebaut wird, sobald mit diesem oder über dieses System gelernt wird. In mentalen Modellen werden Teile (Struktur und dynamische Verknüpfung) eines System kognitiv repräsentiert. Ein gut ausgearbeitetes und verfeinertes mentales Modell ermöglicht es, dass Vorhersagen über die Auswirkungen von Veränderungen in Teilen des Systems auf andere Bereiche des Systems getroffen werden können. Es repräsentiert ein Arbeitsmodell und ermöglicht simulative Abläufe des Systems vor dem inneren Auge (WEIDENMANN, 1994). Texte, Bilder und Diagramme tragen auf unterschiedliche Weise zum Aufbau multipler mentaler Repräsentationen bei und können dabei einander unterstützen. Mentale Modelle werden durch das Lesen/Verstehen von Texten und das Betrachten/Verstehen von Bildern aufgebaut. Durch das Lesen eines Textes wird die Textoberflächenstruktur mental repräsentiert. Basierend auf dieser Grundlage wird eine propositionale Repräsentation des Inhaltes konstruiert und anhand dessen ein mentales Modell des beschriebenen Sachverhaltes erstellt. Beim Betrachten eines Bildes wird eine visuelle mentale Repräsentation des Bildes aufgebaut und durch eine Verarbeitung des Inhaltes ein mentales Modell konstruiert. Einer sprachlichen Beschreibung (externe deskriptionale Repräsentation) folgt demnach eine interne deskriptionale und depiktionale Repräsentation. Umgekehrt folgt einem Bild (externe depiktionale Repräsentation) eine interne deskriptionale und depiktionale Repräsentation (SCHNOTZ, 2002).

Wenn ein konkretes Lernziel besteht, sollte in einem ersten Schritt das erwünschte mentale Modell bestimmt werden. Anschließend muss die Frage gestellt werden, welche medialen Angebote bei der Konstruktion welcher Elemente des mentalen Modells benutzt werden können. Text und Grafik tragen auf unterschiedliche Weise zur Konstruktion eines mentalen Modells bei. Texte führen zur Konstruktion einer

propositionalen Repräsentation, die es dann ermöglicht, ein entsprechendes mentales Modell zu konstruieren. Grafiken ermöglichen eine relativ direkte Konstruktion eines mentalen Modells (WEIDENMANN, 2002).

2.3.4.2 Doppelkodierung – Dual Coding

Das Modell der doppelten Kodierung – Dual Coding – ist von Paivio 1986 entwickelt worden und versucht Kognition (miteinbezogen das Verstehen und Speichern von Text) in Form von zwei getrennten, aber stückweise miteinander verbundenen Systemen zu erklären. Die Theorie der Doppelkodierung geht davon aus, dass Information, die in zwei verschiedenen Codes gespeichert wird, besser verstanden und erinnert werden kann, als nur in einem Code gespeicherte Information (SADOSKI et al., 1993).

Ein System ist spezialisiert auf verbal kodierte Information (Sprache), das andere auf bildhaft kodierte Information (Repräsentation und Verarbeitung von Wissen über Objekte und Ereignisse). Beide Systeme können unabhängig voneinander angesprochen werden, sind aber miteinander verbunden, was eine Doppelkodierung der Information ermöglicht (SADOSKI et al., 1993; WEIDENMANN, 1997; SAAVEDRA, 1999). Beide Systeme besitzen unterschiedliche Funktionen, Speicherabläufe und Erinnerungseinheiten. Im verbalen System wird Information in einzelnen, sequentiellen Einheiten, den Logogenen, gespeichert. Im bildhaften System (oder nicht-verbalen) wird die Information in bildhaften Repräsentationen bearbeitet und gespeichert (SAAVEDRA, 1999). Welches System jeweils aktiviert wird hängt von der Art des Reizes ab. Es können aber auch, abhängig von der Bedeutung, beide Systeme angesprochen werden. Wird beispielsweise das Wort „Haus“ gelesen, so wird zuerst das verbale System aktiviert, und daraufhin werden bildhafte Vorstellungen ausgelöst (BLUMSTENGEL, 1998).

WEIDENMANN (2002) weist darauf hin, dass beim Einsatz von Multimedia beachtet werden muss, dass Sinne anfällig für „Überlastung und Interferenzen“ sind, z.B. wenn nur die visuelle Modalität (Texte, Bilder) angesprochen wird. Es ist von Vorteil, die Information auf unterschiedliche Sinnesmodalitäten und unterschiedliche Kodierungen zu verteilen. Gesprochene Sprache repräsentiert eine auditive Modalität, die einprägsam ist, Aufmerksamkeit weckt und persönlicher als geschriebene Sprache wirkt. Werden Erklärungen zu komplexen Bildern auditiv und nicht ebenfalls visuell präsentiert, müssen die Lernenden nicht zwischen Bild und

Text hin und her springen und können sich intensiver mit dem Bild auseinandersetzen (WEIDENMANN, 2002).

2.3.4.3 Kognitive Überlast

Von kognitiver Überlast - Cognitive overload - wird dann gesprochen, wenn sich der Lerner mit einem Übermaß an Information auseinandersetzen muss. Dies ist der Fall, wenn aufgrund der Vielzahl von Handlungsmöglichkeiten in einer gegebenen Situation (z. B. Angebot mehrerer Links anstelle von Blättern auf eine klar bestimmte Folgeseite) der Benutzer einen Teil seiner Aufmerksamkeit auf diese Vielzahl an Handlungsmöglichkeiten richten muss. Das kann zur Folge haben, dass sich die Anwender in einem zu hohen Maß mit der Handhabung der Benutzeroberfläche auseinandersetzen müssen und nicht mit den Inhalten (BLUMSTENGEL, 1998). Hypermediale Lernumgebungen erfordern von den Anwendern, dass sie sich daran erinnern, welche Knoten bereits aufgesucht wurden, welche Information noch beachtet werden muss, welche Möglichkeiten der Navigation zur Verfügung stehen oder welche Funktionen manche Navigationsmittel erfüllen. Diese Anforderungen benötigen zusätzliche Gedächtniskapazität, sowie Fähigkeiten zur metakognitiven Kontrolle (TERGAN, 2002).

2.3.4.4 Interaktivität

Als eine der wichtigsten Eigenschaften didaktischer Multimediaanwendungen sehen KLEEBERG und STRZEBKOWSKI (2002) die Interaktivität an, da sie entscheidende Wirkung auf Kognition und Motivation besitzt. Sie ist eine Voraussetzung dafür, dass durch selbständiges Ausprobieren und Nachvollziehen von Zusammenhängen entdeckendes Lernen und selbständiges Entscheiden gefördert, sowie aktives Denken verstärkt wird. Sinnvolle Interaktionen sollen den Erkenntnisprozess, wie und warum etwas funktioniert, unterstützen und den Aspekt der Individualisierbarkeit bei Lernprozessen fördern.

Die Interaktivität muss von der Navigation unterschieden werden. Interaktivität ist das Handeln mit dem Objekt, dem Gegenstand oder Inhalt der Seite. Die Navigation dagegen bezieht sich auf die Handlungen zum Steuern des Ablaufs, zum Wechseln des Displays oder zur Auswahl der betrachteten Seite (SCHULMEISTER, 2005). Im Allgemeinen sind die Interaktionen mit dem Computer Mausklicks. Die Unterscheidung der Arten der Interaktivität kann anhand des Grads der Eigentätigkeit

des Lernenden erfolgen. Aufgeführt werden dabei Klicken und Zeigen, Notizen in Hypertext-Systemen, Objekte kreieren und animieren, Wirkungsgefüge konstruieren und produktiv bearbeiten (SCHULMEISTER, 2005). KERRES (2001) versteht unter Interaktivität den wahlfreien Zugriff auf Information (vor Ort oder über Netze) und den Austausch von Informationen mit entfernten Personen. Er bezieht den Begriff der Interaktivität allein auf technische Eigenschaften des Systems und nicht auf die Qualität des wechselseitigen Agierens und Reagierens zwischen Lerner und System. Bezüglich einer Einteilung der Interaktionen können in der Literatur verschiedene Vorschläge gefunden werden. KLEEBERG und STRZEBKOWSKI (2002) teilen die in einer Lernsoftware vorkommenden Interaktionen in Steuerungsinteraktionen betreffend Navigations- und Systemfunktionen (Steuerung des Ablaufs des Programms, Auswahl bestimmter Inhalte, Steuerung der Wiedergabe von Videosequenzen, Auswahl des eigenen Lernwegs etc) und didaktische Interaktionen, direkte Unterstützung des Erkenntnisprozesses (interaktive Animationen, Modellmanipulationen, Simulationen etc) ein.

Bei rein passivem Rezipieren, Lesen, Zuhören und Anschauen von Lernstoff ist nur ein sehr geringes Maß an Interaktivität vorhanden. Die Interaktivität nimmt zu, wenn ein Zugriff auf bestimmte Informationen, Auswählen oder Umblättern ermöglicht wird. Weiterhin ist eine Zunahme der Interaktivität zu verzeichnen, wenn Multiplechoice-Antwortmöglichkeiten gegeben sind, bestimmte Informationsteile markiert sind und eine Aktivierung entsprechender Zusatzinformationen vorgesehen ist. Das freie Eintragen von Antworten auf Fragen mit tutoriellem Feedback oder ein freier ungebundener Dialog mit einem Tutor führen zu einer weiteren Zunahme der Interaktivität (HAACK, 2002).

SCHULMEISTER (2005) unterscheidet sechs Stufen, abhängig vom Grad der Interaktivität, die dem Benutzer angeboten wird. Stufe I beinhaltet das Betrachten von Objekten und Rezipieren, ohne dass auf die Darstellung der Komponenten eingegriffen werden kann. Diese können nur betrachtet werden und deren Inhalt bleibt konstant. In Stufe II werden multiple Darstellungen betrachtet und rezipiert. Es kann auch hier nicht auf den Inhalt der Darstellung Einfluss genommen werden, doch es bestehen für einige Komponenten mehrere Optionen. In Stufe III wird die Repräsentationsform variiert, indem eine direkte Manipulation des Dargestellten möglich ist (z.B. rotieren dreidimensionaler Animationen). Bei Stufe IV erhält der Benutzer die Möglichkeit, den Inhalt der Komponenten innerhalb eines gewissen

Rahmens, durch Eingabe von Daten oder Variieren von Parametern, zu beeinflussen. Stufe V ermöglicht das Konstruieren des Inhalts der Repräsentation und das Generieren von Prozessen. Stufe VI beinhaltet das höchste Maß an Interaktivität mit konstruktiven und manipulierenden Handlungen und situationsabhängigen Rückmeldungen.

2.3.5 Didaktik

2.3.5.1 Allgemeine Didaktik

Das Wort Didaktik kann abgeleitet werden von dem griechischen Verb „didaskein“, mit der Bedeutung lehren, belehrt werden, sich aneignen (KRAWITZ, 2005). In der Literatur gibt es keine allgemein verbindliche Definition von Didaktik, sondern es können verschiedene Auffassungen gefunden werden. FRIEDRICH und PREISS (1997) sehen die allgemeine Didaktik als eine Teildisziplin der Erziehungswissenschaften, die sich mit Lehren und Lernen beschäftigt.

Didaktik ist ein Vermittlungsprozess von Kultur in spezifischen Gesellschaften, d.h. die Vermittlungsprozesse beinhalten immer zugleich einen kulturellen Inhalt und die soziale Auseinandersetzung mit den Normen dieser Kultur. Im Allgemeinen bezieht sich die Didaktik nicht nur auf das Lehren und Lernen in organisierter Form (klassisches Beispiel: Schulunterricht), sondern auf alle denkbaren Bereiche des alltäglichen Lebens, unabhängig von Ort und Organisation, in denen Lernen und Lehren stattfindet (KRON, 2004).

Die Lehrprinzipien der traditionellen Didaktik begründen sich auf der behaviouristischen Lerntheorie. Der Aufbau geht vom Einfachen zum Komplexen, vom Leichterem zum Schwereren und vom Bekannten zum Unbekannten. Bei der kognitivistischen Lehrstrategie soll der Lerner zum Strukturieren, Subsumieren und Organisieren von Wissen angeregt werden. Es wird unterschieden in advance organizer-Strategie (Anbieten einer Organisationshilfe, in die konkretes Wissen eingeordnet werden kann), basic concept-Strategie, Ausbildung von Netzwerken (Präsentieren eines weitmaschigen Netzes, in das bekannte Begriffe als Ankerknoten eingebettet sind), Vermittlung von Schemata und die Vermittlung von Algorithmen (Ablauffolge von Maßnahmen, die zur Lösung eines Problems führen). Lehrstrategien, die auf psychologischen Theorien basieren, fordern, dass beide Gehirnhälften beim Lernen angesprochen werden müssen. Nicht mehr nur Fakten werden vermittelt, sondern die Wissensvermittlung erfolgt über interaktive Elemente, Geschichten und Beispielen (MINASS, 2002).

Generell kann davon ausgegangen werden, dass das Ziel der Didaktik die Verbesserung der Unterrichtsrealität ist (ISSING, 1994).

2.3.5.2 Mediendidaktik

Die Mediendidaktik, ein Teilgebiet der allgemeinen Didaktik, beschäftigt sich mit der Gestaltung, Verwendung und Wirkung von Medien und Mediensystemen in Informations- und Lernprozessen (ISSING, 1994). Der Einsatz neuer Medien in der Bildung ermöglichte die Schaffung neuer Potentiale in diesem Bereich. Allerdings geht die Wirkung neuer Medien nicht von den Medien selber aus, sondern von ihrem didaktischem Konzept. Die Mediendidaktik wird herangezogen um aufzuzeigen, wie diese Potentiale der neuen Medien realisiert werden sollen (KERRES, 2002b). Sie wird beeinflusst von theoretischen Auffassungen der allgemeinen Didaktik und von medientechnologischen Einflüssen. Medien sollen so eingesetzt werden, dass gewollte Lernprozesse optimiert werden (PALA-GÜNGÖR, 2004). In der Wissenschaft gibt es verschiedenen Ansätze und Richtungen der Mediendidaktik, die im Folgenden beschrieben werden.

2.3.5.2.1 Medientaxonomische Ansätze

In der Medientaxonomie werden Medien für Lern- und Lehrzwecke systematisch eingeordnet und miteinander bezüglich ihres Potentials für unterschiedliche Lehraufgaben verglichen. Es ist ein Ordnungsschema, das Medien klassifiziert und eine Rangordnung erstellt, um Entscheidungen zu erleichtern, welche Medien für Lehr- und Lernprozesse geeignet sind. Als Ordnungskriterium dienen lernrelevante Eigenschaften der Medien (z.B. Darstellungsformen) oder unterrichtliche Kategorien (z.B. unterrichtliche Funktionen). Als Beispiel für ein medientaxonomisches Modell ist der „Erfahrungskegel“ von Dale zu nennen, bei dem Medien nach Art der Sinneserfahrung (direkte Erfahrung z.B. zielbewusste Erfahrung oder Simulationen; Learning by Doing; ikonische Erfahrung z.B. Demonstrationen, Exkursionen oder Filme und Aufnahmen als Beobachtungslernen; symbolische Erfahrung z.B. Sprach- und Bildsymbole als imaginatives Lernen) in Gruppen geordnet sind. Innerhalb einer Gruppe erfolgt die Einteilung anhand der Größe der Sinnesbeteiligung.

Die Medientaxonomie ist ein Versuch, Entscheidungen darüber zu erleichtern, welches die geeignetsten Medien für einen geplanten Lernvorgang sind. Es gibt kein Modell, welches die Wechselwirkungen zwischen Medium und anderen Faktoren des Lernprozesses berücksichtigt (PALA-GÜNGÖR, 2004).

2.3.5.2.2 Lerntheoretische Ansätze

Für eine sinnvolle Gestaltung multimedialer Lehr- und Lernumgebungen sind technische Neuerungen und neue pädagogische und didaktische Konzepte notwendig. Der Einsatz der Medien und deren Gestaltung beruht jeweils auf den unterschiedlichen Lerntheorien (bereits vorne in dieser Arbeit besprochen).

Behaviouristische Ansätze werden bei Unterrichtssoftware zur Inhaltsvermittlung oder bei Übungsprogrammen verwendet. Innerhalb kognitivistischer Ansätze gibt es drei verschiedene Fragestellungen:

1. Soll mit Hilfe von Medien Wissensstruktur (z.B. durch Strukturierung und Sequenzierung der Lerninhalte) aufgebaut oder die Entwicklung von Problemlösefähigkeit (z.B. Simulationsprogramme) erzielt werden?
2. Wie werden die gelernten Inhalte im zentralen Nervensystem gespeichert bzw. repräsentiert?
 - A. Theorie der Bedeutungsstrukturen:

Innerhalb des Gedächtnisses wird die subjektiv erlebte Umwelt in semantischen Netzwerken mental repräsentiert
 - B. Theorie der Doppelcodierung:

Die Speicherung der Information erfolgt abhängig davon, wie sie präsentiert wird, in begrifflicher oder in bildhafter Form, d.h. in Vorstellungsbildern oder in semantischen Netzwerken. Innerhalb dieser beiden Repräsentationssystemen gibt es Verbindungen.
 - C. Theorie Mentaler Modelle:

Bestimmte Problemfelder werden abhängig von ihren strukturellen und funktionalen Gesichtspunkten im Gehirn zusammenhängend mental repräsentiert. Inhalte sollten demzufolge bildhaft und auch begrifflich in abgestimmter Form aufgeführt werden. WEIDENMANN (2002) beschreibt mentale Modelle als Mischformen von bildhaften und propositionalen Repräsentationen, d.h. verschiedene Veränderungszustände werden vor dem inneren Auge simuliert.

3. Ausprägung kognitiver Strukturen oder genereller Entwicklungsaspekte:
Durch Gestaltung der Medien soll der Anreiz zur Auseinandersetzung mit einer bedeutsamen Aufgabe entstehen.

Konstruktivistische Ansätze betrachten mediale Angebote nicht als „Mittel der Steuerung von Lernprozessen“, sondern als „Informations- und Werkzeugangebote für selbstgesteuerte Lernprozesse“. Verwendete Medien sollen Anregungen und Hilfestellungen für sinnvolles Lernen bieten (WEIDENMANN, 2002; PALA-GÜNGÖR, 2004).

2.3.5.2.2.1 Instruktionsdesign

Im Instruktionsdesign werden die Faktoren benannt, die den Entwicklungsprozess von Lernprogrammen im wesentlichen beeinflussen und wie diese Faktoren im Produktionsablauf zueinander stehen. Die Grundidee des Instruktionsdesigns basiert auf dem Wissen über interne und externe Bedingungen menschlichen Lernens und Denkens. Damit bestimmte Lernprozesse ablaufen, müssen bei der Gestaltung von Lernumgebungen bekannte psychologische Prinzipien genutzt werden. KERRES (2001) führt an, dass es mittlerweile über 40 verschiedener solcher Modelle gibt, die im Allgemeinen folgende Bestandteile enthalten:

- Feststellen des Bildungsbedarfs
- Durchführen von Anforderungsanalysen
- Abwägen von Kostenüberlegungen
- Formulieren operationaler Lernziele
- Entwicklung von Lerntests
- Sequenzierung des Lehrstoffs
- Bestimmung relevanter Merkmale der Zielgruppe
- Wahl einer Lehrstrategie
- Entscheidung für ein Mediensystem
- Produktion des didaktischen Mediums
- Test/Revision des Mediums/der Instruktion
- Installation/Wartung des Mediums/der Instruktion

Ziel ist eine optimale Planung und Evaluierung von Unterricht, Einzelmedien und Medienverbund. Als Ergebnis wissenschaftlicher Diskussionen, experimenteller Untersuchungen und praktischer Erfahrung wurde ein Grundmodell des Instruktions-Designs formuliert, mit dessen Hilfe eine systematische Entwicklung von Lernsoftware und Medienproduktion ermöglicht werden soll (ISSING, 2002).

Instruktionsdesign beinhaltet Angaben zu Lernmethoden, zu den Lernbedingungen und zu den Ergebnissen des Lernens. Zu Beginn werden Lernziele definiert. Anschließend werden geeignete Methoden ausgewählt, mit denen die Lernziele erreicht werden können (SCHULMEISTER, 2002).

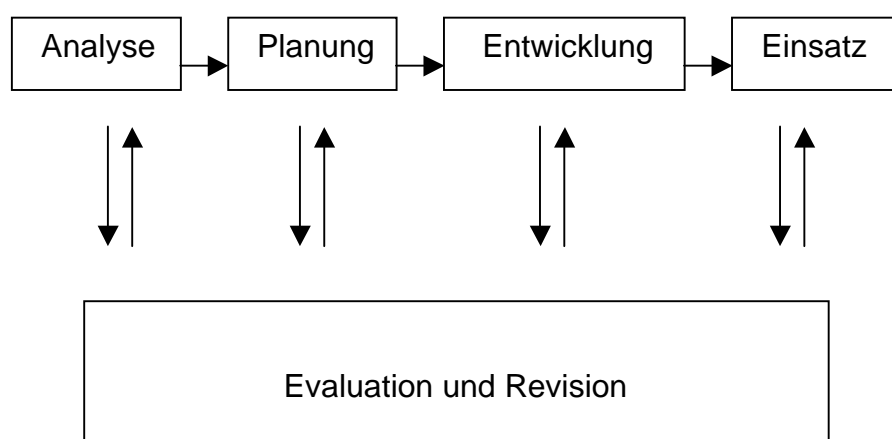


Abb.3: Grundmodell des General System Design (GSD) nach ISSING (2002)

2.3.5.2.2.2 Situiertes Lernen

Beim situierten Lernen, ebenfalls eine Verbindung von kognitionstheoretischen und konstruktivistischen Ansätzen, wird davon ausgegangen, dass Lernen nicht nur Informationsaufnahme, sondern auch die individuelle Interpretation von Information ist. Das anzueignende Handlungswissen wird mit der Situation in Zusammenhang gebracht, in der es gelernt wird, mit dem Ziel, dieses Handlungswissen in allen erforderlichen Situationen anwenden zu können. Erforderlich ist die Darstellung der Informationen in authentische Situationen mit realistischen Problemen. Die Lerninhalte werden von verschiedenen Standpunkten aus betrachtet, um die flexible Anwendung des Wissens zu ermöglichen. Zudem soll kooperatives Lernen und Lösen von Problemen in Gruppen gefördert werden. Situiertes Lernen ermöglicht demzufolge:

- Lernen als aktiven und konstruktiven Prozess zu gestalten
- Selbststeuerung des Wissensprozess
- Wissenserwerb durch aktive Auseinandersetzung mit einem Problem
- Authentische Problemsituationen
- Verschiedene Problemsituationen, um Wissen anzuwenden
- Überprüfung des neu erworbenen Wissens in sozialen Gruppen (PALA-GÜNGÖR, 2004)

Situiertes Lernen soll die Möglichkeit bieten, das Entstehen von „trägen Wissen“ zu vermeiden, indem Verständnis und Anwendbarkeit des aufgebauten Wissens gezielt gefördert werden. Authentizität bedeutet, dass die Lernsituation der späteren Anwendungssituation möglichst ähnlich sein soll, da das wesentliche Ziel situierter Lernbedingungen, die Anwendbarkeit des Wissens ist (HARTINGER et al., 2001). Um dies zu erreichen, werden an die Lernumgebung folgende Anforderungen gestellt:

1. Authentizität und Situietheit (Umgang mit realistischen Problemen und authentischen Situationen)
2. Multiple Kontexte (Ermöglichung der Übertragbarkeit des erworbenen Wissens auch auf andere Kontexte)
3. Multiple Perspektiven (Darstellung der Lerninhalte von verschiedenen Standpunkte aus)
4. Sozialer Kontext (Förderung kooperativen Lernens und Problemlösens in Gruppen) (MANDL et al., 2002)

In den USA wurden drei Ansätze des situierten Lernens entwickelt, die für die Entwicklung und Gestaltung multimedialer Lernumgebungen von Bedeutung sind. Bei der „Cognitive Flexibility Theory“ wird die Ansicht vertreten, dass der Lerner multiple Perspektiven einnehmen muss, um eine Übervereinfachung zu vermeiden. Im „Anchored Instruction“-Ansatz werden authentische Problemsituationen kreiert, die zur intensiven Auseinandersetzung mit einem Problem anregen sollen. Die Problemsituationen sind in zusammenhängende Geschichten eingebettet und werden multimedial präsentiert. Bei dem „Cognitive Apprenticeship“-Ansatz wird davon ausgegangen, dass in Lernumgebungen anwendbares Wissen vermittelt

werden soll. Informelle Lernaktivitäten stehen im Vordergrund. Lernen soll auf subjektiv relevanten Erfahrungen aufbauen, wodurch Abstraktionen immer im Zusammenhang zum jeweiligen Anwendungsfeld stehen (MANDL et al., 2002).

2.4 Anatomische Nomenklatur

Jede Fachsprache folgt allgemeinen Gesetzmäßigkeiten, indem sie einen normativen Charakter (Festlegung von Fachbenennungen für bestimmte Strukturen) besitzt, dem „Gebot der Ein-Eindeutigkeit“ (jeder Begriff erhält nur einen Namen) folgt und ihr eine Trennungsschärfe gegenüber allgemeinsprachlichen Benennungen zu eigen ist (BONNEAU, 1992).

2.4.1 Geschichtliche Entwicklung

1895 wurde in Basel auf dem internationalen Kongress für Anatomen eine einheitliche Nomenklatur, die **Nomina anatomica**, festgelegt. 1998 fand, aufgrund von weiterhin bestehenden Unstimmigkeiten, eine weltweite Einigung auf die **Terminologia Anatomica** statt, die für alle anatomischen Bezeichnungen lateinische und englische Formulierungen angibt (LIPPERT, 2003).

2.4.2 Anwendung

Die Terminologia Anatomica wird im medizinischen Alltag inkonsequent angewendet. Die „ärztliche Umgangssprache“ setzt sich zusammen aus deutschen, lateinischen, eingedeutschten und abgekürzten Bezeichnungen (LIPPERT, 2003). Diese Vermengung der Bezeichnungen beruht auf der Mehrschichtigkeit von Fachsprachen: die Wissenschaftssprache, als reine Theoriesprache, die ärztliche Kollegensprache und die laienbezogene Fachsprache (populärwissenschaftlich).

Die Wissenschaftssprache, als genormte Sprache, ist meist problemlos in die Wissenschaftssprache einer anderen Landessprache übertragbar. Die laienbezogene Fachsprache dagegen ist nicht normiert und weniger homogen. Sie besitzt fließende Übergänge zur Allgemeinsprache. Insbesondere im Deutschen besteht eine große Kluft zwischen Wissenschaftssprache und laienbezogener Fachsprache, was mitunter darauf zurückzuführen ist, dass in Deutschland das Lateinische lange Zeit die Wissenschaftssprache war, insbesondere in der Anatomie. Auch in der heutigen Zeit ist für die Anatomie der fachspezifische Referenzwortschatz lateinisch

und die anatomische Nomenklatur wurde nicht eingedeutscht. Fachliche Organ- und Krankheitsbezeichnungen, z.B. Hepatitis, topografische Bezeichnungen, z.B. proximal, und beschreibende Ausdrücke über Gesundheit und Körperfunktionen, z.B. Diarrhoe, leiten sich vom Lateinischen ab. In Ländern mit romanischen Sprachen, wie England oder Frankreich, haben die Gemeinsprache und die Wissenschaftssprache ihre Wurzeln im Lateinischen. Dies ist erkennbar, dass es eine quantitativ hohe Übereinstimmung zwischen laienbezogenem und wissenschaftlichem anatomischen Fachwortschatz gibt (BONNEAU, 1992).

2.5 Evaluation

FRICKE (2002) beschreibt Evaluation als eine umfassende Bewertung bereits erhobener Daten. Sie ist ein wichtiger Bestandteil von Entscheidungsprozessen und enthält vier zentrale Bestimmungselemente:

- Ziel- und Zweckorientiertheit
- Systematische Gewinnung einer Datenbasis als Grundlage
- Beinhaltet eine bewertende Stellungnahme
- Bezieht sich auf einzelne Bereiche geplanter, durchgeführter oder abgeschlossener Maßnahmen

Der Zweck einer Evaluation ist in dem SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN (2004) beschrieben als die systematische Überprüfung von Gestaltungsideen im Hinblick auf das Erfüllen definierter Anforderungen. Die Evaluation dient zum Testen und Verbessern der Benutzbarkeit einer Schnittstelle und ist ein wichtiger Bestandteil der Qualitätssicherung und –verbesserung. Der Evaluierungsprozess ist in vier Phasen gegliedert. In der ersten Phase werden die Anforderungen bestimmt (Definierung des Zwecks), die zweite Phase beinhaltet das Bestimmen von Indikatoren für Leistungsfähigkeit, Produktivität, Sicherheit und Zufriedenheit. In der dritten Phase wird ein Evaluationsplan formuliert, der die Auswahl der Testpersonen und die Art der Datenerfassung und -auswertung beschreibt. Die vierte Phase stellt die eigentliche Evaluation dar, indem die Kriterien in Skalen erfasst, mit Vorgaben verglichen und die Auswertung durchgeführt werden (KÖTH, 2001).

Im Allgemeinen können Evaluationsverfahren in analytische und empirische Verfahren eingeteilt werden. Ein Hauptvertreter des analytischen Verfahrens ist die Experten Evaluation bzw. heuristische Evaluation, bei dem die Bedienoberfläche von Software-Ergonomen anhand von Gestaltungsprinzipien analysiert und das Erfüllen von Anforderungen überprüft wird. Der Usability Test ist den empirischen Evaluationsverfahren zuzurechnen. Mögliche Endanwender müssen echte Arbeitsaufgaben mit der Bedienoberfläche bearbeiten. Eine Voraussetzung für das Durchführen einer empirischen Evaluation ist das Verfügen über potentielle Anwender (SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN, 2004).

Eine Evaluation erfolgt auf zwei Systemebenen. Der Ebene des Anwendungssystems (Funktionalität) und der Ebene der Benutzerschnittstelle (Interaktion). Die Summe der Ergebnisse dieser beiden Ebenen ist die Verwendbarkeit. Bezüglich der Methoden ist auf eine eindeutige Fragestellung, die Ausarbeitung eines Versuchsplans und die Auswertung zu achten. Vier Methoden der Evaluation werden unterschieden:

1. Objektive Methoden: Beobachtung bei der Anwendung
 - Vorteile: keine subjektiven Einflüsse; Erhalt von Ergebnissen, die sich einer Beurteilung durch den Benutzer entziehen
 - Nachteile: Hoher Aufwand
2. Subjektive Methoden: Benutzer bewertet die Anwendung (Fragebögen, Interviews):
 - Vorteile: Geringer Aufwand; Aussagen über Akzeptanz von Seiten des Benutzers
 - Nachteile: Eine Beeinflussung durch die Fragestellung ist möglich; repräsentativer Querschnitt notwendig
3. Leitfadenorientierte Methode: Expertenurteil, das sich an einem Prüfleitfaden orientiert:
 - Vorteile: Verbindet Vorteile der objektiven und subjektiven Methoden, da sie zu nachvollziehbaren Ergebnissen führt und nur ein geringer Aufwand für ihre Durchführung nötig ist
 - Nachteile: Voraussetzung sind qualifizierte Prüfer und die Festlegung nachprüfbarer Kriterien ist schwierig
4. Experimentelle Methode: Prüfung bestimmter Hypothesen in der Forschung und zum Vergleich verschiedener Systeme
 - Vorteile: Repräsentiert eine relative Bewertung von Systemen
 - Nachteile: Diese Methode ist sehr aufwändig und beinhaltet theoretische Probleme

3. Material und Methoden

3.1 Hardware

3.1.1 Ultraschallgeräte

Zur Erstellung der sonografischen Aufnahmen der Organe sowie der Videoaufnahmen stand das Gerät der Firma Philips „Sonos 7500“ zur Verfügung. Zur Darstellung der männlichen Geschlechtsorgane und des Magen-Darm-Traktes wurden der multifrequente Linearschallkopf 15-6L (7 MHz bis 15 MHz), der multifrequente Linearschallkopf 11-3L (3 MHz bis 11 MHz) und der multifrequente Phased-Array-Schallkopf S12 (5 MHz bis 12 MHz) benutzt. Die dreidimensionalen Farbdoppleraufnahmen des Rankenkonvoluts beim Hund erfolgten mit dem Gerät „SonoAce 9900“ der Firma SonoAce GmbH und dem Schallkopf VN 6-12 (6 MHz bis 12 MHz).

3.1.2 Personal Computer

Beide Lernprogramme wurden auf einem Personal Computer (PC) mit einem Intel Celeron® Processor 2527 MHz, einem Arbeitsspeicher von 768 MB RAM und dem Betriebssystem Windows XP von Microsoft erstellt.

Zur Digitalisierung des Videomaterials wurde ein PC mit Intel® Pentium Processor (2.4 Hz und >1.0 MB RAM) und dem Betriebssystem Windows 2000 von Microsoft verwendet.

3.1.3 Technisches Equipment

3.1.3.1 Ultraschallstandbilder und -filme

Die erstellten Ultraschallbilder und Kurzfilmsequenzen von max. 20 Sekunden wurden auf der geräteinternen Festplatte des Ultraschallsystems Sonos 7500 abgespeichert und anschließend auf einer Magnet-Optical-Disc (MOD) gesichert. Mittels eines externen Laufwerks der Firma FUJITSU (DynaMo 640 Pocket), wurden

die Daten von der MOD auf eine externe Festplatte BUFFALO DISK (160 GB) zur weiteren Verarbeitung abgespeichert.

Das Ultraschallgerät der Firma PHILIPS hat einen integrierten VHS Videorekorder zur Aufzeichnung von Ultraschallfilmen auf handelsübliche SVHS- Videokassetten, die über den Mini-DV/S-VHS Video-Kassetten-Recorder „HR-DVS3EU“, von der Viktor Company of Japan (JVC), digitalisiert und auf den PC übertragen wurden.

Zusätzlich verfügt das Ultraschallgerät „Sonos 7500“ über einen digitalen Videoausgang. Mitgeschnittene Videosequenzen wurden direkt in digitaler Form auf einen PC mit einem AMD Athlon™ Processor, einem Arbeitsspeicher von 785.908 KB RAM abgespeichert und anschließend auf CD gebrannt.

Die mit dem Ultraschallgerät SonoAce 9900 der Firma SonoAce GmbH generierten drei-dimensionalen Aufnahmen wurden auf der geräteeigenen Festplatte gespeichert und in einem nachfolgenden Schritt auf CD gebrannt.

3.1.3.2 Fotos und Videos

Die Tieraufnahmen erfolgten mit der digitalen Kleinbildkamera „Pentax Optio S“ und wurden mit dem CardReaders „hama PocketDrive 6in1 USB 2.0“ zur Weiterbearbeitung auf den PC übertragen.

Zur Anfertigung der Videoaufnahmen stand eine digitale Videokamera Panasonic (NV-MX 300) zur Verfügung. Die auf aufgezeichneten Filmsequenzen wurden mit einer Firewire-Datenverbindung auf den PC übertragen.

3.1.3.3 Röntgenbilder und MRI

Die Röntgen- und MR-Aufnahmen wurden in der Chirurgischen Tierklinik der Ludwig Maximilians Universität von Herrn Dr. Brühschwein angefertigt. Die Aufnahmen wurden in digitalisierter Form als DICOM- und JPEG-Formate abgespeichert, auf CD gesichert und anschließend digital weiterbearbeitet.

3.2 Software

Das Gerüst des Lernprogramms wurde mit dem HTML-Editor Macromedia Home Site5 der Firma Macromedia (San Francisco, USA) erstellt. Die Programmiersprache ist HTML (HyperText Markup Language), die ebenfalls die Beschreibungssprache für die Bildschirmseiten im WorldWideWeb (WWW) des Internet ist. In das Grundgerüst sind Formatierungsbefehle für Seitengestaltung, Schriftart und Multimedia-Elemente integriert.

3.2.1 Textverarbeitung

Die Texte für das Lernprogramm wurden in „Microsoft Word“ (Microsoft, Redmond, USA) erstellt und in dieses mit dem HTML-Editor integriert.

3.2.2 Bildbearbeitung

Das mit dem „Sonos 7500“ erstellte Bildmaterial wurde im GIF-Datenformat generiert. Zur weiteren Bildbearbeitung erfolgte die Umwandlung der GIF-Dateien in BMP-Dateien (Bitmap). Die aus Einzelbildern bestehenden, bis zu 20 Sekunden langen Kurzfilme wurden entweder in das AVI-Format umgewandelt oder als Einzelbilder aus diesen Filmsequenzen im BMP-Format abgespeichert. Hierfür wurde das Programm QLAB™ Advanced Quantifikation Software 2.0 (Philips Ultrasound, Bothell, WA 98021, USA, ©Philips Medical Systems Nederland B.V., 2002) verwendet. Die anschließende Überarbeitung der Aufnahmen erfolgte mit dem Bildbearbeitungsprogramm Adobe Photoshop 7.0 (Adobe, San Jose, USA). Relevante Bereiche der Aufnahmen wurden herausgeschnitten und dahingehend bearbeitet, dass diese zu Collagen mit Fotografien von Hunden verarbeitet werden konnten.

Skizzen aus der Fachliteratur und Diaaufnahmen von anatomischen Schnittpräparaten wurden mit dem Flachbrettscanner DescJet II, Version 2.9 von Hewlett Packard (HP) digitalisiert und im zweiten Schritt in Photoshop 7.0 bearbeitet. Mit der digitalen Kleinbildkamera „Pentax Optio S“ wurden Fotografien von anatomischen Präparaten und Tierfotografien angefertigt. Alle Standbilder wurden

auf eine einheitliche Bildgröße (840 x 630 Pixel) und Auflösung (300 Pixel per Inch) genormt und zur Verwendung für das Programm im hochkomprimierten Format für digitale Bilder JPEG abgespeichert.

3.2.3 Videobearbeitung

Die Bearbeitung der Videosequenzen erfolgte mit dem Film- und Videoschnittprogramm Adobe Premiere 6.0 (Adobe, San Jose, USA). Die erstellten Filme wurden geschnitten, Einzelbilder beschriftet und anschließend das Projekt als avi-Datei ausgegeben. Zur Komprimierung der Daten wurde das ausgegebene Filmmaterial mit Ulead VideoStudio 7 in MPEG 1 umgewandelt.

3.3 Tiere

Für die Anfertigung der Bilder und Filmsequenzen des Lernprogramms „männliche Geschlechtsorgane“ und „Magen-Darm-Trakt“ standen insgesamt elf Hunde und sieben Katzen zur Verfügung.

Tiere, die in regelmäßigen Abständen geschallt wurden, wurden zunächst dahingehend konditioniert, dass sie ohne weiteres für längere Zeit in abgedunkelter Umgebung ruhig auf einem Tisch liegen blieben.

Aus dem Bestand des Instituts für Tierernährung, der tiermedizinischen Fakultät, kamen ein zweijähriger, nicht kastrierter Beagle Rüde und ein einjähriger nicht kastrierter Foxhound aus der Boehringer Ingelheim-Zucht. Bei den Katzen handelte es sich um Tiere aus dem Institut für Tierernährung. Dies waren drei männliche Tiere sowie ein männlich kastriertes Tier, im Alter von eins bis sechs Jahren und vier weibliche Tiere im Alter von eins bis fünf Jahren. Aus privatem Besitz wurden ein nicht kastrierter zweijähriger Whippetrüde, ein nichtkastrierter neunjähriger Colliemix-Rüde, ein sechs Monate alter, nichtkastrierter Schäferhundwelp, ein zweijähriger Beagle Rüde, nicht kastriert, ein achtjähriger kastrierter Bordercollie-Mix Rüde, eine fünfjährige kastrierte Jack Russel Hündin, eine neunjährige kastrierte Bordercollie Hündin und eine eineinhalbjährige Pointer-Mix Hündin zur Verfügung gestellt. Das Gewicht aller Hunde lag zwischen 12 – 25 kg.

Die MR-Aufnahmen für das Kapitel „Männliche Geschlechtsorgane Hund“ wurden von der chirurgischen Tierklinik zur Verfügung gestellt und im Rahmen einer Untersuchung angefertigt. Die MR-Bilder für das Kapitel „Männliche Geschlechtsorgane Katze“ wurden ebenfalls im Zusammenhang mit einer Untersuchung in der chirurgischen Tierklinik angefertigt. Der einjährige, nicht kastrierte Kater, war aus dem Bestand des Instituts für Tierernährung.

Die Präparatefotos wurden von gesunden Hunden und Katzen im Rahmen einer früheren Dissertation entnommen und fotografiert. Die von BREILING (1994) erstellten Originalaufnahmen befanden sich am Lehrstuhl für Anatomie (Tieranatomie I) der Ludwig Maximilians Universität und konnten unverändert zur weiteren Verarbeitung genommen werden.

3.4 Evaluation der Lernsoftware

3.4.1 Schriftliche Evaluation

Zur Evaluation der Software „Ultraschalluntersuchung der männlichen Geschlechtsorgane“ wurden 84 Tiermedizinstudenten des dritten Semesters der Ludwig Maximilians Universität in 4 Gruppen eingeteilt. Zwei Gruppen bestanden aus jeweils 18 Studenten, eine Gruppe aus 20 Studenten und die vierte Gruppe aus 28 Studenten. Folgendes Lernmaterial wurde den einzelnen Gruppen zur Verfügung gestellt und im Rahmen einer Vorlesung an die Studenten ausgeteilt:

- Gruppe 1 (18 Studenten): Kopien der englischen Literatur
 PENNINCK, D. G. (2002): Gastrointestinal tract.
 In: NYLAND, T. G., und J. S. MATTON (Hrsg.): Small animal diagnostic ultrasound.
 W.B. Saunders Company, Philadelphia, S. 207-212

- Gruppe 2 (18 Studenten): Kopien aus einem deutschen Lehrbuch
 JANTHUR, M., und D. LÜERSSEN (2001): Magen-Darm.
 In: POULSEN NAUTRUP, C., und R. TOBIAS (Hrsg.): Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze. 3. Aufl.
 Schlütersche, Verlag und Druckerei, Hannover, S. 165-169

- Gruppe 3 (20 Studenten): Ausschnitt der Lern-CD Sonografie von Magen und Darm
Multimediale Lernsoftware: Ultraschalluntersuchung des Magen und Darms bei Hund und Katze

- Gruppe 4 (28 Studenten):
Kein Lernmaterial wurde zur Verfügung gestellt. Als Grundlage diente die besuchte Vorlesung.

Eine Woche später wurde mittels eines Fragebogens zum einen Fachwissen abgefragt und zum anderen das subjektive Empfinden über die Zufriedenheit mit dem jeweils erhaltenen Material. Folgende acht Fragen galt es zu beantworten:

1. Benennen Sie die einzelnen Dünndarmabschnitte jeweils in Deutsch und mit dem dazugehörigem lateinischen Fachbegriff!
2. Welche Artefakte können bei der Sonografie des Magen-Darm-Traktes auftreten?
3. Welche Ansicht des Magens erhalten Sie bei einer sagittalen Schallkopfposition?
4. Beschriften Sie bitte die einzelnen Schichten der Dünndarmwand

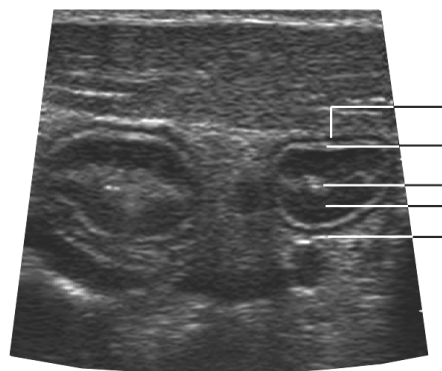


Abb. 4: Evaluation: Beschriftung der Dünndarmschichten

5. Wie erfolgt die Lagerung des Tieres zur Ultraschalluntersuchung des Magens?
6. Hatten Sie Probleme, das Ihnen zur Verfügung gestellte Lernmaterial zu verstehen?
7. Sind Sie der Auffassung, dass Ihnen das Lernmaterial zum besseren Verständnis der Sonografie des Magen-Darm-Traktes geholfen hat?

8. Haben Sie sich im Anschluss noch weiter mit dem zur Verfügung gestelltem Material auseinander gesetzt?

Die Auswertung erfolgte als deskriptive Statistik mit Mittelwert und einfacher Standardabweichung. Es erfolgte ein Student-T-Test für gepaarte Gruppen. Das Signifikanzniveau lag bei 0,05 ($P < 0,05$).

3.4.2 Praktische Übung

Zusätzlich zu dieser schriftlichen Evaluation wurde das Programm über die männlichen Geschlechtsorgane in einer praktischen Übung mit acht Studenten des siebten Semesters getestet. Alle acht Studenten hatten als Vorbildung im sechsten Semester eine Semesterwochenstunde Vorlesung über abdominale Sonografie, mitbeinhaltend eine Stunde über die Sonografie der männlichen Geschlechtsorgane. Die Gesamtdauer der praktischen Übung betrug zwei Zeitstunden. Die acht Studenten wurden in zwei Vierer Gruppen (Gruppe A und Gruppe B) eingeteilt. Gruppe A schallte zuerst, währenddessen Gruppe B das Programm durcharbeitete. Im Anschluss daran wurden die Aufgaben getauscht und Gruppe A arbeitete mit dem Programm, während Gruppe B schallte. Die praktische Übung und die Programmnutzung fand in zwei getrennten Räumen statt.

Praktische Übung:

- ein Instruktor schallte vor
- jeder Student sollte sowohl Prostata als auch Hoden in mehreren Sagittal- und Transversalansichten darstellen
- zwei Prostatazysten mussten gefunden werden

Im Anschluss an diese Übung wurden die teilnehmenden Studenten dazu aufgefordert, eine subjektive Bewertung der Lernsoftware mündlich abzugeben. Da die Anzahl von acht Studenten zu gering ist, um eine aussagekräftige Statistik erstellen zu können, wurde in diesem Fall darauf verzichtet.

3.5 Verwendete Literatur zur Erstellung der Lernsoftware

3.5.1 Ultraschalluntersuchung der männlichen Geschlechtsorgane bei Hund und Katze

ASSHEUER, J., und SAGER, M. (1997):

MRI and CT Atlas of the dog.

Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin

BUDRAS, K.-D., FRICKE, W., und RICHTER, R. (2004):

Atlas der Anatomie des Hundes. 7. Aufl.

Schlütersche, Verlag und Druckerei, Hannover

GASSE, H. (2004):

Männliche Geschlechtsorgane, Organa genitalia masculina.

In: FREWEIN, J., H. GASEE, R. LEISER, H. ROOS, H. THOME,

B. VOLLMERHAUS, H. WAIBL (Hrsg.): Richard Nickel, August Schummer, Eugen Seiferle: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bd. 2 Eingeweide. 9. Aufl.

Parey Buchverlag, Berlin, S. 341-392

HODSON, N. (1968):

On the intrinsic blood supply to the prostate and pelvic urethra in the dog.

Res. Vet. Sci. 9, S. 274-280

KÖNIG H., E., und H.-G. LIEBICH (Hrsg.) (2004):

Anatomie der Haussäugetiere. 3. Aufl.

Schattauer Verlag, Stuttgart, S. 405-420

LÜERSSSEN, D. (1986):

Adspektorische und palpatorische Befunde zum Descensus testis des Hundes.

Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.

LÜERSEEN, D., und JANTHUR, M.(2001):

Skrotum, Hoden, Nebenhoden.

In: POULSEN NAUTRUP, C., und TOBIAS, R. (Hrsg.): Atlas und Lehrbuch der
Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze. 3. Aufl.

Schlütersche, Verlag und Druckerei, Hannover, S. 273-282

MÖHRKE, C. (1999):

Duplex- und Triplexsonografische der Hoden, Nebenhoden und Prostata des
Hundes.

Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.

NEUMANN, C. (1999):

Duplex- und triplexsonografische Untersuchungen von Hoden und Prostata des
Hundes vor und nach Applikation von Gonadorelin und Delmadinonacetat.

Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.

NYLAND, T. G., und MATTON, J. S. (2002):

Prostate and testes.

In: NYLAND, T. G., und MATTON, J. S. (Hrsg.): Small animal diagnostic ultrasound.

W.B. Saunders Company, Philadelphia, S. 250-266

PRÜFER, A., LÜERSEEN, D., und JANTHUR, M. (2001):

Prostata.

In: POULSEN NAUTRUP, C., und TOBIAS, R. (Hrsg.): Atlas und Lehrbuch der
Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze. 3. Aufl.

Schlütersche, Verlag und Druckerei, Hannover, S. 282-289

VOLLMERHAUS, B., F. SINOWATZ, und AMSELGRUBER, W. (1994):

Männliche Geschlechtsorgane.

In: FREWEIN, J., und B. VOLLMERHAUS (Hrsg.): Anatomie von Hund und Katze.

Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, S. 209-224

ZGOLL, M. (1996):

Adspektorische und palpatorische Befunde sowie Sektionsergebnisse zum Descensus testis beim Kater.

Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.

3.5.2 Ultraschalluntersuchung des Magen und Darms bei Hund und Katze

BREILING, F. (1994):

Vergleichende makroskopisch-fotografisch transversale Schnittanatomie der abdominalen Organe von Hund und Katze.

Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.

BUDRAS, K.-D., W. FRICKE, und R. RICHTER (2004):

Atlas der Anatomie des Hundes. 7. Aufl.

Schlütersche, Verlag und Druckerei, Hannover

GÖDDENHENRICH, F. (1997):

Duplexsonografie der Aorta abdominalis und V. cava caudalis einschließlich ihrer großen Abgänge und Zuflüsse bei der Katze.

Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.

GOETZ, I. von (2001):

Duplex- und Triplexsonografie abdominaler Organe und ihrer Gefäße beim adulten Beagle.

München Univ., Tierärztl. Fakultät, Ludwig-Maximilians-Universität, Diss.

JANTHUR, M., und D. LÜERSSEN (2001):

Magen-Darm.

In: POULSEN NAUTRUP, C., und R. TOBIAS (Hrsg.): Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze. 3. Aufl.

Schlütersche, Verlag und Druckerei, Hannover, S. 165-181

KLESTY, C. (1984):

Lage und Lageveränderung der Bauchhöhlenorgane der Katze bei verschiedenen Körperstellungen im Hinblick auf die klinische Untersuchung.

Giessen, Tierärztl. Fakultät, Diss.

KÖNIG, H., E., J. SAUTET, und H.-G. LIEBICH (2004):

Magen-Darm.

In: KÖNIG H., E., und H.-G. LIEBICH (Hrsg.): Anatomie der Haussäugetiere. 3. Aufl.

Schattauer Verlag, Stuttgart, S. 325-355

LIEBICH, H.-G. (2004):

Verdauungsapparat (Apparatus digestorius).

In: LIEBICH, H.-G.: Funktionelle Histologie der Haussäugetiere. 4. Aufl.

Schattauer Verlag, Stuttgart, S. 187-238

PENNINCK, D. G. (2002):

Gastrointestinal tract.

In: NYLAND, T. G., und J. S. MATTON (Hrsg.): Small animal diagnostic ultrasound.

W.B. Saunders Company, Philadelphia, S. 207-230

Ultraschall.wav (Tondatei zum Intro des Programms; 2004):

<http://www.planet-interkom.de/batwoman.walter/>

Homepage der Fledermausfreunde Rodgau

VOLLMERHAUS, B., und K.-H. HABERMEHL (1994):

Rumpfdarm (Magen-, Mittel- und Enddarm).

In: FREWEIN, J., und B. VOLLMERHAUS (Hrsg.): Anatomie von Hund und Katze.

Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, S. 147-171

VOLLMERHAUS B., und H. ROOS (2004):

Rumpfdarm (Magen, Mittel- und Enddarm)

In: FREWEIN, J., H. GASEE, R. LEISER, H. ROOS, H. THOME,

B. VOLLMERHAUS, H. WAIBL (Hrsg.): Richard Nickel, August Schummer, Eugen

Seiferle: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bd. 2 Eingeweide. 9. Aufl.

Parey Buchverlag, Berlin, S. 103-214

4. Ergebnisse

4.1 Thematischer Aufbau der Lernsoftware

Die Lernprogramme „Sonografie der unveränderten Geschlechtsorgane“ und „Sonografie des Magen-Darm-Traktes“ bei gesunden Hunden und Katzen sollen den Nutzern die notwendigen Grundlagen systematisch und aufeinander aufbauend verdeutlichen. Die beiden Programme gleichen sich im Aufbau der inhaltlichen Struktur. Im Folgenden werden die Programme inhaltlich beschrieben.

4.1.1 Themenkomplexe

Die Programme beinhalten drei große Themenkomplexe:

- Prostata
- Hoden
- Penis
- Magen
- Dünndarm
- Dickdarm

Für Hund und Katze werden diese Komplexe separat voneinander abgehandelt, enthalten thematisch jedoch die gleichen Inhalte. Auf der Startseite kann zwischen Hund und Katze sowie zwischen den jeweiligen Themenkomplexen ausgewählt werden.

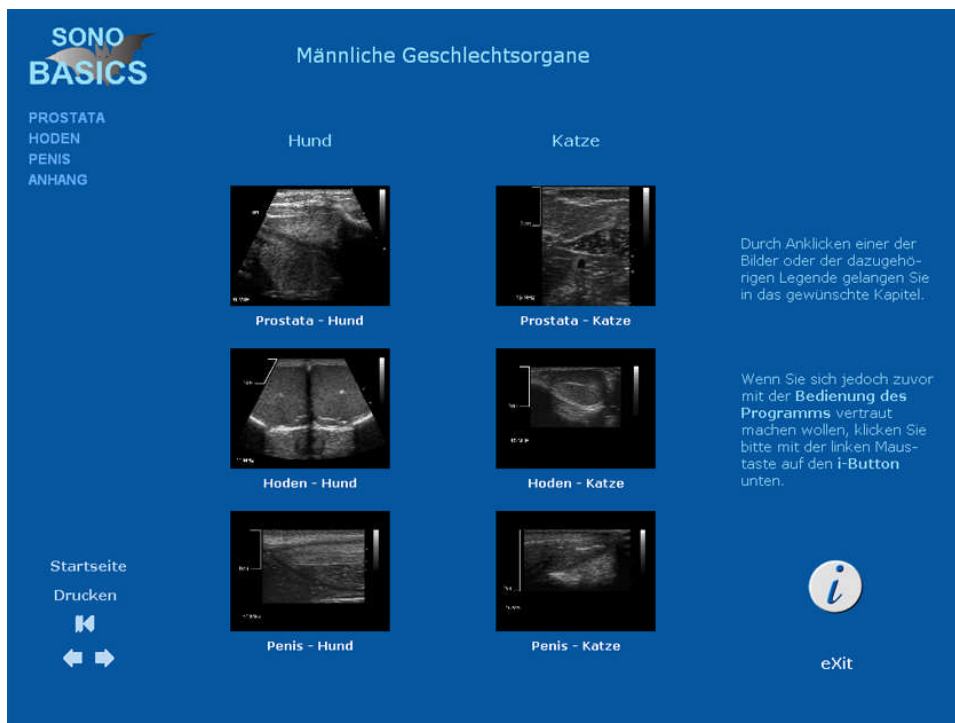


Abb. 5: Startseite Themenauswahl – männl. Geschlechtsorgane

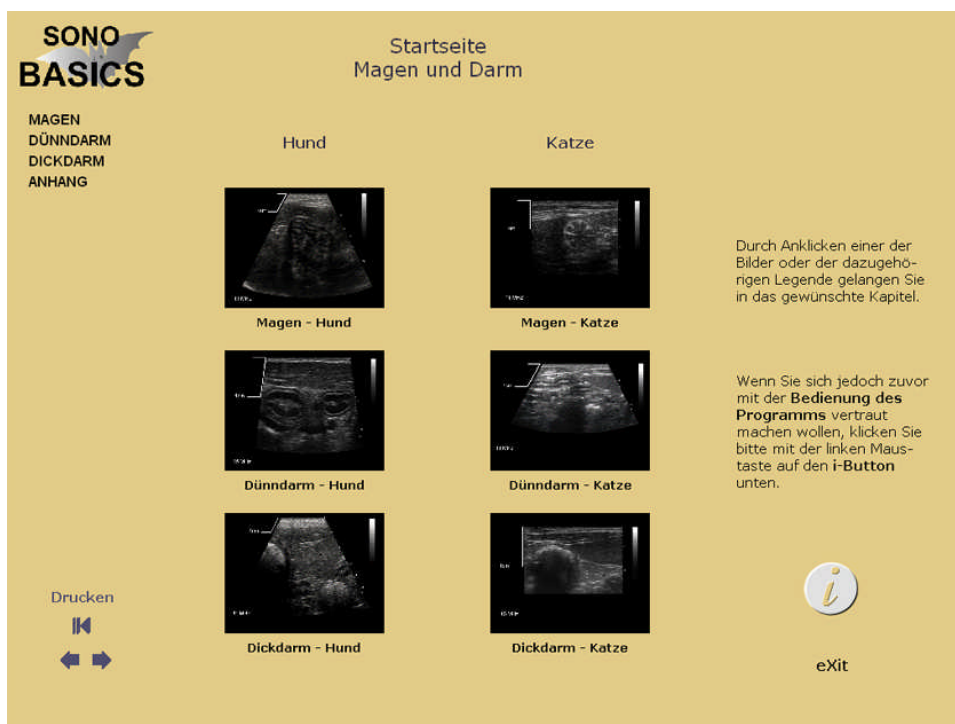


Abb. 6: Startseite Themenauswahl – Magen-Darm-Trakt

4.1.2 Kapitel

Der Grundaufbau der Kapitel innerhalb der Themenkomplexe ist gleichbleibend und besteht aus den folgenden drei Hauptkapiteln:

- Hauptkapitel „Grundlagen“
- Hauptkapitel „Zweidimensionale Sonografie“
- Hauptkapitel „Dopplersonografie“



Abb. 7: Kapitelübersicht – männl. Geschlechtsorgane und Magen-Darm-Trakt

4.1.2.1 Hauptkapitel Grundlagen

Das Hauptkapitel „Grundlagen“ enthält die Kapitel „Anatomie“ und „Schallposition“. Das Kapitel „Anatomie“ beinhaltet die zwei Unterkapitel „Topografie“, „MRI“ für die männlichen Geschlechtsorganen und die Unterkapitel „Topografie“ und „Makroskopie“ für die Magen-Darm-Software. Das Kapitel „Schallposition“ ist weiter untergliedert in „Schallkopfposition“ und „Schallkopfführung“.

4.1.2.1.1 Unterkapitel Anatomie

4.1.2.1.1.1 Topografie

In dem Unterkapitel „Topografie“ wird mit Hilfe von Fotomontagen, bestehend aus Tierfotografie, Röntgenaufnahmen des Beckens (Hund) und anatomischen Skizzen, die physiologische Lage der Organe in Lateral- und Ventralansicht verdeutlicht. Der beistehende Text soll den Sachverhalt zusätzlich erläutern und ergänzende Informationen liefern. Das Unterkapitel „Anatomie“ in dem Themenkomplex „Hoden“ beinhaltet als weiteres Unterkapitel den „Hodenabstieg“. Der Textlink <Kryptorchismus> führt beim Hund auf eine Erläuterungsseite, die die Pathologie Kryptorchismus textlich und mit sonografischen Bildern verdeutlicht.

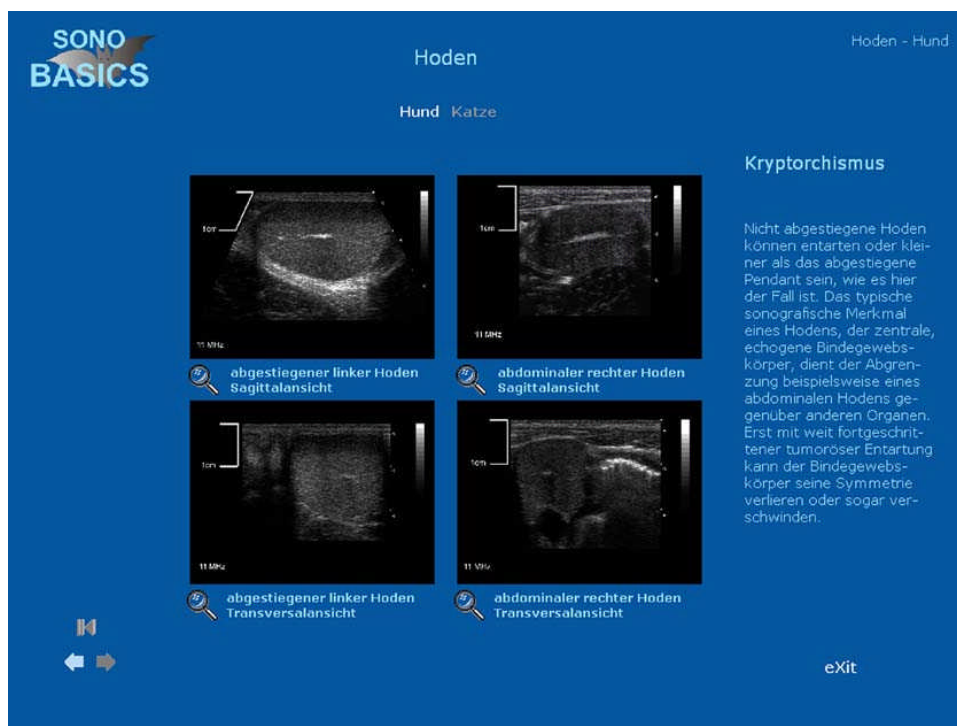


Abb. 8: Erläuterungsseite – Kryptorchismus Hund, männl.
Geschlechtsorgane

Die Demonstrationsfilme des Unterkapitels „Anatomie“ bei Magen und Darm sind identisch, jedoch wird abhängig vom Hauptthemenkomplex derjenige Abschnitt des Magen-Darm-Apparates hervorgehoben, der Gegenstand dieses Themenkomplexes ist. Zusätzlich wird beim Magen in vier Sonogrammen auf seine Erscheinungsform und seine Lageveränderung zu Leber und Milz, in Abhängigkeit von seinem Füllungszustand, hingewiesen.

4.1.2.1.1.2 MRI

Dieses Unterkapitel ist bei dem Kapitel Prostata - Hund in die Unterkapitel „Sagittal-“, und „Transversalan-sicht“ unterteilt. Auf je einer Seite werden zwei MR-Aufnahmen die entsprechenden Sonogramme der Prostata gegenüber gestellt. In den Kapiteln Hoden und Penis beim Hund und Prostata, Hoden und Penis bei der Katze, sind jeweils auf einer Seite die MRI-Schnitte mit den dazugehörigen Ultraschallbildern angeordnet.

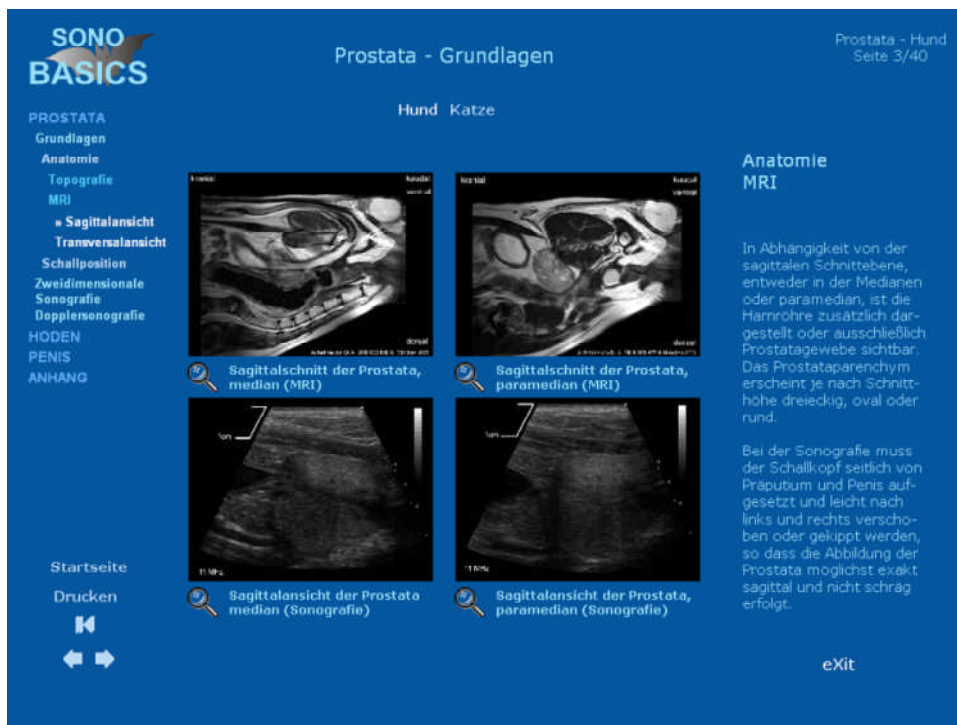


Abb. 9: MRI und Sonogramm - Prostata Hund, männl. Geschlechtsorgane



Abb. 10: MRI und Sonogramm - Hoden Hund, männl. Geschlechtsorgane

4.1.2.1.1.3 Makroskopie

Das „Makroskopie“ – Unterkapitel im Magen-Darm-Programm soll ebenfalls die Organanatomie wiederholen. Fotografien von Schnittpräparaten sind entsprechenden Sonogrammen zum direkten Vergleich gegenübergestellt. Die Schnittpräparate, zusammengefügt zu einer Slideshow, werden zuerst in der Übersicht, anschließend im Ausschnitt mit Schallkopf und zum Schluss mit eingeblendeter Legende sichtbar.

4.1.2.1.2 Unterkapitel Schallposition

4.1.2.1.2.1 Schallkopfposition

Dem Benutzer wird in diesem Unterkapitel „Schallkopfposition“ die Position des Schallkopfes, zur korrekten Darstellung der gewünschten Organe durch Fotografien näher gebracht. Dieses Unterkapitel ist bei den Hauptthemenkomplexen „Hoden“ und „Penis“ nicht vorhanden.

4.1.2.1.2.2 Schallkopfführung

Das Unterkapitel „Schallkopfführung“ baut auf dem Inhalt des Unterkapitels „Schallkopfposition“ auf. Durch reale Filmaufnahmen wird die korrekte Führung des Schallkopfes während der Sonografie der jeweiligen Organe demonstriert. Bei dem entsprechenden Kapitel der Hauptthemenkomplexe Prostata und Magen ist zur gleichen Zeit der entsprechende Ultraschallfilm des Organs eingeblendet.

Das Unterkapitel „Schallposition“ im Themenbereich Hoden ist untergliedert in „Sagittal-“ und „Transversalansicht“. Die „Sagittalansicht“, bestehend aus drei Seiten, wird demonstriert durch eine Filmaufnahme der korrekten Führung des Schallkopfes sowie durch ein entsprechendes sonografisches Video des Hodens in sagittaler Schallposition. Verdeutlicht wird dies nochmals durch eine Fotografie dieser Schallkopfposition. Die letzte Seite des Unterkapitels zeigt die Sonografie des Hodens in der Sagittalansicht, indem der andere Hoden als natürliche Vorlaufstrecke genommen wird. Das Unterkapitel „Transversalansicht“, bestehend aus zwei Seiten, entspricht inhaltlich der „Sagittalansicht“.

In dem Themenbereich „Penis“ wird die Führung des Schallkopfes und somit die Darstellung des Penis in sagittaler und transversaler Ansicht in einem Video vorgeführt.

4.1.2.2 Hauptkapitel Zweidimensionale Sonografie

Das Hauptkapitel „Zweidimensionale Sonografie“ ist, abhängig von den Themenkomplexen, in verschiedene Unterkapitel untergliedert, was im Folgenden für die einzelnen Organe aufgeführt wird.

4.1.2.2.1 Prostata

Das Kapitel „Zweidimensionale Sonografie“ beinhaltet die Unterkapitel:

- 1) Bildeinstellung
- 2) Sagittalansicht
- 3) Transversalansicht
- 4) Ähnliche Strukturen

- 1) In dem Unterkapitel „Bildeinstellung“ wird der Unterschied zwischen verschiedenen Ultraschallgeräten und der damit verbundenen Änderung der Bildqualität, anhand von zwei Sonografiebildern der Prostata aufgezeigt. Es steht weniger die allgemeine Bildeinstellung wie Eindringtiefe, Frequenz und Fokusplatzierung im Vordergrund, sondern mehr die technische Leistung des benutzten Equipments.
- 2) In dem Unterkapitel „Sagittalansicht“ werden die verschiedenen Schnittebenen – links peripher paramedian, links paramedian, median mit Harnröhre und rechts paramedian – durch die Prostata an Hand von vier Sonografiebildern aufgezeigt. Zudem wird auf die Form und das physiologische Erscheinungsbild des Organs eingegangen. Darauffolgend wird das unterschiedliche sonografische Erscheinen der Prostata bei einem sechsmonatigen Welpen, einem zweijährigen Rüden, einem zwölfjährigen Rüden und einem zehnjährigen kastrierten Rüden aufgezeigt.
- 3) Das Unterkapitel „Transversalansicht“ orientiert sich thematisch an dem vorangegangenen Unterkapitel „Sagittalansicht“. Sonografiebilder, Transversalansichten im kranialen und kaudalen Bereich und eine Videoaufzeichnung der vollständigen Durchmusterung der Prostata zeigen nochmals das physiologische Aussehen und das korrekte Abbilden der Prostata für eine vollständige Beurteilung auf.

Aufgrund der geringen klinischen Bedeutung der Prostata bei der Katze, ist das gesamte Kapitel „Zweidimensionale Sonografie“ kurz. In einer Videosequenz ist das Abfahren der Harnröhre prä- und postprostatistisch sowie Transversalansichten der Prostata zu sehen.

- 4) In dem Unterkapitel „Ähnliche Strukturen“, soll die Möglichkeit des Verwechselns des Harnblasenhalsfettgewebes mit der Prostata bei einem spätkastrierten Rüden durch zwei Sonografiebilder aufgezeigt werden. In dem dazugehörigen Text befindet sich der Link <alte Ultraschallsysteme> / <Frühkastraten und Hündinnen>, der den Benutzer zu einer Erläuterungsseite führt, die zusätzlich auf die Schwierigkeit des Differenzierens der Prostata vom Harnblasenhalsfettgewebes hinweist.

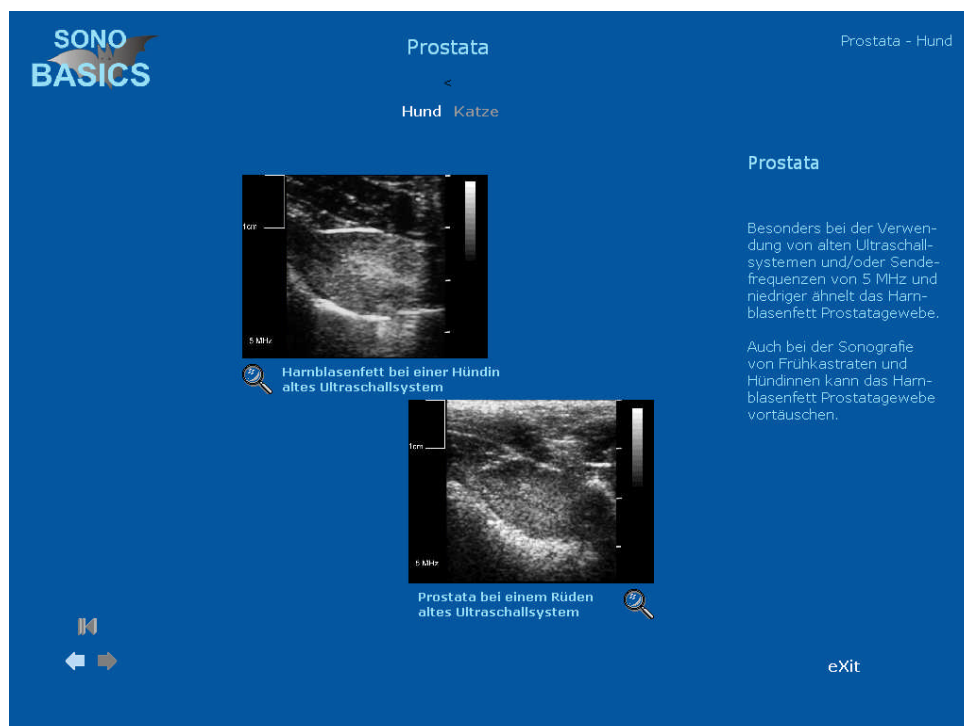


Abb. 11: Erläuterungsseite – Prostata und Harnblasenhalsfett Hund, männl. Geschlechtsorgane

4.1.2.2.2 Hoden

Im Themenkomplex „Hoden“ ist das Kapitel „Zweidimensionale Sonografie“ bei der Katze nicht weiter untergliedert. Beim Hund enthält es folgende Unterkapitel:

- 1) Bildeinstellung
- 2) Darstellbare Strukturen

1) Das Unterkapitel „Bildeinstellung“ beinhaltet vier Sonografiebilder des Hodens, zwei Sagittal- und zwei Transversalansichten. Beim Hund verdeutlicht das Unterkapitel, dass die vollständige sonografische Erfassung der Hoden in beiden Schnittebenen abhängig ist von der Größe des Hodens und von der Größe des Schallkopfes. Das wird erkennbar durch die Aufnahmen des kranialen und kaudalen Hodenpols in der Sagittalansicht sowie durch die Aufnahme beider Hoden in der Transversalansicht, der eine Aufnahme eines einzelnen Hodens im Transversalschnitt gegenübergestellt ist. Durch diese Bildgegenüberstellung wird die Notwendigkeit hervorgehoben, dass bei der korrekten sonografischen Untersuchung die Hoden nicht gleichzeitig erfasst werden können und im Längsschnitt der kraniale und kaudale Hodenpol getrennt voneinander dargestellt werden müssen.

Bei der Katze gibt es kein entsprechendes Unterkapitel „Bildeinstellung“. Das Kapitel „Zweidimensionale Sonografie“ ist nicht weiter untergliedert.

2) Hier wird auf die einzelnen Abschnitte und Strukturen des Hodens eingegangen. Vier Standbilder zeigen Nebenhodenkopf, -körper, -schwanz und das Rankenkonvolut am Kopfende des Hodens. Zusätzlich wird auf das sonografische Erscheinungsbild des Hodenparenchyms, des darin verlaufenden Bindegewebskörper und der Hodenkapsel hingewiesen.

4.1.2.2.3 Penis

Dieses Unterkapitel ist bei Hund und Katze nicht weiter untergliedert. Beim Hund werden Längs- und Querschnitte des Penis, der Penisspitze, dem darin liegenden Penisknochen und der Harnröhre in vier Sonogrammen demonstriert. In dem entsprechenden Kapitel bei der Katze befindet sich eine Videoaufnahme der Sonografie des Penis im Längsschnitt und zwei Standbilder des Penis in der Queransicht.

4.1.2.2.4 Magen

Das Kapitel „Zweidimensionale Sonografie“ ist bei Hund und Katze verschieden untergliedert. Im Nachstehenden wird auf die Einteilung beim Hund eingegangen und an entsprechender Stelle auf die Gegebenheiten bei der Katze hingewiesen.

Folgende Unterkapitel sind vorhanden:

- 1) Artefakte
 - 2) Leerer Magen
 - 3) Gefüllter Magen
 - 4) Magenperistaltik
 - 5) Magenausgang
-
- 1) Das Unterkapitel beschreibt die allgemeine Problematik der Sonografie des Magens in Abhängigkeit von seinem Füllungszustand, dem Gasgehalt und den damit verbundenen Artefakten (Mehrfachspiegelung, Schallauslöschung). Drei Sonogramme des Magens zeigen diese Artefakte. Das vierte Sonogramm, ein nahezu artefaktfreier leerer Magen, dient zum Vergleich.
 - 2) Quer- und Längsansichten verdeutlichen das Aussehen des leeren Magens im Ultraschall. Gerade für Anfänger ist es schwierig, die einzelnen Abschnitte der in Falten gelegten Magenschleimhaut zu differenzieren und als physiologisch zu erkennen. In diesem Unterkapitel besteht eine Verlinkung zum leeren Magen der Katze, in Längs- und Queransichten, bei der die Magenschleimhaut des leeren Magens eine typische „Radspeichenstruktur“ aufweist.
 - 3) Das Unterkapitel „Gefüllter Magen“ zeigt das unterschiedliche Aussehen des Magens, in Abhängigkeit von seinem Füllungszustand. Nochmals wird auf die Schichtung der Magenschleimhaut, ihr verändertes Aussehen bei gefülltem Zustand und die Notwendigkeit, die Dicke der Magenschleimhaut nur bei einem mäßig gefüllten Magen zu beurteilen, eingegangen.
 - 4) Das Unterkapitel „Magenperistaltik“ enthält zwei Videofilme, die die Kontraktionswellen des Magens zeigen. Die Beurteilung der Kontraktionswellen gelingt durch das regungslose Positionieren des Schallkopfes auf einem Magenabschnitt (links paramedian, Milz und Leber werden mit dargestellt) für drei Minuten, 30 Minuten nach Fütterung. Dieser Sachverhalt ist in zwei Videosequenzen dargestellt. Auf der ersten Seite zeigt ein Video vom gefüllten Magen, mit Zeitraffer (dreifache Geschwindigkeit) mehrere Peristaltikwellen. Der

Timer des Videogerätes ist zur Anzeige der drei Minuten eingeblendet. Die zweite Sequenz zeigt eine peristaltische Welle des Magens beim gleichen Hund, abgespielt in normaler Geschwindigkeit.

- 5) Die sonografische Darstellung des Magenausgangs (Pylorus) kann auch dem geübten Untersucher zum Teil Schwierigkeiten bereiten. Durch kraniales Kippen des Schallaustrittfensters unter die Rippen, bei rechts lateral und sagittal aufgesetztem Schallkopf, ist der Magenausgang am Übergang zwischen Magenkörper und Zwölffingerdarm zu sehen.

4.1.2.2.5 Dünndarm

In diesem Themenkomplex befinden sich beim Hund folgende Unterkapitel:

- 1) Darmanschnitte
- 2) Artefakte
- 3) Übergang
- 4) Zwölffingerdarmpapille
- 5) Darmmotorik

Das Kapitel „Zweidimensionale Sonografie“ besitzt bei der Katze, bis auf die Unterkapitel „Artefakte“ und „Darmmotorik“, die gleiche Untergliederung.

- 1) Eine Trickanimation veranschaulicht den Aufbau der Dünndarmschleimhaut und wie sich die einzelnen Schichten im Ultraschall präsentieren. Auf die Queransicht einer Dünndarmschlinge ist ein Ausschnitt eines histologisch gefärbten Präparates der Dünndarmschleimhaut gelegt. Die Beschriftung der einzelnen Schichten erleichtert das Erkennen dieser im Ultraschallbild. Zudem sind bei Hund und Katze Aufnahmen verschiedener Dünndarmabschnitte zu sehen.
- 2) Das Unterkapitel „Artefakte“, das es nur beim Hund gibt, greift wie bereits beim Magen, die Problematik der Artefaktbildung (Mehrfachspiegelung, Schallauslöschung) aufgrund von Gas oder Ingesta auf.
- 3) Die Darstellung des Übergangs vom Magen in den Dünndarm ist in der täglichen Ultraschallpraxis von geringerer Bedeutung, trotzdem wird dieser Bereich des Magen-Darm-Traktes für den fortgeschrittenen Sonografen in einem Unterkapitel vorgestellt. Bei Hund und Katze ist die Schallkopfführung zum Aufsuchen dieses Abschnittes detailliert beschrieben. Videoaufnahmen veranschaulichen deren Aussehen.

- 4) Die Zwölffingerdarmpapille (Papilla duodeni major) wird durch Aufsuchen des absteigenden Zwölffingerdarmes, rechts paramedian und dessen retrogrades, kraniales Abfahren, dargestellt. Dieses Vorgehen ist bei Hund und Katze identisch und besteht bei beiden aus je einer Seite.
- 5) Die am Dünndarm vorkommenden Eigenbewegungen – Pendelbewegungen und peristaltische Wellen – werden am Beispiel des Unterkapitels „Darmmotorik“ beim Hund vorgestellt und beschrieben.

4.1.2.2.6 Dickdarm

Die Unterkapitel des Themenkomplexes „Dickdarm“ sind bei Hund und Katze identisch:

- 1) Blinddarm
 - 2) Grimmdarm
 - 3) Mastdarm
- 1) Der Blinddarm besitzt eine geringe sonografische Bedeutung. Er liegt beim Hund kranial der Harnblase, in unmittelbarer Nachbarschaft zur rechten Niere und dem absteigenden Anteil des Zwölffingerdarms. Beim Hund ist sein Aussehen im Sonogramm mehr korkenzieherartig, bei der Katze kommaförmig. Eine eindeutige Differenzierung des Blinddarmes von anderen Abschnitten des Darmes ist schwierig und gelingt nur an Hand seiner Topografie.
 - 2) Die einzelnen Abschnitte des Grimmdarmes – aufsteigender, querer und absteigender Grimmdarm – können mittels der benachbarten Organen identifiziert werden. Wegen den durch die Ingesta verursachten Schallauslöschungen können in der Regel nur die schallkopfnahen Anteile dargestellt werden.
 - 3) Der Mastdarm besitzt in der Sonografie mehr Bedeutung als Bezugsorgan, zur Abgrenzung anderer Bauchorgane. In unmittelbarer Nachbarschaft zum Mastdarm befinden sich die Harnblase, beim männlichen Tier die Prostata und beim weiblichen Tier die Gebärmutterhörner.

4.1.2.3 Hauptkapitel Dopplersonografie

Dieses Hauptkapitel ist in beiden Programmen für Prostata, Hoden und Magen, außer bei den männlichen Geschlechtsorganen bei der Katze, vorhanden und enthält die Unterkapitel „Farbdoppler“ und „PW-Doppler“, die didaktisch gleich aufgebaut sind. Die Themenkomplexe „Penis“, „Dünndarm“ und „Dickdarm“ beinhalten kein solches Hauptkapitel. Die „Dopplersonografie“ in dem Themenkomplex „Hoden“ enthält als weiteres Unterkapitel den „Dreidimensionalen Farbdoppler“.

Dieses Kapitel ist für fortgeschrittene Sonografen gedacht und setzt bereits vorhandenes Wissen über die zweidimensionale Sonografie voraus, enthält aber auch Informationen über die Grundlagen für Anfänger in diesem Bereich.

4.1.2.3.1 Farbdoppler

Dieses Unterkapitel ist die Vorbereitung für das nachfolgende Unterkapitel „PW-Doppler“ und zeigt mit entsprechenden Bildern und Videosequenzen, welche Gefäße der jeweiligen Organe für eine solche Untersuchung relevant sind. Auf die Interpretation der wiedergegebenen Farbcodierung wird ebenso eingegangen, wie auf mögliche Fehlerquellen.

4.1.2.3.2 PW-Doppler

In diesem Unterkapitel werden die Bedingungen geschildert, die nötig sind, um eine korrekte Blutflussmessung verzeichnen zu können. Fehlerhafte Einstellungen sind richtigen Einstellungen gegenübergestellt. Insbesondere wird auf das unterschiedliche Blutflussmuster und die unterschiedliche Geschwindigkeit des fließenden Blutes in den Gefäßen der jeweiligen Organe hingewiesen. In den Themenkomplexen „Prostata“ und „Hoden“ befinden sich zusätzliche Seiten, die weitere Informationen über die Parameter SPV, DPV, EDV und RI enthalten.

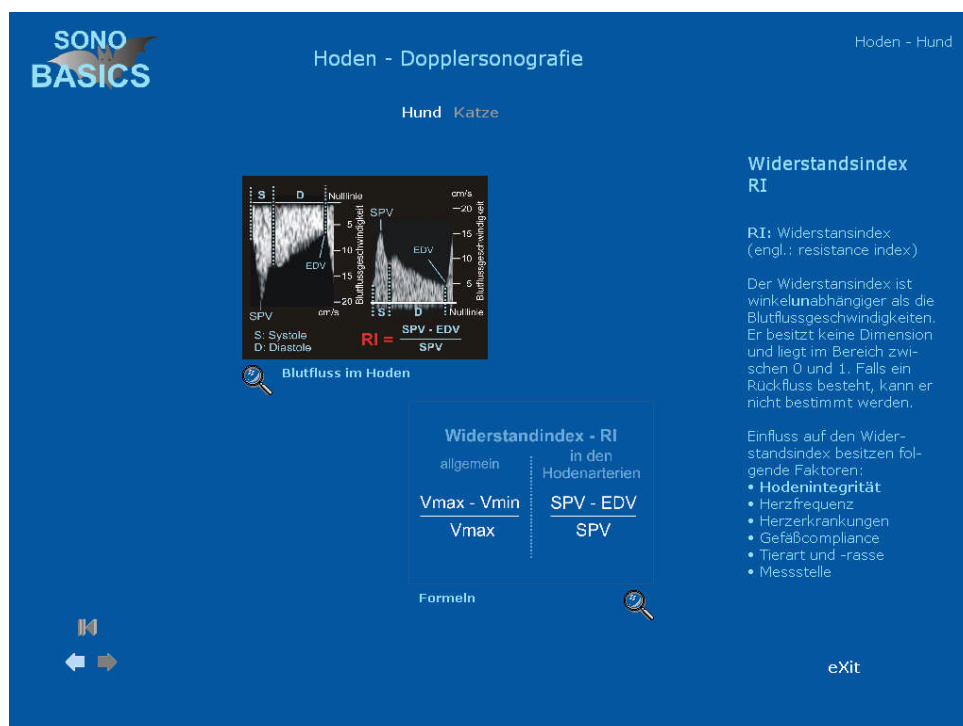


Abb. 12: Erläuterungsseite – Dopplersonografie Hoden Hund, männl.
Geschlechtsorgane

4.1.2.3.3 Dreidimensionaler Farbdoppler

Dieses Unterkapitel soll einen Ausblick auf die dreidimensionale Farbdopplersonografie bieten und dient der Demonstration der zukünftigen technischen Möglichkeiten.

4.1.3 Informationsseiten und Index

Zur Erläuterung der Handhabung der Programme finden sich zu Beginn die Informationsseiten, die über Betätigung des Informationsbuttons auf der Startseite oder von den Anhangsseiten aus über einen Menülink erreicht werden können. Auf diesen Seiten finden sich Informationen zu Navigation, Menübedienung sowie vorhandenes Bild- und Filmmaterial. Gleichzeitig erhält der Anwender einen Ausblick darauf, was die Programme an inhaltlicher und technischer Leistung erbringen. Die Informationsseiten können entweder nacheinander durchgeblättert werden oder über ein eigenes Menü durchgeschaut werden. Durch das Bedienelement „Info verlassen“ gelangt der Anwender wieder an seinen Ausgangspunkt zurück.



Abb. 13: Informationsseite, männl. Geschlechtsorgane

Die Indexseiten, den Programmen nachgestellt, sind ein Bestandteil des Anhangs. In alphabetischer Reihenfolge werden die bedeutenden Inhalte der Programme aufgelistet und können über ein Register direkt eingesehen werden. Beim Anklicken des gewünschten Themas gelangt der Anwender unmittelbar zu der entsprechenden Seite im Programm.



Abb. 14: Register einer Indexseite – Magen-Darm-Trakt

**SONO
BASICS**

Index
Seite 10/16

Anhang

A B D F G H I K L M N P S T Ü Z

MAGEN
DÜNNDARM
DICKDARM
ANHANG
» Index
Information
Nomenklatur,
Abkürzungen
Literatur
Danksagung
Impressum

- Magen; Hund
- -, -, Anatomie, Makroskopie
- -, -, Anatomie, Topografie
- -, -, Artefakte
- -, -, Dopplersonografie
- -, -, Farbduplex
- -, -, gefüllter Magen
- -, -, leerer Magen
- -, -, Magenperistaltik
- -, -, Magenausgang
- -, -, PW-Doppler
- -, -, Schallposition
- -, -, Zweidimensionale Sonografie
- Magen; Katze
- -, -, Anatomie, Makroskopie
- -, -, Anatomie, Topografie
- -, -, Dopplersonografie
- -, -, Farbduplex
- -, -, Langsicht
- -, -, PW-Doppler
- -, -, Queransicht
- -, -, Schallposition
- -, -, Zweidimensionale Sonografie
- Mastdarm; Hund
- Mastdarm; Katze

Startseite
Drucken


eXit

Abb. 15: Indexseite des Buchstaben „M“ – Magen-Darm-Trakt

4.2 Ergonomische Umsetzung

4.2.1 Animation

In den Programmen finden sich, neben den eigentlichen Filmsequenzen, keine Animationen in Form von Flash-Animationen oder Java-Applets, die die Aufmerksamkeit auf sich ziehen könnten. Als einzige Ausnahme ist die Flash-animierte Fledermaus auf der Eingangsseite und die Slideshow auf der Willkommenseite zu nennen. Alle Bedienelemente wie Menü, Vorwärts- und Rückwärtspfeil oder Hyperlinks sind nicht animiert.

4.2.2 Seitengestaltung

4.2.2.1 Seitentypen

Als Layout für die Programme wurden verschiedene Seitentypen entwickelt, die alle derselben grundsätzlichen Gestaltung folgen. Das bedeutet, dass die Positionierung des Logos, des Menüs, der Bedienelemente, der Bilder und des Textes das gleiche homogene Erscheinungsbild haben.

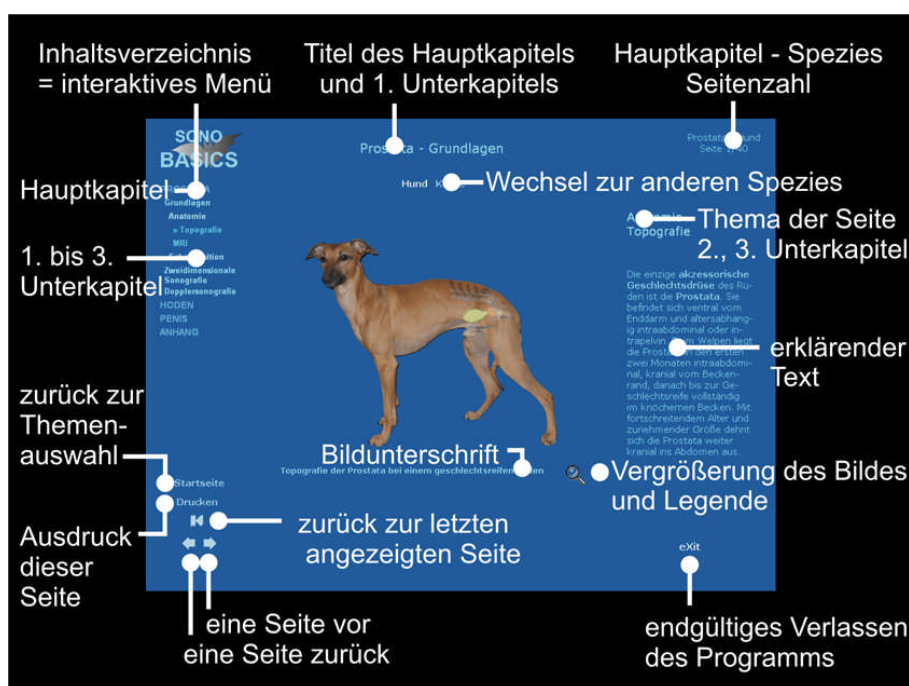


Abb. 16: Seitenaufbau – Informationsseite, männl. Geschlechtsorgane

Im oberen Abschnitt jeder Seite ist der Themenkomplex (z.B. Prostata oder Magen) mit dem jeweiligen Hauptkapitel (Grundlagen) und der Spezies (Hund oder Katze) zu finden. Der Text ist spaltenförmig rechts auf den Seiten angeordnet, mit der dazugehörigen Überschrift, bestehend aus dem momentanen Unterkapitel und Unterpunkt.

Bezogen auf die visuelle Informationsdarstellung gibt es acht verschiedene Seitentypen:

- Seite mit zentralem Text
- Seite mit zentralem Bild
- Seite mit zentralem Video, mit Steuerungsleiste
- Seite mit zentralem Video, ohne Steuerungsleiste
- Seite mit zwei Bildern
- Seite mit einem Video und einem Bild
- Seite mit vier Bildern
- Vergrößerungsseite

Für komplizierte Sachverhalte wurde ein Seitentyp gewählt, der nur Text enthält.

SONO BASICS

Hoden - Grundlagen

Hoden - Hund
Seite 18/40

Hund Katze

PROSTATA
HODEN
Grundlagen
Anatomie
» Hodenabstieg
Topografie
MRI
Schallposition
Zweidimensionale Sonografie
Dopplersonografie
PENIS
ANHANG

Hodenabstieg - Anatomie

Der Hoden entwickelt sich abdominal aus dem mittleren Teil der Keimdrüsenanlage. Während des Hodenabstiegs - Descensus testis - verläßt der Hoden seinen abdominalen Entstehungsort kaudal der Nieren. Er wandert abdominal zum inneren Leistenring, tritt durch den Leistenpalt und gelangt durch den äußeren Leistenring direkt in den Hodensack. Nebenhoden, Samenleiter und versorgende Strukturen steigen gemeinsam mit dem jeweiligen Hoden ab.

Hodenabstieg - Descensus Testis

Zirka eine Woche vor der Geburt beginnt der Hodenabstieg. Trotzdem befinden sich die Hoden beim neugeborenen Hund noch vollständig in der Bauchhöhle und können im Mittel erst um die fünfte Lebenswoche erstmals im Hodensack palpirt werden. Die individuelle Variabilität ist sehr groß.

Ein fehlender, unvollständiger oder einseitiger Hodenabstieg heißt Kryptorchismus. Nicht abgestiegene Hoden bleiben in ihrer Entwicklung zurück und können entarten.

Startseite
Drucken
← →
eXit

Abb. 17: Seitentyp mit zentralem Text, männl. Geschlechtsorgane

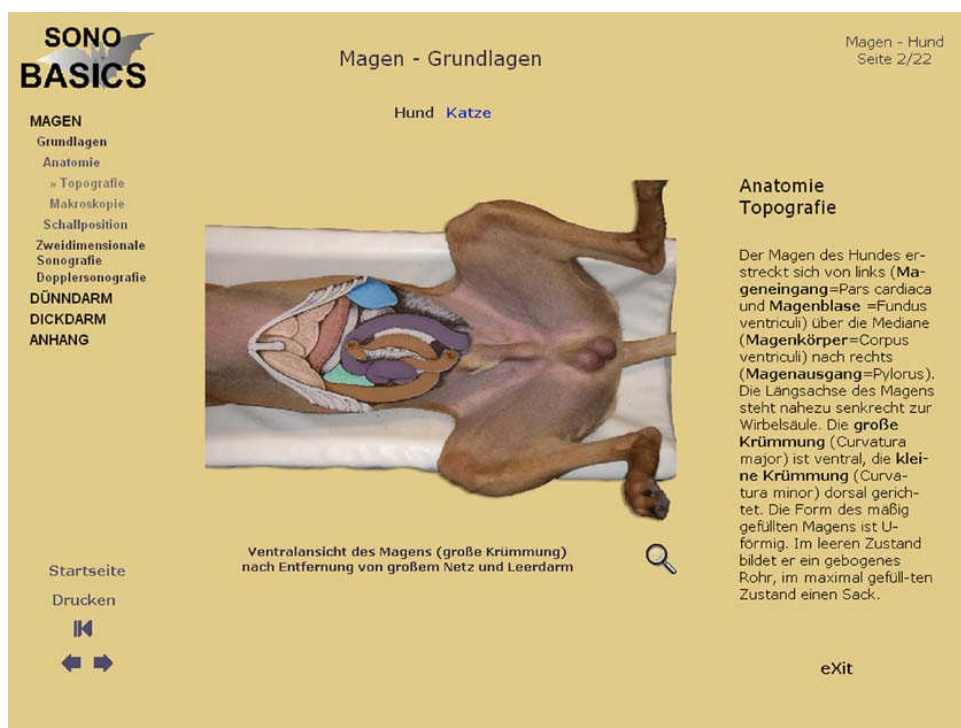


Abb. 18: Seitentyp mit zentralem Foto, Magen-Darm-Trakt



Abb. 19: Seitentyp mit zentralem Video und Steuerungsleiste, männl. Geschlechtsorgane



Abb. 20: Seitentyp mit zentralem Video, ohne Steuerungsleiste, Magen-Darm-Trakt



Abb. 21: Seitentyp mit zwei Bildern, männl. Geschlechtsorgane

SONO BASICS

Dickdarm - Makroskopie

Dickdarm - Hund
Seite 3/11

Hund Katze

MAGEN
DÜNNDARM
DICKDARM
Grundlagen
Anatomie
Topografie
» Makroskopie
Schallposition
Zweidimensionale Sonografie
ANHANG

Anatomischer Transversalschnitt mit Dünn- und Dickdarm

Dünn- und Dickdarm (Sonografie)

Anatomie
Makroskopie

Der Wandaufbau des Dickdarms unterscheidet sich deutlich von demjenigen des Dünndarms. Da Zotten fehlen, ist die echoarme Schleimhaut des Dickdarms viel dünner als die des Zwölffinger-, Leer- und Hüftdarms. Die echoreiche Submukosa, die echoarme Muskelschicht und das echoreiche Bauchfell von Blind-, Grimm- und Mastdarm entsprechen dem sonografischen Bild des Dünndarms.

Die Dickdarmschleimhaut weist Längsfalten auf, die bei Bedarf eine erhebliche Zunahme des Lumens ermöglichen.

Startseite
Drucken
eXit

Abb. 22: Seitentyp mit einem Video und einem Bild, Magen-Darm-Trakt

SONO BASICS

Penis - Zweidimensionale Sonografie

Penis - Hund
Seite 40/40

Hund Katze

PROSTATA
HODEN
PENIS
Grundlagen
» Zweidimensionale Sonografie
ANHANG

Zweidimensionale Sonografie

Im Ultraschallbild erscheinen Präputium und Penis durch den echofreien Präputialschlitz gut gegeneinander abgegrenzt.

Die verschiedenen Schwellkörper des Penis sind einheitlich mittlechogen und nur anhand ihrer Topografie eingeschränkt zu differenzieren. Der Penisknochen stellt sich augenfällig echoreich mit anschließender Schallauslöschung dar. Veränderungen des Penisknochen, die im Allgemeinen ohne klinische Bedeutung sind, zeigen sich in den Transversalansichten durch atypische oder fehlende Symmetrie.

Sagittalanisicht Penisspitze
Sagittalanisicht Penischaft
Transversalanisicht Penischaft mit Penisknochen
Transversalanisicht veränderter Penisknochen

Startseite
Drucken
eXit

Abb. 23: Seitentyp mit vier Bildern, männl. Geschlechtsorgane

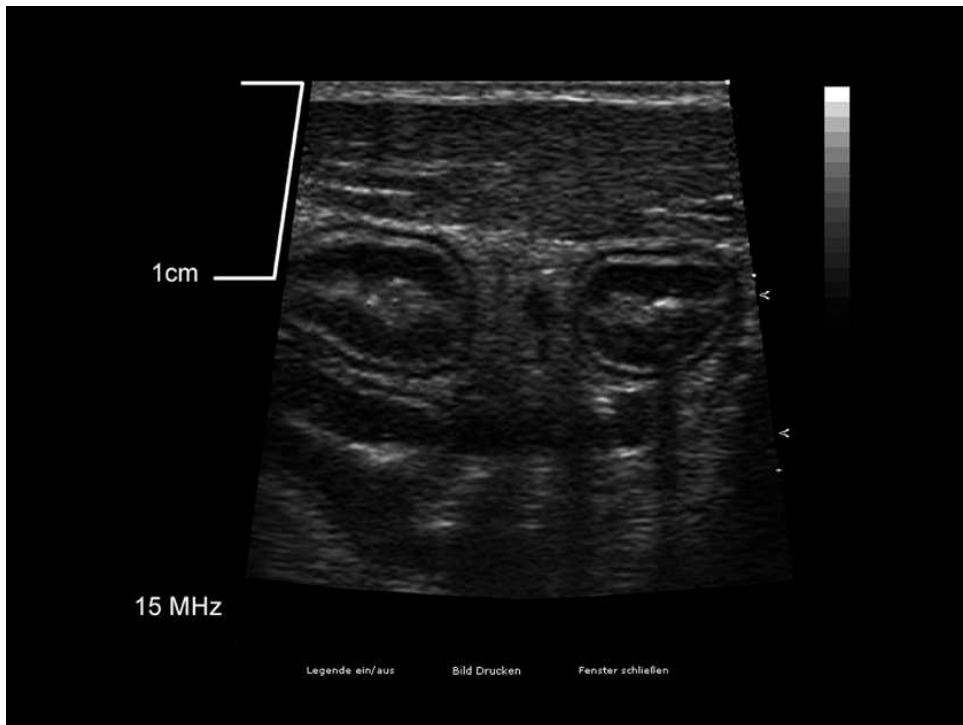


Abb. 24: Vergrößerungsseite, Legende ausgeblendet, Magen-Darm-Trakt

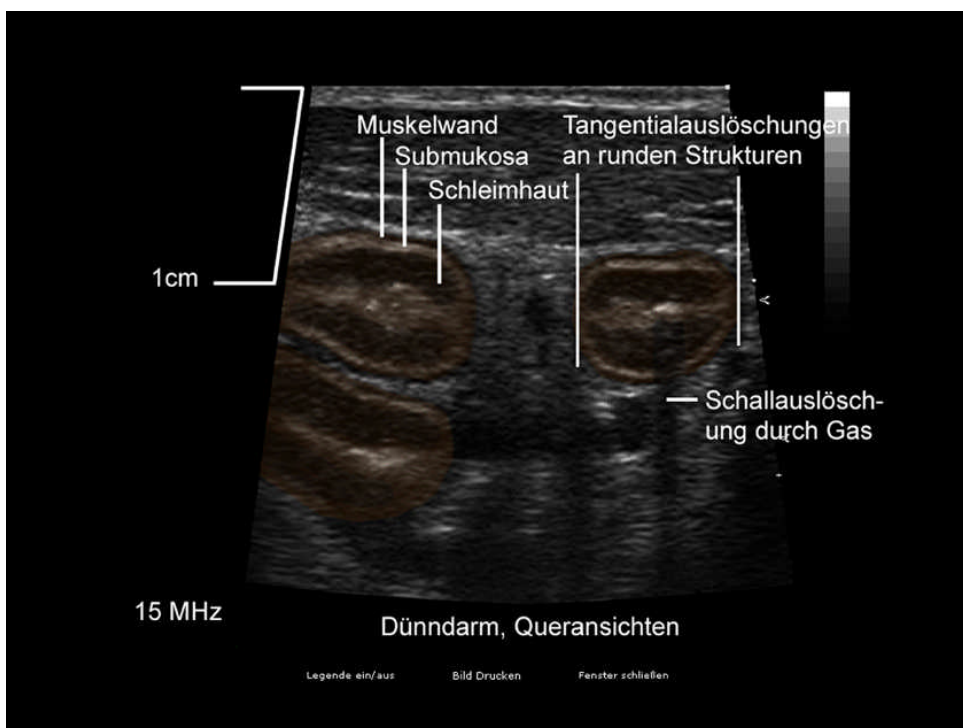


Abb. 25: Vergrößerungsseite, Legende eingeblendet, Magen-Darm-Trakt

4.2.2.2 Farbe

4.2.2.2.1 Hintergrund

Der Hintergrund in dem Lernprogramm „männliche Geschlechtsorgane“ hat nach dem RGB-Standard die Bezeichnung Rot = 5, Gelb = 87 und Blau = 160, das der webtauglichen Farbbezeichnung #0557A0 entspricht. Der Hintergrund des Lernprogramms „Magen-Darm-Trakt“ setzt sich aus dem RGB-Standard Rot = 227, Gelb = 204 und Blau = 136, entsprechend der Web-Farbbezeichnung # E3CC88 zusammen. Diese Hintergrundfarben sind für alle Seiten des Programms einheitlich. Die Vergrößerungsseiten haben einen schwarzen Hintergrund.

4.2.2.2.2 Schrift

Die Farben für Überschriften, Menü und dessen Untergliederungen sowie Text wurden unterschiedlich gewählt. Im Programm „Männliche Geschlechtsorgane“ kommen folgende RGB-Farben für die Schrift zum Einsatz:

- 98e0f8 = hellblau für Seitenüberschrift, Hauptkapitel im Menü, Text, Textüberschrift und Bildunterschrift
- 63acf7 = mittelblau für Themenkomplex im Menü
- badaf5 = eisblau für die Kapitel im Menü
- 51cdf5 = türkisblau für die Unterkapitel im Menü

Die RGB-Farben für die Schrift in dem Programm „Magen-Darm-Trakt“ sind folgende:

- 2E2B42 = Anthrazitschwarz für Seitenüberschrift, Hauptkapitel im Menü, Textüberschrift und Bildunterschrift
- 000000 = schwarz für Themenkomplex im Menü und Text
- 4F4D6F = Dunkelgrau für Kapitel im Menü
- 6C6C6F = Hellgrau für Unterkapitel im Menü

Hyperlink-Worte im Text kommen nur im „Männliche Geschlechtsorgane“ – Programm vor. Sie haben die RGB-Farbe #ffffff (weiß) und für den Mouse-over Effekt #FF0000 (rot).

Als Schrifttyp wurde für beide Programme die serifenlose Schrift „Verdana“ ausgewählt. Überschriften, Text und Schaltflächen sind in „Verdana“ gehalten in der Schriftgröße zwischen 10 und 16 pt. Für das SonoBasics-Logo und das Menü wurde die Schriftart „Arial“ in den Größen 10-48 pt verwendet.

4.2.2.2.3 Bildlegenden

Die Ultraschallbilder wurden nachbearbeitet und die wichtigen erkennbaren Strukturen farblich hervorgehoben. Für einen größeren Wiedererkennungswert ist jedem Organ eine Farbe zugeordnet, die konstant für alle Bilder beibehalten wurde. Auch den benachbarten Organen wurden eigene Farben zugeteilt, die sich in beiden Programmen finden, z.B. Harnblase oder Harnröhre.

4.2.3 Bedienungselemente

4.2.3.1 Menü

Das Menü in den beiden SonoBasics-Programmen ist ein Pull-down Menü. Im zugeklappten Zustand sind die Themenkomplexe (Prostata, Hoden, Penis bzw. Magen, Dünndarm, Dickdarm) zu sehen.

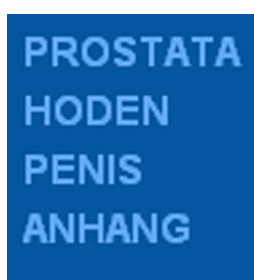


Abb. 26: zugeklapptes Menü,
männl. Geschlechtsorgane



Abb. 27: zugeklapptes Menü
Magen-Darm-Trakt

Durch Anklicken eines Themenkomplexes werden die dazugehörenden Hauptkapitel sichtbar. Zur weiteren Auswahl muss auf das Hauptkapitel geklickt werden, wodurch die dahinterliegenden Unterkapitel erscheinen. Ist dieses Unterkapitel ebenfalls untergliedert, ist es nötig auf das sichtbare Unterkapitel zu klicken, damit die weiteren Unterpunkte zu sehen sind. Durch ein weiteres Anklicken des gewünschten Unter-

punktes wird die entsprechende Seite erreicht. Dieser Verlauf ist an den unteren Abbildungen zu erkennen.



Abb. 28: Pulldown-Menü, Verlauf des Aufklappens, Magen-Darm-Trakt

Damit dem Benutzer die Orientierung leichter fällt und um zu sehen, welche Seite geöffnet ist, erscheint das Menü auf jeder neu geöffneten Seite im aufgeklappten Zustand. Ein Doppelpfeil zeigt an, in welchem Kapitel und Unterkapitel sich die Seite befindet.



Hier ist eine Seite des Themenkomplexes „Dickdarm“, Hauptkapitel „Zweidimensionale Sonografie“ und Unterkapitel „Grimmdarm“ geöffnet, erkennbar durch den Doppelpfeil.

Auf jeder Seite besteht die Möglichkeit, das Menü auf- und zuzuklappen sowie alle Unterkapitel anzuklicken.

Abb. 29: Aufgeklapptes Menü, Magen-Darm-Trakt

4.2.3.2 Dialogbausteine

Innerhalb der Programme befinden sich die gleichen Dialogbausteine.

Die Registerkarte Hund bzw. Katze ermöglicht den Vergleich zwischen den Spezies. Ist keine entsprechende Seite bei der anderen Spezies vorhanden, so ist die Schaltfläche grau.


 Hund Katze

Abb. 30: Registerkarte Katze aktiv,
männl. Geschlechtsorgane



 Hund Katze

Abb. 31: Registerkarte Katze inaktiv,
männl. Geschlechtsorgane

Das Lupensymbol ist unter jedem Bild bzw. Video angeboten und linkt auf die dazugehörige Vergrößerungsseite.



Abb. 32: Lupensymbol

Mit Hilfe des Vorwärts- und Rückwärtspfeils können die Programme Seite für Seite durchgearbeitet werden. Die letzte Seite bei der Spezies Hund ist mit der jeweiligen ersten Seite der Spezies Katze verlinkt. Die letzte Seite bei der Spezies Katze führt über den Vorwärtspfeil zum Anhang.



Abb. 33: Vorwärts- und Rückwärtspfeil, beide aktiv



Da auf manchen Seiten der Benutzer nur in eine Richtung gehen kann, z.B. auf der Willkommenseite oder bei Erläuterungsseiten, ist der Pfeil der entsprechenden Richtung nicht aktiv.



Abb. 34: Rückwärtspfeil inaktiv



Abb. 35: Vorwärtspfeil inaktiv



Abb. 36: Backtrack-Button

Der Backtrack-Button ermöglicht dem Benutzer auf die jeweils zuletzt besuchte Seite zurück zu gelangen.



Abb. 37: Exit-Button

Mit dem Bedienelement „eXit“ kann das Programm von jeder Seite aus verlassen werden, dem ein kurzer Abspann folgt.



Abb. 38: Informationsbutton

Der Informations-Button findet sich nur auf der Startseite der Programme wieder. Über ihn gelangt der Benutzer auf die Informationsseiten, welche die Bedienung und die Navigation durch das Programm erklären.

4.3 Umsetzung des computerbasierten Lernangebotes

4.3.1 Eingesetzte Medien

4.3.1.1 Bilder

Alle eingearbeiteten Bilder sind im JPEG-Format ausgegeben und haben die Originalgröße 630 x 840 Pixel und einer Auflösung von 300 Pixel / cm. Nach Art der Bilder können Fotocollagen (kolorierte anatomische Zeichnungen eingearbeitet in Tieraufnahmen), farblich nachbearbeitete Organschnitte, MR-Aufnahmen und Ultraschallaufnahmen unterschieden werden. Zudem gibt es noch Aufnahmen ohne Farbbearbeitung oder Beschriftung. Die Fotokollagen sind die Grundlage für das spätere Aufsuchen und Erkennen der sonografischen Anatomie der betreffenden Organe. Über mehrere Arbeitsschritte wurden anatomische Zeichnungen aus Primärliteratur digital farblich nachbearbeitet und in Fotografien von Hund und Katze derart eingearbeitet, dass sie der Anatomie möglichst genau entsprechen. Für die Topografie der männlichen Geschlechtsorgane wurden zusätzlich eine lateral und eine vd Röntgenaufnahme des Beckens eines Rüdens angefertigt, in mehreren Arbeitsschritten freigestellt und anschließend durch Drehen und Kippen in eine Aufnahme desselben Rüdens eingearbeitet. Allen Organen ist eine bestimmte Farbe zugeordnet, wodurch das Erkennen der wichtigen Strukturen in den nachfolgenden Kapiteln für den Anwender erleichtert wird.

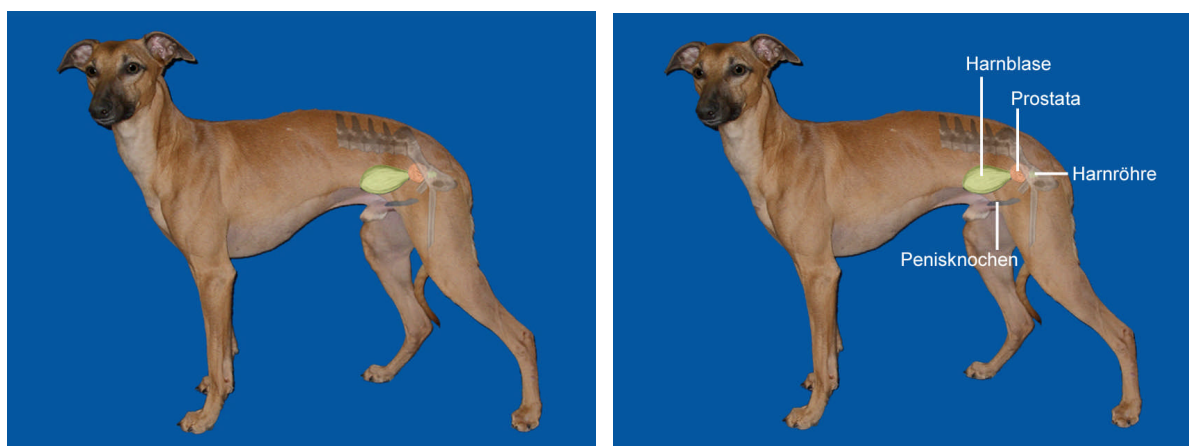


Abb. 39: Fotokollage aus Tierfoto, Röntgenbild und anatomische Organezeichnung, zur Topografie der männlichen Geschlechtsorgane beim Hund

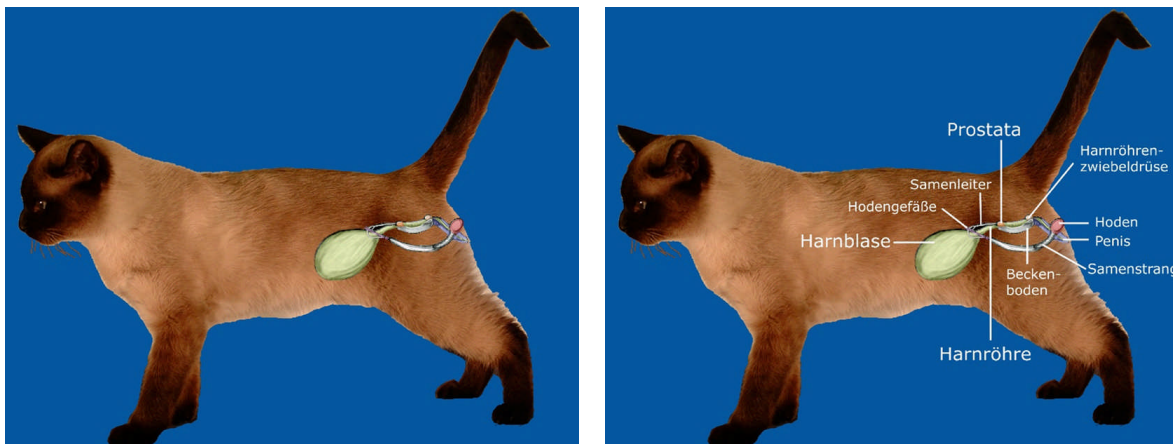


Abb.40: Fotokollage zur Topografie der männlichen Geschlechtsorgane beim Kater, Legende aus- und eingeblendet

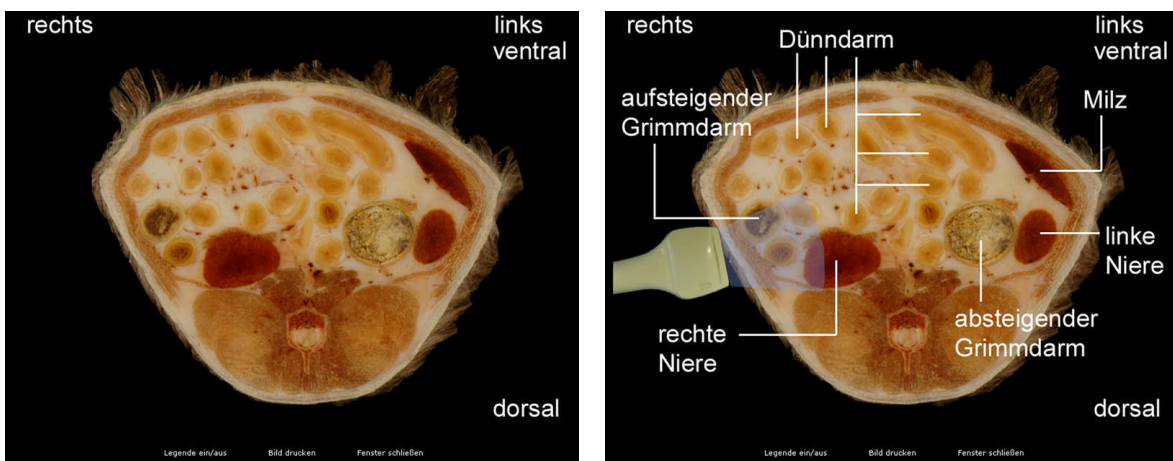


Abb. 41: Organpräparat – Kapitel „Makroskopie Dünndarm“ bei der Katze

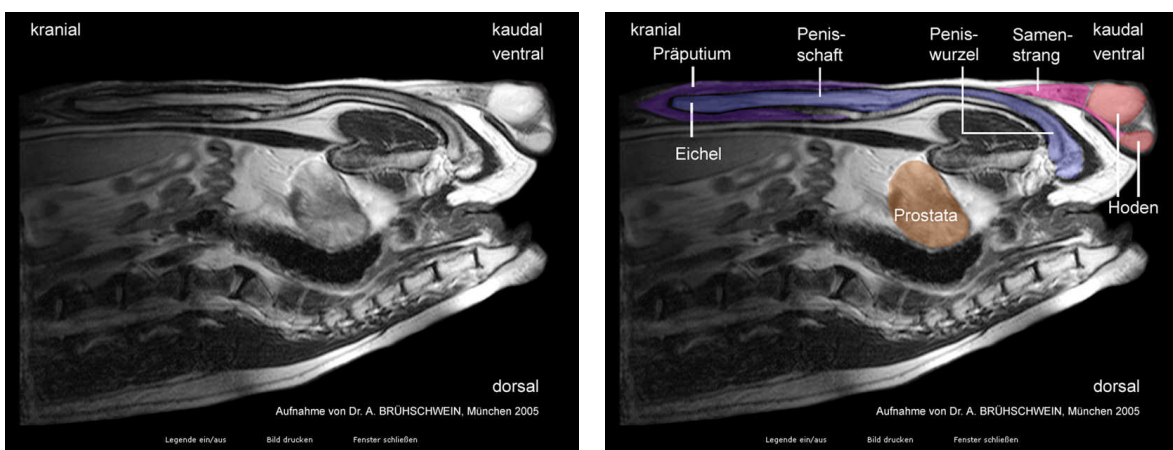


Abb. 42: MRI – Kapitel „MRI Hoden“ beim Hund, männl. Geschlechtsorgane

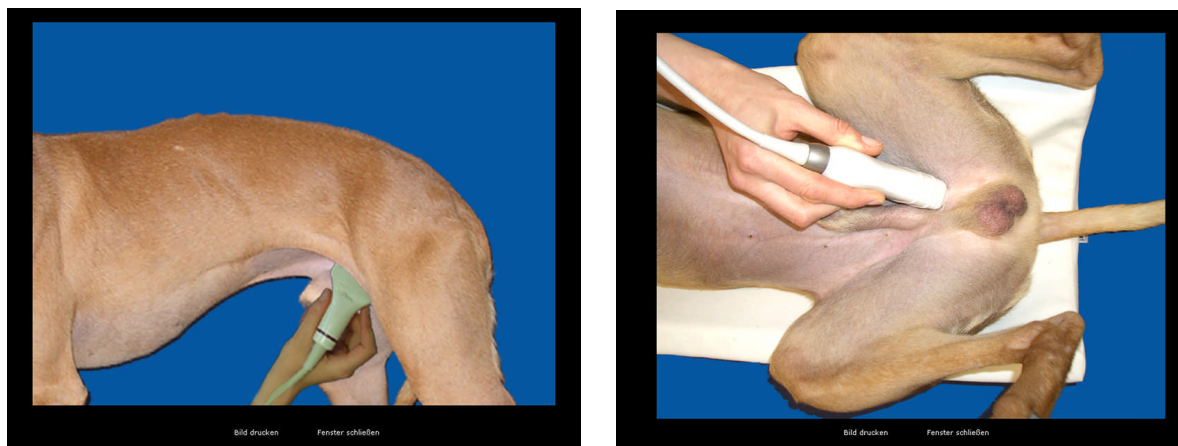


Abb. 43: Vergrößerungsseite Schallkopfposition ohne Legende, männl.
Geschlechtsorgane

In dem Kapitel „Zweidimensionale Sonografie“ sind die verwendeten Ultraschallbilder zunächst im Original, d.h. schwarz-weiß, zu sehen. Jedes Bild ist zusätzlich in kolorierter Form mit Legende auf der dazugehörigen Vergrößerungsseite hinterlegt. Für ein leichteres Erkennen wurden nicht nur die Umrisse nachgezeichnet, sondern die gesamte Organfläche koloriert. Neben der farblichen Hervorhebung sind alle wichtigen Strukturen zusätzlich beschriftet. Der Anwender hat somit die Möglichkeit, innerhalb der Kapitel zwischen anatomischen Gegebenheiten und Sonogramm zu vergleichen und zusätzlich seinen Lernerfolg, durch Ausblenden der Beschriftung, zu überprüfen.

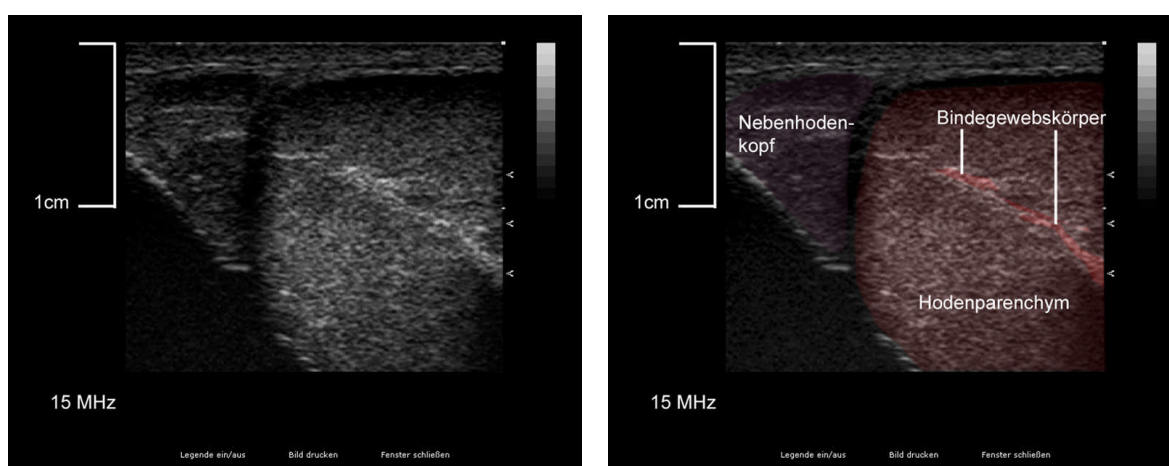


Abb. 44: Vergrößerungsseite Hoden Hund, Legende aus- und eingeblendet

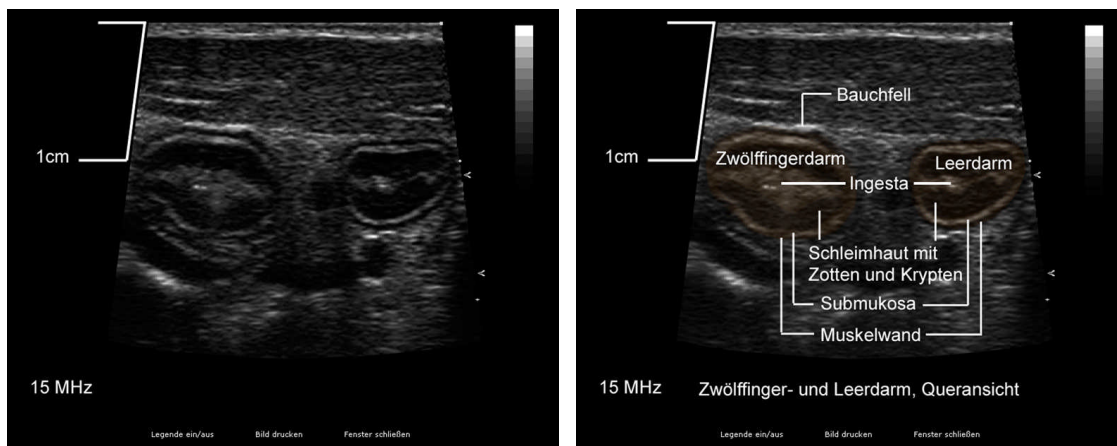


Abb. 45: Vergrößerungsseite Dünndarm Hund, Legende aus- und eingeblendet

4.3.1.2 Video

Die herangezogenen Videos sind im MPEG – Format hinterlegt, mit der Originalgröße 640 x 480 Pixel. Die Länge der Filme bewegt sich zwischen zehn Sekunden und maximal einer Minute und 20 Sekunden. Durch Überblendungen sind die Videos derart gestaltet, dass eingefügte beschriftete und kolorierte Standbilder die jeweilige bedeutende Information hervorheben und genauer erklären. Zusätzlich ist bei den Filmen zur Schallkopfführung im Themenkomplex Prostata und Magen das entsprechende Sonogramm mit eingeblendet.



Abb. 46: Schallkopfführung mit eingeblendetem Ultraschallfilm, männl. Geschlechtsorgane

Bei der überwiegenden Anzahl an Filmen kann der Anwender über eine Bedienungsleiste den Film an jeder beliebigen Stelle anhalten bzw. vor- oder zurückspulen.



Abb. 47: Videobediensleiste

In dem Kapitel Dopplersonografie sind die Filme mit Ton hinterlegt, wodurch ein enger Bezug zur Realität vorhanden ist.

4.3.2 Didaktik

Das Programm ist durch seine Gestaltung und Aufarbeitung für zwei Benutzergruppen, fortgeschrittene Sonografen und Anfänger der Sonografie, gleichermaßen konzipiert. Den Anfängern werden die Grundlagen der normalanatomischen Sonografie aufeinander aufbauend näher gebracht. Für fortgeschrittene Sonografen bieten die Programme die Möglichkeit, ihr Wissen der zweidimensionalen Sonografie auszubauen sowie die Einführung in die Dopplersonografie.

Der Anwender kann die Programme Seite für Seite durcharbeiten oder über das Menü und die Indexseiten, die für ihn interessanten Kapitel direkt aufsuchen. Spezielle Fragen können geübte Sonografen mit Hilfe der Indexseiten im Anhang sofort nachschauen. Durch diese Auswahlmöglichkeit des Lernweges kann jeder Einzelne seine persönliche Arbeitsweise kreieren. Strukturell bewegt sich der Anwender innerhalb der Themenkomplexe vom Einfachen zum Schwereren, vom Allgemeinen zum Speziellen. Das Kapitel Grundlagen mit dem Unterkapitel „Anatomie“ und „Schallposition“ liefert allgemeine Informationen zu Topografie, Anatomie und Schallpositionen der betreffenden Organe. Das Grundlagenkapitel ist die Basis für die auf ihm aufbauenden Kapitel „Zweidimensionale Sonografie“ und „Dopplersonografie“. In dem Kapitel „Zweidimensionale Sonografie“ wird auf die jeweiligen Organe sowie deren Besonderheiten in der zweidimensionalen Sonografie eingegangen. Das Dopplerkapitel dient zur Weiterbildung des fortgeschrittenen

Sonografen. Durch die Sequenzierung und Strukturierung der Information in den Kapiteln können Wissensstrukturen aufgebaut werden. Jede Information wird auf zwei Arten dargestellt: zum einen durch Bilder, zum anderen durch den beistehenden Text.

Ein hohes Maß an Interaktivität und demzufolge einen großen Einfluss auf Motivation und Kognition auf Seiten des Anwenders, wird gewährleistet durch die Möglichkeit des wahlfreien Zugriffs auf Information. Durch zahlreiche Verlinkungen der Inhalte kann gesuchte Information gezielt gefunden werden. Das Ein- und Ausblenden der Bildlegenden gewährleistet die Möglichkeit der Selbstüberprüfung des Lernerfolges und des persönlichen Wissenstandes.

4.4 Anatomische Nomenklatur

In beiden Lernprogrammen wurde für den Text und die Bildbeschriftung die deutschen Begriffe für die Organe verwendet. Die entsprechenden lateinischen Fachbegriffe wurden, insbesondere in der Magen-Darm Software, auf einer Textseite erläutert.

- Magen
 - Mageneingang (Pars cardiaca)
 - Magenblase (Fundus ventriculi)
 - Magenkörper (Corpus ventriculi)
 - Magenausgang (Pylorus)
 - Große Krümmung (Curvatura major)
 - Kleine Krümmung (Curvatura minor)
- Dünndarm (Intestinum tenue):
 - Zwölffingerdarm (Duodenum)
 - kranialem Teil (Pars cranialis)
 - absteigendem Teil (Pars descendens)
 - kaudaler Biegung (Flexura caudalis)
 - querem Teil (Pars transversa)
 - aufsteigendem Teil (Pars ascendens)
 - Biegung zwischen Zwölffingerdarm und Leerdarm (Flexura duodenojejunalis)
 - Leerdarm (Jejunum)
 - Hüftdarm (Ileum)
 - große Zwölffingerdarpapille (Papilla duodeni major)
- Dickdarm (Intstinum crassum)
 - Blinddarm (Caecum)
 - Grimmdarm (Colon)
 - aufsteigender Grimmdarm (Colon ascendens)
 - querer Grimmdarm (Colon transversum)
 - absteigender Grimmdarm (Colon descendens)
 - Mastdarm (Rectum)
 - Analkanal

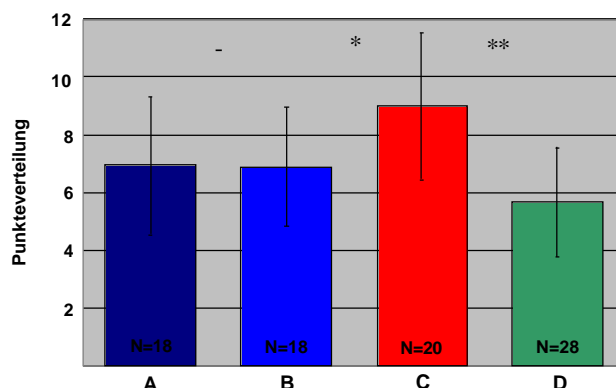
Für die topografischen Richtungsbezeichnungen finden die lateinischen Begriffe ventral, dorsal, kranial, kaudal, sagittal und transversal ihre Anwendung.

Als einzige Ausnahme bezüglich der Nomenklatur finden sich in der CD zur Sonografie der männlichen Geschlechtsorgane die Prostata, deutsch: Vorsteherdrüse und das Präputium, deutsch: Vorhaut, da diese Bestandteil der deutschen Laiensprache sind und aufgrund dessen auf die exakte Übersetzung ins Deutsche verzichtet wurde.

4.5 Evaluation

4.5.1 Schriftliche Evaluation

Mit Hilfe einer Evaluation der beiden angefertigten Lernprogramme durch Studierende der Veterinärmedizin, wurden subjektive und objektive Daten zur Beurteilung der Brauchbarkeit und der Lernförderlichkeit im Vergleich zu herkömmlichen Lernmedien, wie Büchern gesammelt. Drei Gruppen wurde unterschiedliches Lernmaterial zu dem Thema „Abdominale Sonografie des Magen-Darm-Traktes“ zur Verfügung gestellt. Eine vierte Gruppe erhielt kein schriftliches Material, sondern nur Literaturhinweise. Antworten auf alle gestellten Fragen befanden sich in den verteilten und angegebenen Lehrmedien bzw. Literaturangaben. Die Fragen eins und zwei sollten von Studenten / Studentinnen des dritten Semesters mit dem anatomischen Grundlagenwissen beantwortet werden können. Bei den Fragen drei und vier handelt es sich um sonografische Problemstellungen, die für die Studierenden unbekannt waren. Die fünfte Frage des Evaluierungsbogens wurde bereits im zweiten Semester in der allgemeinen Radiologie besprochen. Die Fragen sechs bis acht dienen zur Feststellung des subjektiven Empfindens bezüglich Verständlichkeit und Annehmbarkeit gegenüber dem ausgehändigten Lernmaterial. Für die Beantwortung aller Fragen standen 15 Minuten zur Verfügung. Die Auswertung des Fragebogens erfolgte über ein Punktesystem. In den Fragen eins bis fünf konnten bestenfalls 12 Punkte erreicht werden.



A: Kopien aus englischem Lehrbuch (NYLAND, 2002); B: Kopien aus deutschem Lehrbuch (POULSEN-NAUTRUP, 2001); C: SonoBasics-CD "Magen-Darm-Trakt"; D: nur Literaturhinweise gegeben;

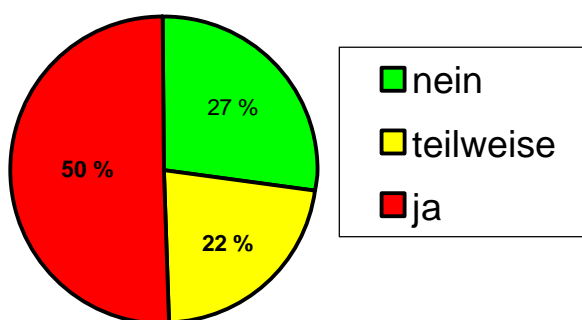
-: nicht signifikant; *: $P < 0,05$; **: $P < 0,01$

Tab. 2: Erreichte Punktezah in den fachbezogenen Fragen 1-5 in Abhängigkeit vom ausgehändigten Lernmaterial.

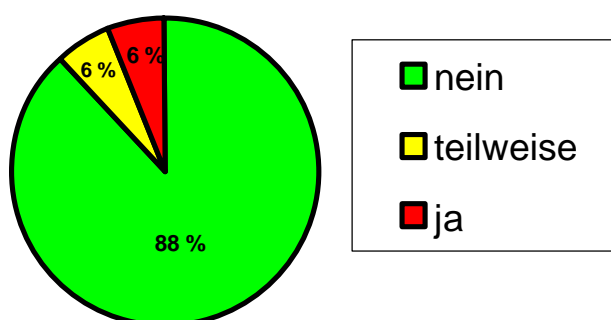
Die durchschnittlich erreichte Punktezah war bei der Gruppe mit der SonoBasics-CD ($9 \pm 2,5$ Punkte), im Vergleich zu den anderen drei Gruppen, deutlich höher (vgl. Diagramm 2). Ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) bestand jeweils zwischen den Gruppen A und C sowie B und C. Die erreichte Punktzah der Studierenden mit englischem Lehrmaterial entsprach dem Ergebnis der Teilnehmer, die sich mit einem deutschen Fachtext vorbereiten konnten, d. h. zwischen den Gruppen A und B bestand kein statistischer Unterschied. Hoch signifikant ($p < 0,01$) war der Unterschied der Gruppe C zur Gruppe D. Signifikante ($p < 0,05$) Ergebnisunterschiede bestanden auch jeweils zwischen den Gruppen A und B einerseits und der Gruppe D andererseits, die ihre Literatur selbst in der Bibliothek hätte suchen müssen. Schlussfolgernd konnte gezeigt werden, dass die Studierenden mit der Lern-CD einen größeren Erfolg erzielten. Hinsichtlich des didaktischen Erfolgs eines deutschen und eines englischen Lehrbuches (verteilte Kopien) ließen sich keine Unterschiede feststellen.

Die prozentuale Verteilung der subjektiven Einschätzungen über das zur Verfügung gestellte Lernmaterial findet sich in den folgenden Tortendiagrammen.

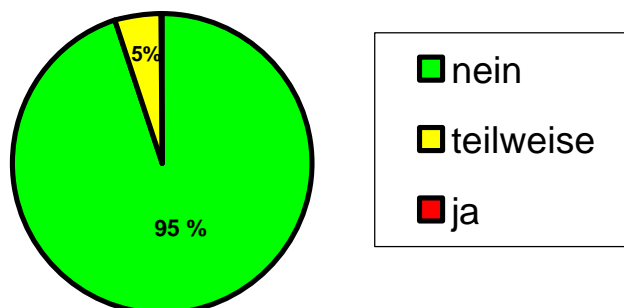
Tab. 3: Probleme beim Verständnis der englische Literatur



Tab. 4: Probleme beim Verständnis der deutschen Literatur

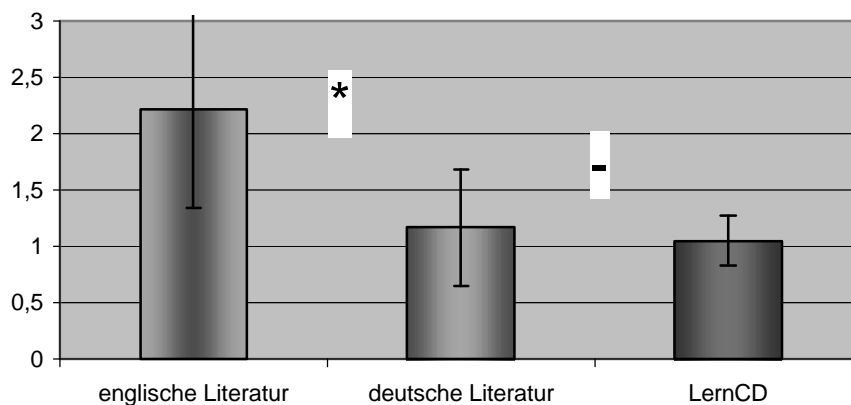


Tab. 5: Probleme beim Verständnis der LernCD "SonoBasics, Magen - Darm"



Nur bei der englischen Literatur gab die Hälfte der Studierenden Verständnisprobleme an. Die geringsten Schwierigkeiten ergaben sich beim Durcharbeiten der Lern-CD. Jedoch bestand statistisch gesehen kein Unterschied zwischen dem Verständnis des deutschen Fachbuch-Textes und der LernCD.

Tab. 6: Verständnisprobleme mit der englischen Literatur
(kleine Werte bedeuten geringe, höhere Werte größere Probleme)



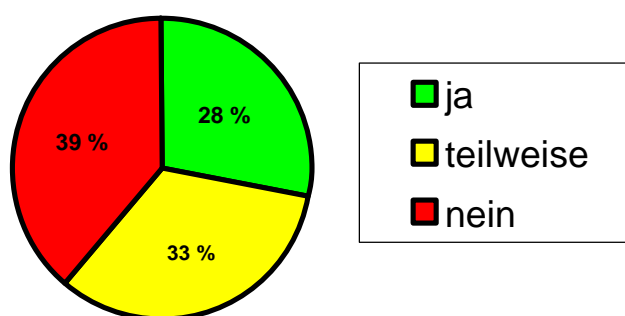
keine Verständnisprobleme = 1

teilweise Verständnisprobleme = 2

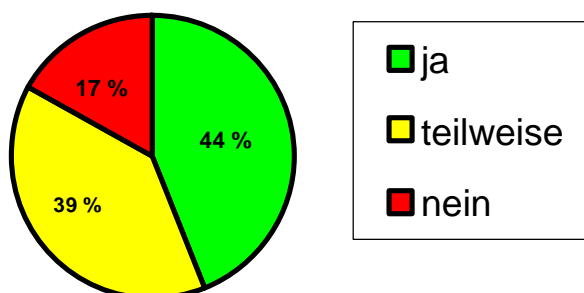
Verständnisprobleme = 3

Den größten didaktischen Wert der ausgegebenen Lernmaterialien, in Bezug auf die zu beantwortenden Fragen besaß nach Meinung der Studierenden die Lern-CD. Den englischen Text betrachteten 39 %, den deutschen Text 17 % der Studierenden als nicht hilfreich. Der Unterschied zwischen allen Gruppen war statistisch deutlich ($p < 0,05$, vgl. Diagramm 2).

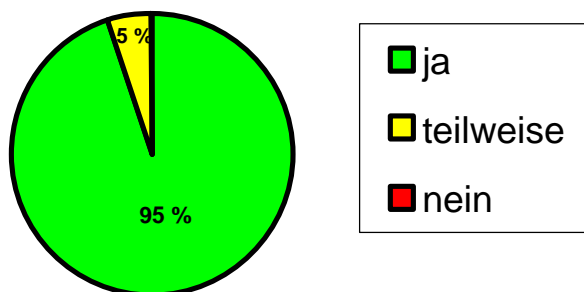
Tab. 7: Ausreichende Unterstützung durch die englische Literatur bei der Beantwortung der Fragen



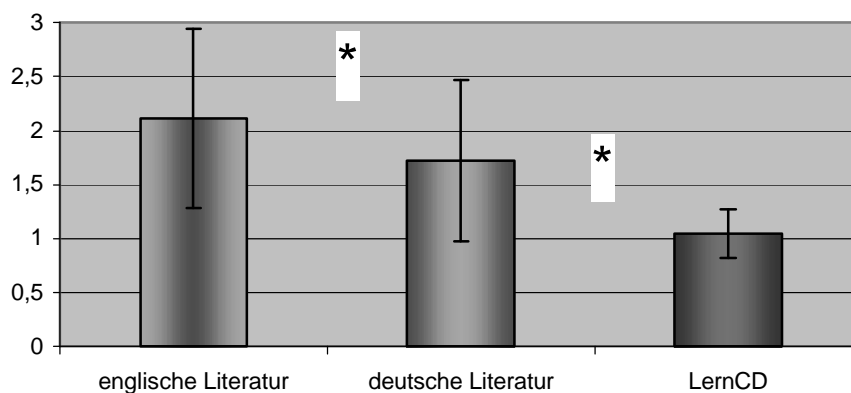
Tab. 8: Ausreichende Unterstützung durch die deutsche Literatur bei der Beantwortung der Fragen



Tab. 9: Ausreichende Unterstützung durch die LernCD "SonoBasics - Magen,Darm" bei der Beantwortung der Fragen



Tab. 10: Hilfestellung bei der Beantwortung der Fragen (kleine Werte bedeuten größere, höhere Werte geringere Hilfestellung)



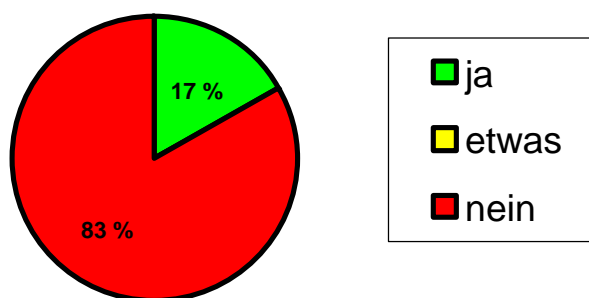
Hilfestellung = 1

teilweise Hilfestellung = 2

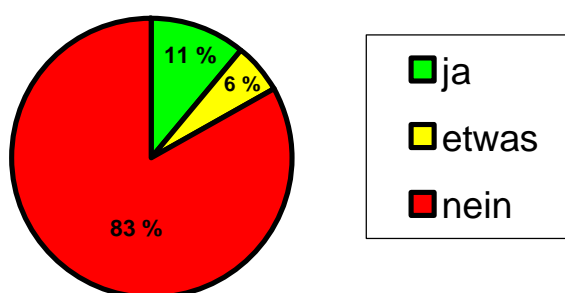
keine Hilfestellung = 3

Ein weiteres freiwilliges Selbststudium der ausgegeben Lernmaterialien erfolgte nur durch wenige Studierende. Es besteht kein statistischer Unterschied zwischen den Gruppen.

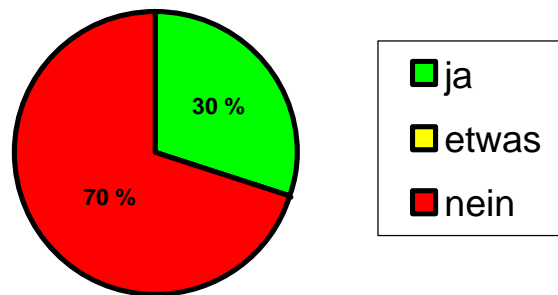
Tab. 11: Freiwillige Weiterarbeit mit der englischen Literatur



Tab. 12: Freiwillige Weiterarbeit mit der deutschen Literatur



Tab. 13: Freiwillige Weiterarbeit mit der LernCD "SonoBasics - Magen,Darm"



4.5.2 Praktische Übung

Bei der praktischen Übung zur Sonografie der männlichen Geschlechtsorgane benötigte die Gruppe A, die ein halbes Jahr zuvor eine Vorlesung zu diesem Thema besucht hatte, 95 Minuten für die geforderte Untersuchung, die in der Darstellung der Prostata mit Zysten und in der sonografischen Durchmusterung der Hoden bestand. Gruppe B, die direkt vor den praktischen Übungen das multimediale Lernprogramm „SonoBasics - männliche Geschlechtsorgane“ selbstständig durcharbeitete, benötigte für dieselbe Untersuchung nur 45 Minuten. Bei der Sonografie der Prostata musste der Dozent jeden Studierenden der Gruppe A tatkräftig unterstützen, indem er die Schallhand des Untersuchers führte. In der Gruppe B musste nur bei einem Studierenden eingegriffen werden.

In der anschließenden mündlichen Befragung wurde das Programm von allen acht teilnehmenden Studenten/Studentinnen (Gruppe A und B) als informativ, interessant und leicht verständlich beurteilt.

5. Diskussion

Die erstellten Lernprogramme haben die realitätsnahe Vermittlung der sonografischen Grundlagen der unveränderten männlichen Geschlechtsorgane und des Magen-Darm-Traktes bei Hund und Katze als Zielsetzung. Durch den Einsatz verschiedener Medien wird die Sonografie umfassend und didaktisch sinnvoll aufgezeigt.

5.1 Ergonomische Umsetzung

Die ergonomische Gestaltung der Programme entstand durch Berücksichtigung der Richtlinien der EN ISO 9241 (1996-1999), EN ISO 14915 (2003), dem SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN des Landesverband „Software“ und dem Landesverband „Bayern“ (2004) sowie weiteren Anregungen zur Software-Ergonomie aus einschlägiger Literatur.

5.1.1 Animation

Beide SonoBasics Programme verzichten auf den Einsatz von Flash-Animationen und Java-Applets. Bereits bestehende Anwendungen der SonoBasics-Reihe (BRUDER, 2004; HOCKE, 2004; STRECK, 2004; WEISSFLOG, 2004) arbeiteten zu Beginn mit solchen Animationen. Ein Viewer (Bildlaufleiste, in der durch Anklicken der angezeigten Bilder auf die entsprechenden Seite verwiesen wird) war auf jeder Seite im oberen Drittel außerhalb des primären Blickfeldes eingebettet und diente als zusätzliche Navigationsmöglichkeit. Da solche Bewegtbilder häufig als „Eye Catcher“ Verwirrung stiften, wurde in den vorliegenden Arbeiten eine solche Bildlaufleiste nicht eingebaut. Durch das Verzicht auf dieses Animationselement besteht nicht mehr die Gefahr, dass die Aufmerksamkeit des Anwenders von der eigentlich wichtigen Information abgezogen wird (WIRTH, 2006; NIELSEN, 1995). Im Gegensatz dazu ziehen die eingefügten Videos, z.T. animierte Standbilder, platziert im Zentrum der Seiten, die Aufmerksamkeit des Betrachters auf sich und verdeutlichen ohne Text, selbsterklärend, den Inhalt der jeweiligen Seite.

Zusätzlich ermöglicht der Verzicht auf Java Applets ein schnelleres Hochladen der Seiten, was insbesondere bei älteren PC mit geringerer Rechnerleistung von Vorteil ist (WEINREICH 2002).

5.1.2 Seitengestaltung

5.1.2.1 Bildschirmaufteilung

Beide Lernprogramme sind Bestandteil einer CD-Reihe. Aus diesem Grund ergab sich die Notwendigkeit des Übereinstimmens der Programme in ihrem Grundlayout. Zudem sollten die Programme sich auch in gewisser Hinsicht unterscheiden, um zu verdeutlichen, dass verschiedene Organkomplexe behandelt werden. Dieses einheitliche Layout ermöglicht dem Benutzer die Orientierung in den Programmen und das Wiedererkennen von Informationsdarstellungen, sobald dieser sich mit einem der Lernprogramme vertraut gemacht hat (WIRTH, 2004). Die Seiten wurden in einen Identifikations-, Arbeits- und Steuerungsbereich aufgeteilt. Diese Aufteilung ist für alle Seiten einheitlich, wobei eine Modifikation auf den Erläuterungsseiten dahingehend stattgefunden hat, dass das Menü nicht auf der linken Bildschirmseite erscheint (TELLENBACH et al., 2003; DIN EN ISO 9241 – 12:1998).

Die präsentierte Information befindet sich auf allen Seiten im Zentrum des Bildschirms (Bilder und Videos) bzw. auf der rechten Seite (Text). Durch diese Anordnung wird die Aufmerksamkeit der Anwender unmittelbar auf die wichtigen Bestandteile der behandelten Themen gelenkt, ohne dass Nebensächlichkeiten deren Aufmerksamkeit auf sich ziehen könnten. Diese Art der Informationsanordnung auf Bildschirmen wurde von YASS (2000) beschrieben. Weiterhin nahm die voraussichtliche Erwartungshaltung der Benutzer, wo Information bzw. Steuerungselemente zu erwarten sind, Einfluss auf die Positionierung dieser (WIRTH, 2004). Für die Informationsdarstellung wurden verschiedene Seitentypen entwickelt, um den jeweiligen Sachverhalt geeignet darstellen zu können. Trotzdem erfolgte die Platzierung von Logo, Steuerungselementen und Menü für diese verschiedenen Seitentypen an der gleichen Stelle, um die Erwartungskonformität des Benutzers gegenüber dem Programm zu erfüllen (DIN EN ISO 9241-10:1998) und den Programmen ein homogenes Aussehen zu verleihen. Durch dieses

Gestaltungsprinzip kann der Benutzer beide Programme leicht bedienen und die von ihm gewünschte Information problemlos finden (WEINREICH, 2002).

5.1.2.2 Farbe

Die Farbwahl hatte bei der Gestaltung der Programme besondere Bedeutung, da die Hintergrundfarbe der Seiten in den Programmen einen guten Kontrast zu der Schriftfarbe und zu den Bildern, insbesondere den Ultraschallbildern, haben musste. Die Auswahlkriterien für die Hintergrundfarbe waren zum einen, dass diese angenehm für das Auge sein sollten und zum anderen ihr Kontrast zu den Farben des Vordergrundes. Der bunte Vordergrund (Text und Bilder) der Programme bekommt einen stärkeren Kontrast und demzufolge ist er besser erkennbar vor einem einfarbigen Hintergrund (hier blau bzw. dunkel gelb). Die blaue Hintergrundfarbe in dem Programm „Männliche Geschlechtsorgane“ ist für das Auge angenehm zu betrachten. Die Ultraschallbilder heben sich gut von ihm ab, ohne dass eine Nachbearbeitung nötig war. Als Nachteil kann der etwas geringere Kontrast zwischen verwendeter Schriftfarbe und Hintergrundfarbe angesehen werden. Da der Text allerdings mehr eine begleitende Funktion erfüllt und die Bilder die eigentlichen Informationsträger sind, wurde dieser geringe Negativeffekt vernachlässigt. In dem Lernprogramm „Magen-Darm-Trakt“ mussten, um den nötigen Kontrast zu erreichen, die Ultraschallaufnahmen aufgehellt werden, da diese ansonsten zu dunkel erschienen wären. Im Gegensatz dazu besteht zwischen heller Hintergrundfarbe und dunkler Schriftfarbe des Textes ein guter Kontrast, der diesen gut lesbar macht. Ein gelber Hintergrund und schwarze Schrift liefern einen optimalen Farbkontrast. Der Kontrast zwischen Hinter- und Vordergrund ist eine Voraussetzung dafür, dass die Farben leicht zu unterscheiden sind, die dargestellte Information real erscheint und der Text gut lesbar ist (DIN EN ISO 9241-8:1997; BULLINGER, 1994).

Die Anzahl der verwendeten Standardfarben, bezogen auf die Farben der Schrift, wurde begrenzt und überschreitet nicht die Empfehlung der DIN EN ISO 9241-8 (1997). In dieser Norm ist festgehalten, dass für eine sinnvolle farbliche Gestaltung nicht mehr als elf Standardfarben eingesetzt werden sollten. Die Lernprogramme beinhalten als Schwerpunkt die Präsentation, der in neutralen Farben gehaltenen Ultraschallbilder.

Obwohl der Einsatz von Farben ein wichtiger Bestandteil der Programme war, wurden sie dennoch sparsam verwendet, um ein unnötiges Hervorheben von weniger wichtigen Informationen zu vermeiden (WIRTH, 2006).

5.1.2.3 Text

Um beim Lesen einen konstanten Bezugspunkt zu erhalten, ist der gesamte Text linksbündig formatiert und folgt in seiner Anordnung einem klaren Muster. Eine schnelle Erkennbarkeit des Textes wird durch die gewählte Schriftgröße und Schriftart gewährleistet. Die serifenlosen Schriften „Verdana“ und „Arial“, die für beide Programme durchgehend verwendet wurden, sind auf einem Bildschirm leicht lesbar. Durch den guten Kontrast zwischen Schrift und Hintergrund wird diese Eigenschaft weiter unterstützt. (WEININGER und WEINKAMP, 2004; NIELSEN, 2000). Neben der Schriftart hat die Schriftgröße einen entscheidenden Einfluss auf die Lesbarkeit eines Textes auf Bildschirmen, da aufgrund der Bildschirmauflösung die Lesbarkeit von Texten limitiert wird. Um ein problemloses Lesen der Texte zu gewährleisten, bewegt sich die Schriftgröße zwischen zehn bis 16pt, was den Empfehlungen von NIELSEN (2000) und den Anforderungen des SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADENS (2004) entspricht.

Die auf den Seiten befindlichen Texte sind kurz gehalten und derart konzipiert, dass kein Scrollen der Seiten nötig wird und die gesamte Information auf einen Blick überschaubar ist (KERRES, 2001). Auf die Verwendung von auditiven Texten wurde bewusst verzichtet, da die Informationsdarbietung nur flüchtig erfolgen würde. Durch den Einsatz von auditiven Texten besteht die Gefahr, dass durch das vorgegebene Lerntempo, bei gleichzeitiger Fokussierung der Aufmerksamkeit auf andere Lernbestandteile, die Gedächtnisressourcen überlastet werden und infolge dessen das Lernen weniger effektiv ist (PÄCHTER, 1997)

5.1.3 Benutzbarkeit

Für den Erfolg der Lernprogramme, bezüglich ihrer selbst gestellten Aufgabenziele der Vermittlung und Weitergabe von Information, ist die Benutzerfreundlichkeit dieser Programme ausschlaggebend. Bei der Gestaltung der Lernprogramme wurde zusätzlich darauf geachtet, dass den Lernenden eine umfassende Selbststeuerung

ermöglicht wird. Das Lernprogramm SonoBasics ist an den Bedürfnissen der Anwender ausgerichtet und die integrierten Funktionen wurden sichtbar und verständlich dargestellt. Zur Sicherstellung der sinnvollen Anwendung gibt es einleitend die Informationsseiten, auf denen die verschiedenen Arten der Navigation durch SonoBasics erklärt werden. Mittels der Indexseiten, auf deren Vollständigkeit besonders geachtet wurde, kann jederzeit auf gewünschte Kapitel zugegriffen werden, indem durch Anklicken des gesuchten Schlagwortes die entsprechende Seite in den Programmen aufgerufen wird. Besonders Fortgeschrittene können über den Index für sie wichtige Themen direkt erreichen und sind somit in der Lage, bereits Bekanntes zu überspringen. Durch diese Funktion kann der Anwender mit geringem Aufwand sein Ziel erreichen und eine subjektiv positive Einstellung gegenüber der genutzten Software entwickeln (OPPERMANN, 2005; GRÄSEL et al., 1997; KERRES, 2001).

Um die Navigation und damit die Orientierung so verständlich wie möglich zu gestalten, gibt es mehrere Wege durch das Programm. Eine Variante, die insbesondere für Computer- bzw. Sonografieanfänger geeignet ist, ermöglicht über den Vorwärts- und Rückwärtspfeil ein seitenweises Durcharbeiten der Programme, im Sinne einer „guided-tour“ (NIELSEN, 1990). Durch dem Folgen der Pfeile, werden automatisch alle Themenkomplexe beider Spezies Hund und Katze nacheinander aufgerufen. Ein computererfahrener Anwender bzw. fortgeschrittener Sonograf dagegen, kann über das Menü, die Textlinks, die Registerkarten oder über den Index interaktiv auf die von ihm gesuchte Information zugreifen und erhält somit die Möglichkeit, sein Lernen und Arbeiten aktiv zu gestalten (SCHULMEISTER, 2002). Zur Verminderung der Gefahr einer Desorientierung - Lost in Hyperspace - kann über den Backtrack-Button immer auf die zuletzt besuchte Seite zugegriffen werden. Zusätzlich geben Kapitelüberschriften und Seitennummerierungen Auskunft über den momentanen Standpunkt im Programm. Der mit der Visualisierung eines Menüs verbundene Platzverbrauch wurde durch die Verwendung eines Pull-Down Menüs gelöst. Somit wird nur ein Ausschnitt visualisiert, der Benutzer kann den Rest aber jederzeit sichtbar machen (ZEIDLER und ZELLNER, 1992; OBERQUELLE, 1994). Das Menü übernimmt neben der Funktion eines Steuerungselements, die Funktionen eines inhaltlichen Orientierungselements. Der gesamte Inhalt ist in Form einer Gliederung, bestehend aus wesentlichen Begriffen, die in den entsprechenden Kapiteln eingehender bearbeitet werden, aufgeführt. Das Menü klappt mit einer

Markierung des jeweiligen Unterkapitels durch einen Doppelpfeil, entsprechend der besuchten Seite auf. Damit lässt sich das Teilgebiet gut in die Gesamtstruktur einordnen und der Anwender erhält einen Überblick über noch folgende Themen (KERRES, 2001).

5.2 Computerbasiertes Lernen

Die computerunterstützten Lernprogramme haben das Ziel, mit Hilfe moderner Medien, die Grundprinzipien der abdominalen Sonografie authentisch und problemorientiert darzustellen. Neben dem Einsatz technischer Hilfsmittel war bei der Programmentwicklung auch die didaktische Umsetzung, unter Berücksichtigung der in der Literatur dafür geforderten Kriterien, von zentraler Bedeutung. In den vergangenen Jahren haben sich im Bereich Erwachsenenbildung Lernformen und Lerntechniken weiterentwickelt und ausdifferenziert. Dabei nehmen Methodik und Didaktik im Bezug auf den Bildungsprozess insofern eine zentrale Rolle ein, dass sie motivieren, Lernfreude wecken und das Lernen attraktiver gestalten sollen (NAHRSTEDT et al., 1995). Durch die Verwendung von Multimedia für die Darstellung der Lerninhalte werden diese authentisch in die Lernumgebung eingebettet. Ein großer Anwendungsbezug entsteht und die Distanz zwischen Lern- und Anwendungssituation wird teilweise minimiert (MANDL und REINMANN-ROTHMEIER, 1997; MANDL et al., 2002).

5.2.1 Medien

Für die sinnvolle Umsetzung des komplexen Themas der abdominalen Sonografie in einer Lern-CD, war bereits zu einer frühen Entwicklungsphase der Projektrealisierung klar, dass die Informationsweitergabe zu einem großen Teil mittels visueller Medien, in Form von Standbildern und Videosequenzen und weniger durch Text erfolgen muss. Neben Standbildern kommen animierte Bilder dann zum Einsatz, wenn ein sich verändernder Sachverhalt (z.B. die Verlagerung des Magens in Abhängigkeit seines Füllungszustandes) dargestellt werden sollte oder eine hohe Anschaulichkeit und Informationsdichte benötigt wurde (KITTELBERGER und FREISLEBEN, 1994;

NIEGEMANN, 2001; SCHNOTZ, 2001). Durch die bestehende Dynamik gelingt eine unmittelbare Veranschaulichung und ein hoher Grad an Realitätsnähe wird hergestellt. Aufgrund der Flüchtigkeit der dargestellten Information durch Animationen und um eine eingeschränkte Analyse des jeweiligen Sachverhaltes zu verhindern, besteht bei den Filmsequenzen die Möglichkeit, diese an jeder beliebigen Stelle anzuhalten sowie vor- oder zurückzuspulen, um ein differenziertes Betrachten zu ermöglichen (SCHNOTZ, 2001). In den Programmen kommen reale, darstellende Bilder (Ultraschallbilder in schwarz-weiß, MR – Aufnahmen und Fotografien von Schnittpräparaten) sowie gezeichnete, darstellende Bilder (Fotocollagen zu den Organtopografien) zum Einsatz. Problematisch gestaltete sich die realistische Einbettung der Röntgenaufnahmen bzw. der farblich nachbearbeiteten anatomischen Zeichnungen in die Tierfotografien. Durch drehen, verzerren und kippen des einzuarbeitenden Materials entstanden realistische und plastische Fotocollagen zur Organtopografie, wie sie bislang noch in keiner vergleichenden Fachliteratur vorhanden sind. Die Bilder können interaktiv erkundet werden, indem auf der Vergrößerungsseite eine Legende ein- oder ausgeblendet werden kann und dadurch bestimmte Strukturen farbig hervorgehoben und beschriftet erscheinen. Durch dieses interaktive Erkunden der Bilder wird das Behalten und Verstehen des Lernstoffes gefördert und der Aufbau von Transferdenken ermöglicht (NIEGEMANN, 2001). Zudem tragen Erläuterungen, die unter oder neben einem Bild stehen, weniger zum Erfassen der Information bei als Erläuterungen, die in das Bild integriert sind. Die in die Bilder eingearbeitete Beschriftung ermöglicht demzufolge bessere Lernresultate (NIEGEMANN, 2002). Die begleitenden Bildunterschriften erleichtern das Verstehen und Interpretieren der Information. Zusätzlich lenken sie die Aufmerksamkeit auf die richtigen und wichtigen Informationen (PEECK, 1994). Um dem Kontiguitätsprinzip gerecht zu werden, stehen Bilder und der dazugehörige erläuternde Text immer auf der gleichen Seite (NIEGEMANN, 2002). Mit Hilfe der eingesetzten Medien wird eine authentische Lernsituation geschaffen und problemorientiertes Lernen gefördert (REINMANN-ROTHMEIER und MANDL, 1997).

5.2.2 Didaktische Umsetzung

Da mit den Programmen sowohl Sonografieanfänger als auch fortgeschrittene Sonografen als Zielgruppe angesprochen werden sollen, beinhalten die Programme behavioristische und konstruktivistische Ansätze. Dies erforderte, dass der didaktische Aufbau der Programme den Ansprüchen beider Zielgruppen gerecht wird. Dem Sonografieanfänger ermöglicht die sequentielle Anordnung des Lernmaterials das schrittweise Lernen des Themas im Einklang mit der jeweiligen Fachsystematik. Die Anordnung der Themengebiete erfolgte vom Einfachen zum Schweren, vom Allgemeinen zum Speziellen. Somit erhält der Anfänger die Möglichkeit nach klar definierten Vorgaben zu lernen (SCHULMEISTER, 2005). Auf den fortgeschrittenen Sonografen hätte diese sequentielle Anordnung eine demotivierende Wirkung, da ihm die Kontrolle über sein Tun entzogen worden wäre. Durch die Möglichkeit, sich zwischen den Kapiteln und den Tierspezies frei zu entscheiden und jederzeit auf die gewünschte Information direkt zugreifen zu können, ohne die vorgegebene Reihenfolge einhalten zu müssen, wird die Aufrechterhaltung der Motivation gewährleistet und ein selbstbestimmtes Lernen ermöglicht. Die Motivation und deren Aufrechterhaltung ist eine Grundvoraussetzung für erfolgreiches Lernen. Das Vordefinieren von Lernzielen für die einzelnen Anwendergruppen ist demzufolge ein einflussnehmender Faktor bei der didaktischen Gestaltung von Lernmedien, da darüber die Motivation der Lerner aufrechterhalten und gefördert werden kann. Ein Anliegen war daher, die Lernumgebung für diese Zielgruppe derart zu gestalten, dass sie zu deren potentiellen Motiven passt (STARK und MANDL, 2000). Individuelles und interaktives Lernen ist ein wesentlicher Bestandteil der kognitions-psychologischen Fundierung des Lernens am Computer. Der Grad der Anpassung an die jeweiligen Bedürfnisse der Anwender und das zugesprochene Maß an Selbststeuerung des computerunterstützten Lernens, ist abhängig von der didaktischen Konzeption des Lernprogramms (ISSING, 1994). Indem für jeden Organabschnitt zuerst die Grundlagen mit Anatomie und Schallposition, anschließend die zweidimensionale Sonografie und die Dopplersonografie besprochen werden, wird jeder Lehrinhalt von verschiedenen Standpunkten aus betrachtet und das Thema wird in authentischen Situationen dem Lerner näher gebracht. Eine solche situierte Lernumgebung verhindert das Entstehen trägen Wissens und fördert stattdessen die Fähigkeit, das erworbene

Wissen in späteren Situationen flexibel anzuwenden (PALA-GÜNGÖR, 2004; HARTINGER et al., 2001; MANDL et al., 2002). Die eingesetzten Medien haben für sich einen positiven Effekt auf Lernprozesse und Lernergebnisse. Durch die multimediale Präsentation wird die Sonografie aus einem anderem Blickwinkel dargestellt als es in einem Buch möglich wäre. Der komplexe Vorgang einer erfolgreichen sonografischen Untersuchung und der Umgang mit dieser Technik wird in der simulativen Lernumgebung des Lernprogramms realitätsnah geschildert. Die Motivation auf Seiten des Lerners wird durch die Medien aufrechterhalten. Das Lernen macht Spaß und der Lernprozess wird intensiviert (KERRES, 2002b).

5.3 Anatomische Nomenklatur

SonoBasics soll für Anfänger und Fortgeschrittene gleichermaßen verständlich sein. Aus diesem Grund wurde auf die Verwendung des fachspezifischen Referenzwortschatzes und der anatomischen Nomenklatur verzichtet. Die benutzte deutsche Laiensprache für die anatomischen Strukturen ist demnach für beide Benutzergruppen gleichermaßen zugänglich, da sie von allen denkbaren Anwendern im deutschsprachigen Raum verstanden wird (BONNEAU, 1992).

5.4 Evaluation der Lernsoftware

Bei der Auswertung der Evaluation wurde festgestellt, dass bei einer alleinigen Analyse der Prozentangaben keine Signifikanz ersichtlich ist. Erst die Punkteauswertung machte signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen erkennbar.

Die objektive Auswertung der Evaluation des Lernprogramms „Magen-Darm-Trakt“, im Vergleich zu herkömmlicher gedruckter Information (Kopien deutscher und englischer Fachliteratur) zeigte auf, dass trotz gleichem Vorwissen die Gruppe der Studenten, die mit der CD (Gruppe C) arbeiteten, besser abschnitt als diejenigen der anderen drei Gruppen. Zwischen den Gruppen A (englische Literatur) und B (deutsche Literatur) konnte bei der Beantwortung der Fragen zu sonografischen Problemen kein signifikanter Unterschied festgestellt werden, was darauf hinweist,

dass die Sprache keine Barriere darstellte und das Material objektiv gleichermaßen verständlich war. Bei der subjektiven Einschätzung allerdings gab die Hälfte der Studenten mit den englischen Kopien (Gruppe A) Verständnisprobleme beim Lesen des Textes an, wohingegen die Gruppen mit der deutschen Literatur (Gruppe B) und der Lern-CD (Gruppe C) keinerlei Probleme bezüglich des Verstehens empfanden. Durch das Arbeiten mit fremdsprachlicher Literatur ist die Aufmerksamkeit, z.B. wegen Nachschlagen eines unbekanntes Wortes, gegenüber diesem Material geringer, was zur Folge hat, dass bestimmte Inhalte schlechter behalten werden können (SPITZER, 2003). Zusätzlich werden durch das „Nachschlagen müssen“ von Vokabeln negative Gefühle geschaffen, die die Motivation und somit das Lernen hemmen können (DAMASIO, 1995). Warum, obwohl das Material als verständlich empfunden wurde, keine Signifikanz zwischen Gruppe B (deutsche Literatur) und Gruppe A (englische Literatur) besteht und beide Gruppen signifikant schlechtere Ergebnisse bei der Beantwortung der sonografischen Fragen erzielten als Gruppe C (Lern-CD), wurde durch die Evaluation nicht ermittelt. Da allerdings die Studenten in den Gruppen mit den ausgehändigten Printmedien nahezu identische Ergebnisse erzielten im Vergleich zu Gruppe C, ist von einer Überlegenheit der Lern-CD (Gruppe C) gegenüber diesen anderen beiden Lernmaterialien auszugehen.

Ebenfalls entsprechend der Gruppe C (Lern-CD) empfanden die Probanden der Gruppe B (deutsche Literatur), dass das ihnen ausgehändigte Material zum Verständnis der Sonografie des Magen-Darm-Traktes beitrug. Da nur die Gruppe C identische Ergebnisse bei der objektiven und subjektiven Auswertung hatte, lässt dies den Schluss zu, dass die Lern-CD-Gruppe mit dem ausgehändigten Material besser zurecht gekommen ist. Nicht erklärbar ist damit allerdings die Verteilung der Signifikanz bei der Punkteauswertung zwischen den Gruppen A und C sowie B und C, wo kein Unterschied feststellbar war (jeweils $p < 0,05$). Inwieweit die Art der Informationsdarstellung dabei eine Rolle spielte, war nicht Bestandteil dieser Untersuchung. Die Akzeptanz gegenüber dem Lernmaterial lässt keinerlei Schlüsse auf seine Eignung zu. Wichtig ist anscheinend eher, wie der Inhalt und die zu vermittelnde Information dargestellt wird. (SCHNOTZ, 2001). Obwohl das multimediale Lernprogramm bei den Studenten große Akzeptanz hervorrief, waren nur einige (wie in den anderen Gruppen auch) dazu bereit, sich anschließend noch näher mit dem Material auseinander zu setzen. Die Ursachen hierfür wurden nicht erfragt.

Auch bei der zweiten Überprüfung der Wirksamkeit des Programms mittels praktischer Übungen ermöglichte das vorherige Durcharbeiten der Lern-CD ein schnelleres Verstehen des Sachverhaltes und das erfolgreiche Durchführen der anschließenden praktischen Übung. Die vermittelte Information durch das computerbasierte Lernprogramm schuf bei den Studenten ein Grundverständnis über die Sonografie der männlichen Geschlechtsorgane, das sie in der folgenden Übung anwenden konnten (Auffinden der geforderten Strukturen, weniger Zeit wurde dafür benötigt). Es kann somit davon ausgegangen werden, dass die Gestaltung der Programme als Lernmedium vielversprechend ist und die Vermittlung der abdominalen Sonografie innerhalb der Probanden erfolgreich war. Mit Hilfe dieses empirischen Evaluationsverfahren erfolgte die Überprüfung von Gestaltungsideen im Hinblick auf das Erfüllen definierter Anforderungen, gegenüber möglicher Endanwender (SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN, 2004). Natürlich muss bei dieser Evaluation auch das „Neue“ der CD's berücksichtigt werden. Es wäre daher sicherlich von Vorteil, noch weitere Evaluierungen durchzuführen, die sich speziell auf die didaktischen Leistungen der multimedialen Lernumgebung konzentrieren. Zusätzlich wäre zu überlegen, ob möglicherweise eine Modifizierung der eingesetzten Medien (z.B. einfügen von Audiovisuellen Medien) eine Verbesserung des Programms bewirken würde.

Schlussfolgernd kann gesagt werden, dass die multimediale Lernsoftware gegenüber englischer und deutscher Fachliteratur statistisch gesicherte Vorteile aufzeigt und ihr große Akzeptanz entgegengebracht wird.

6. Ausblick

Die in dieser Arbeit beschriebene Sonografie-Lernsoftware der männlichen Geschlechtsorgane sowie des Magen-Darm-Traktes von Hund und Katze beschränkt sich bewusst auf die physiologischen Gegebenheiten. Bereits bei der alleinigen Darstellung der gesunden Organe musste eine große Menge an Information und Besonderheiten berücksichtigt werden. Ein Mitaufführen der Organpathologie hätte die Umsetzbarkeit der Erstellung einer Lern-CD an ihre Grenzen stoßen lassen.

Die physiologischen Gegebenheiten anderer Organsysteme wurden bereits in ergänzenden Programmen bearbeitet. SonoBasics ist somit ein umfassendes Lernprogramm, zur Aneignung der Grundlagen der abdominalen Sonografie bei Hund und Katze.

Multimediale Lernprogramme, die nicht nur universitätsintern Studenten zur Verfügung stehen, sind eine attraktive Alternative zur kostengünstigen Weiterbildung, unabhängig von Ort und Zeit. Dieser Aspekt ist für Studenten und für Praktiker gleichermaßen interessant. In der heutigen Zeit ist der Computer auch in der Veterinärmedizin ein wesentlicher Bestandteil des täglichen Lebens und es kann davon ausgegangen werden, dass insbesondere multimediale Lernmedien für den PC mehr und mehr Zuspruch erhalten werden. Für die Erstellung der Ultraschallaufnahmen standen High-End-Geräte zur Verfügung, wodurch zum momentanen Zeitpunkt, der Inhalt des vorliegenden Programms dem neuesten Stand der Technik entspricht. Bezüglich der Grundlagen zur abdominalen Sonografie wird sich auch in Zukunft wenig ändern. Der ständige Wandel, dem die Gerätetechnik unterliegt und die damit verbundenen technischen Neuerungen, können in einer möglichen folgenden Version SonoBasics eingearbeitet werden. Dieser Wandel ist nicht nur auf die Ultraschalltechnik beschränkt, sondern auch auf den rasant fortschreitenden Wandel im Bereich der Hardware und Computertechnologie. Es bleibt demzufolge abzuwarten, in welche Richtung sich neue Lernmedien in der Zukunft entwickeln werden. Dennoch kann davon ausgegangen werden, dass das Programm SonoBasics bezüglich der Aktualität seines Inhaltes und der Art der Informationspräsentation in naher Zukunft keiner Überholung bedarf.

7. Zusammenfassung

Mit den beiden Programmen „Sonografie der männlichen Geschlechtsorgane“ und „Sonografie des Magen-Darm-Traktes“ bei Hund und Katze, wurden zwei Organkomplexe ausführlich besprochen, die auch im täglichen Praxisleben von Bedeutung sind. Generell wurden bisher diese Organsysteme in den Printmedien nur oberflächlich behandelt. Insbesondere über die Sonografie der felines männlichen Geschlechtsorgane sowie über die Sonografie des Magen-Darm-Traktes, ist in der Fachliteratur nur wenig zu finden. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war die Entwicklung eines Lernprogramms, das einerseits die Grundlagen der Ultraschalltechnik für Studierende und Anfänger ausführlich behandelt und andererseits auch für Fortgeschrittene interessant ist.

Um die zahlreichen Fotos, Collagen und Filmsequenzen anfertigen zu können, standen zehn Hunde und acht Katzen zur Verfügung. Für das unterschiedliche Erscheinungsbild der Prostata wurden kastrierte und nicht kastrierte Hunde unterschiedlichen Alters sonografisch untersucht. Die Aufnahmen der Standbilder und Filmsequenzen vom Verdauungstrakt erfolgten sowohl bei nüchternen als auch gefütterten Hunden und Katzen, um den Einfluss der Fütterung auf das Erscheinungsbild des Verdauungstraktes zu demonstrieren.

Die Programme von Magen und Darm sowie von den männlichen Geschlechtsorganen behandeln jeweils die Organanatomie und –topografie, die Schallpositionen und zum Schluss ausführlich die zweidimensionale Sonografie. Zusätzlich wird die Dopplersonografie im Zusammenhang mit Prostata, Hoden und Magen veranschaulicht. Magnetresonanztomografische Aufnahmen der männlichen Geschlechtsorgane und anatomische Schnittpräparate vom Magen und Darm werden den Ultraschallaufnahmen gegenüber gestellt. Alle Bilder können bildschirmfüllend, wahlweise mit oder ohne Legende betrachtet werden. Eingearbeitete Filmsequenzen dienen dazu, komplizierte Sachverhalte detailliert darzustellen. Der dazugehörige Text zu den Bildern und Filmen ist kurz und prägnant. Durch die unterschiedliche Verlinkung des Lernprogramms besteht die Möglichkeit, entweder das Programm systematisch, d.h. Seite für Seite durchzuarbeiten oder anhand eines Menüs (entspricht ungefähr einem

Inhaltsverzeichnis) und mit Hilfe eines ausführlichen Stichwortverzeichnisses (Index) bestimmte Fragestellung direkt zu klären. Somit erhalten Anfänger und Fortgeschrittene die Möglichkeit, den Inhalt der Lernprogramme ihren eigenen Vorstellungen und Bedürfnissen entsprechend zu bearbeiten. Durch Seitennummerierung, Seitenüberschriften und Kennzeichnung im aufgeklappten Menü, ist der jeweilige Standort innerhalb der Programme sofort ersichtlich.

Mit den vorliegenden Programmen können Anfänger die Grundlagen der Sonografie der männlichen Geschlechtsorgane und des Magen-Darm-Traktes autodidaktisch erlernen und fortgeschrittene Sonografen bereits vorhandenes Wissen auffrischen und beispielsweise durch Erlernen der Dopplersonografie erweitern.

Objektive und subjektive Evaluationen der beiden Programme wurden von Studierenden der Veterinärmedizin, 3. und 7. Semester, durchgeführt. Sie zeigen unter anderem die statistisch gesicherten Vorteile eines Multimedialprogramms im Vergleich zur englisch- und deutschsprachiger Fachliteratur, die gute Akzeptanz einer Lern-CD durch Studierende sowie den direkten Lernerfolg nach autodidaktischem Studium des Kapitels „männliche Geschlechtsorgane“.

8. Summary

Multimedia learning program about the male reproductive organs and the gastrointestinal tract in cats and dogs

The programs „Sonography of the male reproductive organs“ and „Sonography of the gastrointestinal tract“ in healthy cats and dogs represent a comprehensive study of two organ systems, playing an important role in the daily small animal practice. Particularly the sonography of the male reproductive organs in cats and the sonography of the gastrointestinal tract are yet not well defined in literature. Thus, this thorough presentation is quite unique. The aim of this project was to develop a program, imparting knowledge about the technical basics in small animal ultrasound for students and beginners, as well as for advanced practitioners.

For the compilation of the ultrasound stills and movies, as well as for the scanning procedure ten dogs and eight cats were used. The differences in the morphological appearance of the prostatic gland in intact and castrated male dogs, as well as dogs of different age, have been examined by ultrasonography. To compare the different morphological presentations of the stomach and intestine due to food intake fastened and recently fed animals had been examined by ultrasound.

Both programs include the anatomy, topography, transducer positioning and the two dimensional B-Modes of the male reproductive and gastrointestinal tract. Additionally, the doppler sonography of the prostatic gland, the testicles and the stomach was visualized. MR-images (male reproductive organs) and gross anatomical slices are compared with the corresponding ultrasound images. All images can be surveyed with or without underline on the extension page. Ultrasound films are used to demonstrate complicated facts in detail. The corresponding text is short and concise. Due to the variable linking, the desired chapter can be reached directly by the menu headlines, or page by page. Thus, beginners and advanced investigators obtained the possibility to navigate through the program according to their requirements. The current position in the programs is always visible via paging, headlines and labelling in the menu.

The present programs enable ultrasound beginners to learn the basics of the sonography of the male reproductive organs and the gastrointestinal tract. Advanced sonographs not only get the possibility to refresh their knowledge, but also are able to gain experience in the Doppler sonography of the prostatic gland, testicles and stomach.

Two objective and subjective evaluations had been performed with 3rd and 7th grade students. Those studies showed the advantages of the program compared to the usual literature. They also revealed an immediate success after self-instructed learning of the male reproductive tract program and the high acceptance for the program.

9. Literaturverzeichnis

ASSHEUER, J. und SAGER, M. (1997):
MRI and CT Atlas of the dog.
Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin

BLUMSTENGEL, A. (1998):
Entwicklung hypermedialer Lernsysteme
Wissenschaftlicher Verlag Berlin, Dissertation

BOHNSACK, R (2003):
Qualitative Methoden der Bildinterpretation
Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 2

BONNEAU, C. (1992):
Französische und deutsche medizinische Fachsprache: Vergleich der
laienbezogenen und Wissenschaftssprache am Beispiel des anatomischen
Wortschatzes
Hannover, Medizinische Hochschule, Diss.

BRÄUTIGAM, L. (1999):
Ergonomische Gestaltung von WWW-Seiten: Grafiken & Multimedia
www.sozialnetz-hessen.de/ca/pq/mha/

BREILING, F. (1994):
Vergleichende makroskopisch-fotografisch transversale Schnittanatomie der
abdominalen Organe von Hund und Katze.
Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.

BRUDER, A. (2005):
Multimediales Lernprogramm über die Sonografie der unveränderten weiblichen
Geschlechtsorgane von nicht graviden Hunden und Katzen
München, Tierärztliche Fakultät, Diss.

BUDRAS, K.-D., FRICKE, W., und RICHTER, R. (2004):
Atlas der Anatomie des Hundes. 7. Aufl.
Schlütersche, Verlag und Druckerei, Hannover

BULLINGER, H.J. (1994):
Ergonomie, Produkt- und Arbeitsplatzgestaltung
B.G. Teubner Stuttgart

BURMESTER, M., GÖRNER, C. und KAJA, M. (1997):
Dialogbausteine – Ein Konzept zur Verbesserung der Konformität von
Benutzungsschnittstellen mit internationalen Standards
In: LISKOWSKY, R., VELICHKOWSKY, B. M. und WÜNSCHMANN, W. (Hrsg.):
Software-Ergonomie `97 Usability Engineering: Integration von Mensch-Computer-
Interaktion und Software Entwicklung
German Chapter of the ACM
B.G. Teubner Stuttgart; S. 157-165

BURSIAN, O., BENDEL, O., ISLER, A., MARTIN G., KELLER, M., LEITHNER, B.,
BACK, A. (2000):
Lernen mit elektronischen Medien
Projekt E-Learning der UBS AG, Zürich
Arbeitsbericht UBS - Pilotprojekt Nachwuchsausbildung 2000
Bericht Nr. BE HSG / IWI3 Nr. 22
Universität St. Gallen - Hochschule für Wirtschafts-, Rechts und
Sozialwissenschaften (HSG) Institut für Wirtschaftsinformatik

DAMASIO, A.R. (1995):
Neurobiology of Decision Making
Springer – Verlag Berlin Heidelberg New York

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMIERUNG E.V. (1996):
Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten.
Teil 10: Grundsätze der Dialoggestaltung (ISO 9241-10:1996)
Deutsche Fassung EN ISO 9241-10:1996
Beuth Verlag GmbH

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMIERUNG E.V. (1997):
Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten.
Teil 8: Anforderungen an Farbdarstellungen (ISO 9241-8:1997)
Deutsche Fassung EN ISO 9241-8:1997
Beuth Verlag GmbH

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMIERUNG E.V. (1998):
Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten.
Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit - Leitsätze (ISO 9241-11:1998)
Deutsche Fassung EN ISO 9241-11:1998
Beuth Verlag GmbH

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMIERUNG E.V. (1998):
Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten.
Teil 12: Informationsdarstellung (ISO 9241-12:1998)
Deutsche Fassung EN ISO 9241-12:1998
Beuth Verlag GmbH

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMIERUNG E.V. (2003):
Software-Ergonomie für Multimedia-Benutzungsschnittstellen
Teil 2: Multimedia-Navigation und Steuerung (ISO 14915-2:2003)
Deutsche Fassung EN ISO 14915-2:2003
Beuth Verlag GmbH

DILTNEY, A. (2005):
Textgestaltung
http://www.webdesign-referenz.de/designtheorie_fonts.shtml

EDELMANN, W. (2000):
Lernpsychologie, 6. Auflage
BELTZ, Psychologie Verlags Union

FISCHER, F. und MANDL, H. (2000):
Lehren und Lernen mit neuen Medien
Forschungsbericht Nr. 125, Juli 2000
LMU, Institut für Pädagogische Psychologie und Empirische Pädagogik

FRICKE, R. (2002):
Evaluation von Multimedia
In: ISSING, J.L. und KLIMSA, P. (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und
Internet, 3. vollständig überarbeitete Auflage
Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, Weinheim, S. 445-463

FRIEDRICH, H. F. und MANDL, H. (1990):
Psychologische Aspekte autodidaktischen Lernens
In: Unterrichtswissenschaft, S. 197-216

FRIEDRICH, G. und PREISS, G. (1997):
Neurodidaktik für eine Brückenbildung zwischen Hirnforschung und Didaktik
In: Pädagogische Rundschau (57) März/April 2003, S. 181-199, Frankfurt

GASSE, H. (2004):

Männliche Geschlechtsorgane, Organa genitalia masculina.

In: FREWEIN, J., H. GASEE, R. LEISER, H. ROOS, H. THOME, B.

VOLLMERHAUS, H. WAIBL (Hrsg.): Richard Nickel, August Schummer, Eugen Seiferle: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bd. 2 Eingeweide. 9. Auflage Parey Buchverlag, Berlin, S. 341-392

GÖDDENHENRICH, F. (1997):

Duplexsonografie der Aorta abdominalis und V. cava caudalis einschließlich ihrer großen Abgänge und Zuflüsse bei der Katze.

Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.

GOETZ, I. von (2001):

Duplex- und Triplexsonografie abdominaler Organe und ihrer Gefäße beim adulten Beagle.

München Univ., Tierärztl. Fakultät, Ludwig-Maximilians-Universität, Diss.

GRÄSEL, C.; BRUHN, J.; MANDL, H. und FISCHER, F. (1997)

Lernen mit Computernetzen aus konstruktivistischer Perspektive

Unterrichtswissenschaft 25, S. 4-18

HAACK, J. (2002):

Interaktivität als Kennzeichen von Multimedia und Hypermedia

In: ISSING, J.L., KLIMSA, P. (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und Internet, 3. vollständig überarbeitete Auflage

Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, Weinheim, S. 127-136

HAMM, A. O. und VAITL, D. (1993):

Emotionsinduktion durch visuelle Reize: Validierung einer Stimulationsmethode auf drei Reaktionsebenen

In: Psychologische Rundschau, 44, S. 143-161

HARTINGER, A., FÖLLING-ALBERS, M.; LANKEAS, E.-A.; MARENBACH, D. und MOLFENTER, J. (2001):

Lernen in authentischen Situationen versus Lernen mit Texten zum Aufbau anwendbaren Wissens in der Schriftsprachdidaktik

In: Unterrichtswissenschaft 2, S.108-130

HECKHAUSEN, H. (2003):

Motivation und Handeln, 2. vollständig überarbeitete Auflage, Nachdruck

Springer-Verlag Berlin Heidelberg

HELLBARDT, G. (2005):
Prospekt der Vorlesung Software Ergonomie – Dialogdesign
http://www1.informatik.uni-jena.de/Lehre/SoftErg/swe_001.htm

HOCKE, V. (2005):
Multimediales Lernprogramm zur Sonografie von Milz, Leber und Pankreas bei
gesunden Hunden und Katzen
München, Tierärztliche Fakultät, Diss.

HODSON, N. (1968):
On the intrinsic blood supply to the prostate and pelvic urethra in the dog.
Res. Vet. Sci. 9, S. 274-280

HOFMANN, M. und SIMON, L. (1995):
Problemlösung Hypertext: Grundlagen, Entwicklung, Anwendung
Carl Hansen Verlag München Wien

ISSING, J. L. (1994):
Von der Mediendidaktik zur Multimedia-Didaktik
In: Unterrichtswissenschaft 22, S. 267-284

ISSING, J. L. (2002):
Instruktions-Design für Multimedia
In: ISSING, J.L., KLIMSA, P. (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und
Internet, 3. vollständig überarbeitete Auflage
Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, Weinheim S. 151-176

ISSING, J. L. und KLIMSA, P. (2002):
Multimedia und Internet – Eine Chance für Information und Lernen
In: ISSING, L.J. und KLIMSA, P. (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und
Internet, 3. vollständig überarbeitete Auflage
Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, Weinheim, S.1-2

JANTHUR, M. und D. LÜERSEN (2001):
Magen-Darm.
In: POULSEN NAUTRUP, C., und R. TOBIAS (Hrsg.): Atlas und Lehrbuch der
Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze. 3. Aufl.
Schlütersche, Verlag und Druckerei, Hannover, S. 165-181

KERRES, M. (2001):
Telemediale und multimediale Lernumgebungen: Konzeption und Entwicklung, 2.
vollständig überarbeitete Ausgabe
München; Wien; Oldenburg

KERRES, M. (2002a):

Technische Aspekte multi- und telemedialer Angebote

In: ISSING, L.J. und KLIMSA, P. (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und Internet, 3. vollständig überarbeitete Auflage

Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, Weinheim, S. 19-29

KERRES, M. (2002b):

Wirkungen und Wirksamkeit neuer Medien in der Bildung

In: KEIL-SLAWIK, R. und KERRES, M. (Hrsg.): Wirkungen und Wirksamkeit neuer Medien in der Bildung, Education Quality Forum 2002

Waxmann Verlag GmbH, S. 31 - 44

KITTELBERGER, R. und FREISLEBEN, I. (1994):

Lernen mit Video und Film, Band 5

In: WILL, H. (Hrsg.): Mit dem Auge Lernen, 2. neuausgestattete Auflage

Beltz Verlag – Weinheim und Basel

KLEEBERG, N. und STRZEBKOWSKI, R. (2002):

Interaktivität und Präsentation als Komponenten multimedialer Lernanwendungen

In: ISSING, L.J. und KLIMSA, P. (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und Internet, 3. vollständig überarbeitete Auflage

Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, Weinheim, S. 229-245

KLESTY, C. (1984):

Lage und Lageveränderung der Bauchhöhlenorgane der Katze bei verschiedenen Körperstellungen im Hinblick auf die klinische Untersuchung.

Giessen, Tierärztl. Fakultät, Diss.

KLIMSA, P. (2002):

Multimedienutzung aus psychologischer und didaktischer Sicht

In: ISSING, L.J. und KLIMSA, P. (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und Internet, 3. vollständig überarbeitete Auflage

Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, Weinheim, S. 5-17

KÖNIG H., E. und LIEBICH, H.-G. (2004):

Männliche Geschlechtsorgane

In: KÖNIG H., E., und H.-G. LIEBICH (Hrsg.): Anatomie der Haussäugetiere, 3. Auflage

Schattauer Verlag, Stuttgart, S. 405-420

KÖNIG, H., E., SAUTET, J. und LIEBICH, H.-G. (2004):
Magen-Darm
In: KÖNIG, H., E., und LIEBICH H.-G. (Hrsg.): Anatomie der Haussäugetiere, 3.
Auflage
Schattauer Verlag, Stuttgart, S. 325-355

KOSCHKE, R. (2005):
Entwurf von Benutzerschnittstellen
Fachbereich Mathematik und Informatik, Arbeitsgruppe Softwaretechnik, Universität
Bremen, Wintersemester 2005/06
http://www.informatik.uni-bremen.de/st/lehredetails.php?id=302&lehre_id=41

KÖTH, Y. (2001):
User Interface für ein generisches Modellierungswerkzeug
Technische Universität Dresden, Diplomarbeit

KRAWITZ, R. (2005):
Was ist Didaktik
Universität Koblenz Landau – Institut für Pädagogik
<http://didaktik-krawitz.de/>

KRON, F.W. (2004):
Grundwissen Didaktik
UTB für Wissenschaft: Grosse Reihe, 4., neu bearbeitete Auflage
Ernst Reinhardt, GmbH&Co, Verlag, München

KULTUSMINISTERKONFERENZ (2000):
Selbstgesteuertes Lernen
<http://www.kmk.org/doc/selbstlern.htm>

LIEBICH, H.-G. (2004):
Verdauungsapparat (Apparatus digestorius).
In: LIEBICH, H.-G.: Funktionelle Histologie der Haussäugetiere. 4. Aufl.
Schattauer Verlag, Stuttgart, S. 187-238

LIPPERT, H. (2003):
Lehrbuch Anatomie, 6. Auflage
Elsevier GmbH, Urban & Fischer Verlag

LÜERSSEN, D. (1986):
Adspektorische und palpatorische Befunde zum Descensus testis des Hundes.
Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.

LÜERSEEN, D., JANTHUR, M.(2001):

Skrotum, Hoden, Nebenhoden.

In: POULSEN NAUTRUP, C., und TOBIAS, R. (Hrsg.): Atlas und Lehrbuch der
Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze. 3. Aufl.

Schlütersche, Verlag und Druckerei, Hannover, S. 273-282

MANDL, H. und HUBER, G. L. (1983):

Theoretische Grundposition zum Verhältnis von Emotion und Kognition

In: MANDL, H. und HUBER, G. L. (Hrsg.): Emotion und Kognition

Urban&Schwarzenberg München – Wien – Baltimore, S. 1-60

MANDL, H. und REINMANN-ROTHMEIER, G. (1997):

Lernen mit Multimedia

Forschungsbericht Nr. 77

München: Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für empirische Pädagogik und
Pädagogische Psychologie

MANDL, H.; GRUBER, H. und RENKL, A. (2002):

Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen

In: ISSING, L.J. und KLIMSA, P. (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und
Internet, 3. vollständig überarbeitete Auflage

Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, Weinheim, S. 139-148

MINASS, E. (2002):

Dimensionen des E-Learning

Smart Books Publishing AG

MÖHRKE, C. (1999):

Duplex- und Triplexsonografische der Hoden, Nebenhoden und Prostata des
Hundes.

Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.

NAHRSTEDT, W.; BRINKMANN, D.; STEHR, I. (1995):

Moderne Lernformen und Lerntechniken in der Erwachsenenbildung – Kritische
Einschätzung bestehender Ansätze und Empfehlungen

In: Institut für Freizeitwissenschaft und Kulturarbeit E.V., Band 17

NENNINGER, P.; STRAKA, G. A.; SPEVACEK, G. und WOSNITZA, M. (1996):

Die Bedeutung motivationaler Einflussfaktoren für selbstgesteuertes Lernen

In: Unterrichtswissenschaft 3; S. 250-265

NEUMANN, C. (1999):
Duplex- und triplexsonografische Untersuchungen von Hoden und Prostata des Hundes vor und nach Applikation von Gonadorelin und Delmadinonacetat.
Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.

NIELSEN, J. (1990):
Hypertext und Hypermedia
Academic Press, INC

NIELSEN, J. (1995):
Guidelines for Multimedia on the Web
www.useit.com/alertbox/9512.html

NIELSEN, J. (2000):
Nielsen`s Web Design: Erfolg des Einfachen
Markt + Technik Verlag

NIEGEMANN, H. M. (2001):
Neue Lernmedien konzipieren, entwickeln, einsetzen
Verlag Hans Huber, Bern, Göttingen, Totonto, Seattle

NIEGEMANN, H. M. (2002):
Schlau durch Mausclick? Bedingungen für ein effizientes Lernen mit den neuen
Bildungsmedien
In: KEIL-SLAWIK, R. und KERRES, M. (Hrsg.): Wirkungen und Wirksamkeit neuer
Medien in der Bildung, Education Quality Forum
Waxmann Verlag GmbH, S. 145 - 160

NYLAND, T. G., MATTON, J. S. (2002):
Prostate and testes.
In: NYLAND, T. G., und MATTON, J. S. (Hrsg.): Small animal diagnostic ultrasound.
W.B. Saunders Company, Philadelphia, S. 250-266

OBERQUELLE, H. (1994):
Formen der Mensch – Computer – Interaktion
In: EBERLEH, E.; OBERQUELLE, H.; OPPERMANN, R. (Hrsg.): Einführung in die
Softwareergonomie: Gestaltung graphisch-interaktiver Systeme: Prinzipien
Werkzeuge, Lösungen, 2. völlig neu bearbeitete Aufl.
Berlin, New York: de Gruyter, S. 95-144

OPPERMANN, R. (2005):

Software Ergonomie - Hauptvorlesung

Universität Koblenz, Institut für Computer Visualistik

<http://bscw.uni-koblenz.de/pub/bscw.cgi/93642>

PAECHTER, M. (1997):

Auditive und visuelle Texte in Lernsoftware

Unterrichtswissenschaft 3, S. 223-240

PALA-GÜNGÖR, S. (2004):

In: Multimediale Lernprozesse und Lernereigenschaften

Logos Verlag Berlin

PEECK, J. (1994):

Wissenserwerb mit darstellenden Bildern

In: WEIDENMANN, B. (Hrsg.): Wissenserwerb mit Bildern: instruktionale Bilder in Printmedien, Film/Video und Computerprogrammen, 1. Auflage

Verlag Hans Huber, Bern, S.59 - 94

PENNINCK, D. G. (2002):

Gastrointestinal tract.

In: NYLAND, T. G., und J. S. MATTON (Hrsg.): Small animal diagnostic ultrasound.

W.B. Saunders Company, Philadelphia, S. 207-230

PRÜFER, A., LÜERSSSEN, D., und JANTHUR, M. (2001):

Prostata.

In: POULSEN NAUTRUP, C., und TOBIAS, R. (Hrsg.): Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze. 3. Aufl.

Schlütersche, Verlag und Druckerei, Hannover, S. 282-289

REDTENBACHER, W. (2006):

Einführung in die Software-Ergonomie

<http://www.redtenbacher.de/swergo/swergo.htm>

SAAVEDRA, L. (1999):

“Dual Coding Theory: A Theoretical Foundation of Learning with Graphics”

Term Paper for EDIT 704, Instructional Technology Foundations and Theories of Learning, Dr. Nada Dabbagh

<http://chd.gse.gmu.edu/immersion/knowledgebase/strategies/cognitivism/DualCodingTheory.htm>

SADOSKI, M.; GOETZ, E.T.; FRITZ, J.B. (1993):
Impact of Concreteness on Comprehensibility, Interest, and Memory for Text:
Implications for Dual Coding Theory and Text Design
In: Journal of educational psychology, Volume 85, No. 2, S. 291 – 303

SCHIEFELE U. und URAHNE, D. (2000):
Motivationale und volitionale Bedingungen der Studienleistung
In: SCHIEFELE, U. und WILD, K.-P. (Hrsg.): Interesse und Lernmotivation,
Untersuchungen zur Entwicklung, Förderung und Wirkung
Waxmann Verlag GmbH, S. 183-206

SCHNOTZ, W. (2001):
Wissenserwerb mit Multimedia
Unterrichtswissenschaft 4, Lernen und Computer

SCHNOTZ, W. (2002):
Wissenserwerb mit Texten, Bildern und Diagrammen
In: ISSING, L.J., KLIMSA, P. (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und
Internet
Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, Weinheim, S. 65-81

SCHRÄDER-NAEF, R.D. (1993):
Schüler lernen Lernen
Weinheim (5)

SCHRÖDER, H. (1995):
Studienbuch Allgemeine Didaktik: Grund und Aufbauwissen zu Lernen und Lehren
im Unterricht; Reihe Wissenschaft und Schule, Band 8
Verlag Michael Arndt, München

SCHULMEISTER, R. (2002):
Grundlagen Hypermedialer Lernsysteme, Theorie – Didaktik - Design, 3. korrigierte
Auflage
R. Oldenburg Verlag München Wien

SCHULMEISTER, R. (2005):
Lernplattformen für das virtuelle Lernen – Evaluation und Didaktik, 2. Auflage
München; Wien; Oldenbourg

SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN
FACHVERBAND SOFTWARE und LANDESVERBAND BAYERN (2004)
Software Ergonomie Leitfaden
VDMA Verlags GmbH, S. 1 – 63

SPITZER, M. (2003):
Lernen
Spektrum Akademischer Verlag GmbH Heidelberg, Berlin, Korrigierter Nachdruck,

STADELHOFER, C. und MARQUARD, M. (1998) :
Selbstgesteuertes Lernen und neue Kommunikationstechnologien
Gutachten für das BMBF
In: DOHMEN, G.: Weiterbildungsinstitutionen, Medien, Lernumwelten.
Rahmenbedingungen und Entwicklungshilfen für das selbstgesteuerte Lernen
Hrsg. vom Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bonn, S. 147 - 208

STARK, R.; MANDL, H. (2000):
Konzeptualisierung von Motivation und Motivierung im Kontext situierten Lernens
In: SCHIEFELE, U.; WILD, H.-P.(Hrsg.): Interesse und Lernmotivation,
Untersuchungen zur Entwicklung, Förderung und Wirkung
Münster, New York, München, Berlin: Waxmann, S. 95-115

STRECK, N. (2004):
Computer basiertes Lernprogramm über die physikalisch-technischen Grundlagen
der Sonografie beim Kleintier
München, Tierärztliche Fakultät, Diss.

TELLENBACH, B., MADSEN, H. und NIKOLOPOULOS, A. (2003)
Multimediale Aufbereitung einer E-Learningeinheit
www.aifb.uni-karlsruhe.de/Forschungsgruppen/UsabilityEng/TelSem/WS200203/E-Learning/docs/fohlen.pdf

TERGAN, S.-O. (2002):
Hypertext und Hypermedia: Konzeption, Lernmöglichkeiten, Lernproblem und
Perspektiven
In: ISSING, L.J. und KLIMSA, P. (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und
Internet, 3. vollständig überarbeitete Auflage
Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, Weinheim, S. 99-112

TERGAN, S.-O. (2003):
Lernen und Wissensmanagement mit Hypermedien
In: Unterrichtswissenschaft 4, S. 334-358

Ultraschall.wav (Tondatei zum Intro des Programms; 2004):

<http://www.planet-interkom.de/batwoman.walter/>

Homepage der Fledermausfreunde Rodgau

UNZ, D. (2000):

Lernen mit Hypertext: Informationssuche und Navigation

Waxmann Verlag GmbH

VOLLMERHAUS, B., F. SINOWATZ, und Amselgruber, W. (1994):

Männliche Geschlechtsorgane.

In: FREWEIN, J., und B. VOLLMERHAUS (Hrsg.): Anatomie von Hund und Katze.

Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, S. 209-224

VOLLMERHAUS, B.; HABERMEHL, K.-H. (1994):

Rumpfdarm (Magen-, Mittel- und Enddarm)

In: FREWEIN, J., und B. VOLLMERHAUS (Hrsg.): Anatomie von Hund und Katze.

Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, S. 147-171

VOLLMERHAUS B., und H. ROOS (2004):

Rumpfdarm (Magen, Mittel- und Enddarm)

In: FREWEIN, J., H. GASEE, R. LEISER, H. ROOS, H. THOME, B.

VOLLMERHAUS, H. WAIBL (Hrsg.): Richard Nickel, August Schummer, Eugen

Seiferle: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bd. 2 Eingeweide. 9. Aufl.

Parey Buchverlag, Berlin, S. 103-214

WANDMACHER, J. (1993):

Software-Ergonomie

Berlin; New York: de Gruyter

WEIDENMANN, B. (1991):

Lernen mit Bildmedien: psychologische und didaktische Grundlagen

Beltz Verlag; Weinheim; Basel

WEIDENMANN, B. (1994)

Informierende Bilder

In: WEIDENMANN, B. (Hrsg.): Wissenserwerb mit Bildern: instruktionale Bilder in

Printmedien, Film/Video und Computerprogrammen, 1. Auflage

Verlag Hans Huber, Bern, S. 9-58

WEIDENMANN, B. (1997):

„Multimedia: Mehrere Medien, mehrere Codes, mehrere Sinneskanäle“

In: Unterrichtswissenschaften, 3/197, S. 197 - 206

WEIDENMANN, B. (2002):
Abbilder in Multimediaanwendungen
In: ISSING, L.J. und KLIMSA, P. (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und Internet, 3. vollständig überarbeitete Auflage
Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, Weinheim, S.83-96

WEINER, B. (1998):
Motivationspsychologie, 2. neu ausgestattete Auflage
Psychologie Verlags Union München – Weinheim,

WEININGER, K. und WEINKAMP, U. (2004):
Lehren im Web – didaktische und methodische Grundlagen
www.fh-muenchen.de/ml/downloads/0206_lehren.swf

WEINREICH, H. (2002):
10 wichtige Leitlinien für die Gestaltung von ergonomischen WWW-
Informationssystemen
<http://vsys-www.informatik.uni-hamburg.de/ergonomie/index.html>

WEISSFLOG, N. (2005):
Multimediales Lernprogramm über die Sonografie von Harnblase, Nieren und
Nebennieren bei gesunden Hunden und Katzen
München, Tierärztliche Fakultät, Diss.

WILD, K.-P. (2000):
Die Bedeutung betrieblicher Lernumgebungen für die Langfristige Entwicklung
intrinsischer und extrinsischer motivationaler Lernorientierungen
In: SCHIEFELE, U. und WILD, K.-P. (Hrsg.): Interesse und Lernmotivation,
Untersuchungen zur Entwicklung, Förderung und Wirkung
Waxmann Verlag GmbH, S. 73-93

WIKIPEDIA ONLINE LEXIKON (2006):
www.de.wikipedia.org/wiki/lernen

WIRTH, T. (2004):
Missing Links: Über gutes Webdesign, 2. erweiterte Auflage
Carl Hanser Verlag München Wien
WIRTH, T. (2006):
Aufmerksamkeitsgesetze
www.kommdesign.de/texte/aufmerk4.htm

YASS, M. (2000):
Entwicklung multimedialer Anwendungen: eine systematische Einführung
dpunkt.verlag GmbH

ZEIDLER, A.; ZELLNER, R. (1992):
Software-Ergonomie: Techniken der Dialoggestaltung
R. Oldenbourg Verlag München

ZGOLL, M. (1996):
Aspektorische und palpatorische Befunde sowie Sektionsergebnisse zum
Descensus testis beim Kater.
Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.

10. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Aufmerksamkeitsverteilung des Bildschirms	13
Abb. 2:	Standardlayout für Bildschirme	13
Abb. 3:	Grundmodell des General System Designs (GSD)	43
Abb. 4:	Evaluation: Beschriftung der Dünndarmschichten	55
Abb. 5:	Startseite Themenauswahl – männl. Geschlechtsorgane	63
Abb. 6:	Startseite Themenauswahl – Magen-Darm-Trakt	63
Abb. 7:	Kapitelübersicht – männl. Geschlechtsorgane und Magen-Darm-Trakt	64
Abb. 8:	Erläuterungsseite – Kryptorchismus Hund, männl. Geschlechtsorgane	65
Abb. 9:	MRI und Sonogramm - Prostata Hund, männl. Geschlechtsorgane	66
Abb. 10:	MRI und Sonogramm – Hoden Hund, männl. Geschlechtsorgane	66
Abb. 11:	Erläuterungsseite – Prostata und Harnblasenhalsfett Hund, männl. Geschlechtsorgane	69
Abb. 12	Erläuterungsseite – Dopplersonografie Hoden Hund, männl. Geschlechtsorgane	75
Abb. 13:	Informationsseite, männl. Geschlechtsorgane	76
Abb. 14:	Register einer Indexseite – Magen-Darm-Trakt	76
Abb. 15:	Indexseite des Buchstaben „M“ – Magen-Darm-Trakt	77
Abb. 16:	Seitenaufbau – Informationsseite, männl. Geschlechtsorgane	78
Abb. 17	Seitentyp mit zentralem Text, männl. Geschlechtsorgane	79
Abb. 18:	Seitentyp mit zentralem Foto, Magen-Darm-Trakt	80
Abb. 19:	Seitentyp mit zentralem Video und Steuerungsleiste, männl. Geschlechtsorgane	80
Abb. 20:	Seitentyp mit zentralem Video, ohne Steuerungsleiste, Magen- Darm-Trakt	81
Abb. 21:	Seitentyp mit zwei Bildern, männl. Geschlechtsorgane	81
Abb. 22:	Seitentyp mit einem Video und einem Bild, Magen-Darm-Trakt	82
Abb. 23:	Seitentyp mit vier Bildern, männl. Geschlechtsorgane	82
Abb. 24:	Vergrößerungsseite, Legende ausgeblendet, Magen-Darm-Trakt	83

Abb. 25:	Vergrößerungsseite, Legende eingeblendet, Magen-Darm-Trakt	83
Abb. 26:	Zugeklapptes Menü, männl. Geschlechtsorgane	85
Abb. 27:	Zugeklapptes Menü, Magen-Darm-Trakt	85
Abb. 28:	Pulldown-Menü, Verlauf des Aufklappens, Magen-Darm-Trakt	86
Abb. 29:	Aufgeklapptes Menü, Magen-Darm-Trakt	86
Abb. 30:	Registerkarte, Katze aktiv, männl. Geschlechtsorgane	87
Abb. 31:	Registerkarte, Katze inaktiv, männl. Geschlechtsorgane	87
Abb. 32:	Lupensymbol	87
Abb. 33:	Vorwärts- und Rückwärtspfeil, beide aktiv	87
Abb. 34:	Rückwärtspfeil inaktiv	87
Abb. 35:	Vorwärtspfeil inaktiv	87
Abb. 36:	Backtrack-Button	88
Abb. 37:	Exit – Button	88
Abb. 38:	Informationsbutton	88
Abb. 39:	Fotokollage aus Tierfoto, Röntgenbild und anatomische Organzeichnung , zur Topografie der männlichen Geschlechtsorgane beim Hund	89
Abb. 40:	Fotokollage zur Topografie der männlichen Geschlechtsorgane beim Kater, Legende aus- und eingeblendet	90
Abb. 41:	Organpräparat – Kapitel „Makroskopie Dünndarm“ bei der Katze	90
Abb. 42:	MRI – Kapitel „MRI Hoden“ beim Hund, männl. Geschlechtsorgane	90
Abb. 43:	Vergrößerungsseite Schallkopfposition ohne Legende, männl. Geschlechtsorgane	91
Abb. 44:	Vergrößerungsseite Hoden Hund, Legende aus- und eingeblendet	91
Abb. 45:	Vergrößerungsseite Dünndarm Hund, Legende aus- und eingeblendet	92
Abb. 46:	Schallkopfführung mit eingeblendetem Ultraschallfilm, männl. Geschlechtsorgane	92
Abb. 47:	Videobediensleiste	93

11. Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Dimensionen von Multimedia	33
Tab. 2:	Erreichte Punktezahl in den fachbezogenen Fragen 1-5 in Abhängigkeit vom ausgehändigten Lernmaterial	98
Tab. 3:	Probleme beim Verständnis der englischen Literatur	99
Tab. 4:	Probleme beim Verständnis der deutschen Literatur	99
Tab. 5:	Probleme beim Verständnis der LernCD „SonoBasics, Magen-Darm“	100
Tab. 6:	Verständnisprobleme mit der englischen Literatur	100
Tab. 7:	Ausreichende Unterstützung durch die englische Literatur bei der Beantwortung der Fragen	101
Tab. 8:	Ausreichende Unterstützung durch die deutsche Literatur bei der Beantwortung der Fragen	101
Tab. 9:	Ausreichende Unterstützung durch die LernCD „SonoBasics, Magen-Darm“, bei der Beantwortung der Fragen	102
Tab. 10:	Hilfestellung bei der Beantwortung der Fragen	102
Tab. 11:	Freiwillige Weiterarbeit mit der englischen Literatur	103
Tab. 12:	Freiwillige Weiterarbeit mit der deutschen Literatur	103
Tab. 13:	Freiwillige Weiterarbeit mit der LernCD „SonoBasics, Magen-Darm“	104

12. Abkürzungsverzeichnis

A.	= Arteria
AV-Clip	= AudioVideo-Clip
AVI	= Audio Video Interleave
BMP	= Bitmap
Bzw.	= Beziehungsweise
ca.	= zirka
CD	= Computer Disc
d.h.	= das heißt
DICOM	= Digital Imaging and Communications in Medicine
DIN	= Deutsches Institut für Normierung
DPV	= Diastolische Maximalgeschwindigkeit
Dicom	= Digital Imaging and Communications in Medicine
EDV	= Enddiastolisches Geschwindigkeit
EN	= Europäische Norm
Etc.	= et cetera
GIF	= Graphics Interchange Format
HTML	= Hypertext Markup Language
i.d.R.	= in der Regel
ISO	= International Organization for Standardization
JPEG	= Joint Photographic Experts Group
männl.	= männliche
MB	= Megabyte
MiniDV	= Mini Digital Video
MOD	= Magnetoptische Disketten
MPEG	= Moving Pictures Experts Group
MRI	= Magnetic Resonance Imaging
PC	= Personal Computer
PSD	= Standarddateiformat von Photoshop
Pt	= Point (Angabe der Schriftgröße)
PW-Doppler	= Pulsed-Wave-Doppler
RI	= Widerstandsindex

Sek.	= Sekunden
SPV	= Systolische Maximalgeschwindigkeit
S-VHS	= Super Video Home System
V.	= Vena
v.a.	= vor allem
vd	= ventrodorsal
vgl.	= vergleiche
www.	= World Wide Web
z.B.	= zum Beispiel
z.T.	= zum Teil

13. Danksagung

Frau Prof. Dr. C. Poulsen Nautrup danke ich für die Überlassung des Themas und ihre fachliche und persönliche Betreuung.

Herrn Prof. Dr. Dr. h.c.mult. H.-G. Liebich, Vorstand des Instituts für Tieranatomie (I) der Ludwig-Maximilians-Universität München, danke ich für die Möglichkeit, die vorliegende Arbeit in der Tieranatomie I anfertigen zu können.

Frau Prof. Dr. U. Matis, Leiterin der Chirurgischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München und besonders ihrem Mitarbeiter, Herrn Dr. A. Brühshwein, danke ich für die Unterstützung bei der Anfertigung der Röntgenbilder und der magnetresonanztomografischen Aufnahmen.

Herrn Prof. Dr. R. Stolla, ehemaliger Vorstand der Gynäkologischen und Ambulatorischen Tierklinik und Frau Prof. Dr. E. Kienzle, Lehrstuhlinhaberin für Tierernährung und Diätetik der Ludwig-Maximilians-Universität, danke ich für die Bereitstellung von Beagle, FBI Hunden und Katzen.

Frau PD Dr. B. Dobenecker, wissenschaftliche Assistentin im Institut für Tierernährung und Diätetik der Ludwig-Maximilians-Universität und Frau Dr. N. Kasbeitzer, danke ich für die Unterstützung beim Organisieren der benötigten Hunde und Katzen.

Pia Berken, Steffanie Pfleger, Anja Reichl, Jana Stolzenburg, Inga Wölfel, Annette Bruder, Nicola Streck, Nina Weißflog und Thomas Schafhauser danke ich für ihre freundschaftliche Unterstützung.

Bei Herrn Wybiralski, von der Firma SonoAce möchte ich mich für die Bereitstellung des Ultraschallgerätes „SonoAce 9900“ zur Anfertigung der einmaligen 3D-Aufnahmen bedanken.

Besonderer Dank gilt meinen Eltern, Frau Anica Cremer und Herrn Bernd Cremer und meiner Schwester, Carmen Cremer, für ihre liebevolle und geduldige Unterstützung während der Studien- und Doktorandenzeit.

Von ganzem Herzen möchte ich Corinna Mörth für ihre Anregungen und Hilfestellungen danken.

Außerdem danke ich allen hier nicht namentlich aufgeführten Freunden und Zuhörern, die in vielfältiger Weise zur Fertigstellung der Dissertation beigetragen haben.

Lebenslauf

Name: Jeannette Cremer
Geburtsdatum: 14.06.1976
Geburtsort: Ulm

Grundschule: Grundschule Senden-Ay, 1982 bis 1986
Gymnasium: Illertal Gymnasium Vöhringen, 1986 bis 1995
Abitur: Illertal Gymnasium Vöhringen, 1995

Freiwilliges Soziales Jahr: Internationaler Bund, 1995 bis 1996
Altenpflege: Mobiler Pflegedienst „Paula“, 1996 bis 1997

Studium der Tiermedizin: LMU München, 1997 bis 2003
Tierärztliche Vorprüfung: München, September 1999
Tierärztliche Prüfung: München, Oktober 2003
Approbation: München, Februar 2005

Dissertation: Oktober 2003 beginn der Promotion am
Institut für Tieranatomie der LMU München,
Vorstand: Prof. Dr. Dr. h.c.mult. H.-G. Liebich,

Hospitanz: 24.06. – 30.09.2005
Pacific Veterinary Specialists and Emergency Clinic
1980 41st Avenue
95010 Capitola, CA, USA

Aktuelle Tätigkeit: 01.02.2006 – 31.01.2007
Internship im Tierärztlichen Überweisungszentrum
Hauptstrasse 21
4456 Tenniken, Schweiz

Die multimedialen Lernprogramme über die Sonografie der unveränderten männlichen Geschlechtsorgane und des Magen–Darm–Traktes bei gesunden Hunden und Katzen sind Teil einer CD-Reihe, die seit März 2006 über die Schlütersche Verlagsgesellschaft kommerziell erhältlich ist.