

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 weiblichen Genitale von nicht
graviden Hunden und Katzen**

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

von
Annette Bruder
aus Karlsruhe

München 2004

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

Dekan: Univ.-Prof. Dr. A. Stolle
Referentin: Univ.-Prof. Dr. C. Poulsen Nautrup
Korreferent: Univ.-Prof. Dr. K. Osterkorn

Tag der Promotion:

11.02.2005

Meinen Eltern
in Dankbarkeit

INHALTSVERZEICHNIS I

1	EINLEITUNG	1
2	LITERATURVERZEICHNIS	2
2.1	Inhaltliche Thematik des erstellten Lernprogramms	2
2.1.1	Anatomie des weiblichen Genitale von Hund und Katze	2
2.1.2	Sonografie des weiblichen Genitale vom Hund	4
2.1.3	Sonografie des weiblichen Genitale von der Katze	7
2.2	Ergonomie	10
2.2.1	Anforderungen an die ergonomischen Gestaltung	10
2.2.2	Ergonomisches Layout	10
2.2.2.1	Farbe	10
2.2.2.1.1	Farbkodierung	10
2.2.2.1.2	Hintergrundfarbe	11
2.2.2.1.3	Farbfehlsichtigkeit	12
2.2.2.1.4	Die Farbe Blau	12
2.2.2.2	Schrift	13
2.2.2.2.1	Schriftart und –größe	13
2.2.2.2.2	Beschriftung	13
2.2.2.3	Bedienungselemente	14
2.2.2.3.1	Form und Funktion	14
2.2.2.3.2	Symbole und Icons	14
2.2.2.3.3	Lage und Anordnung der Elemente	15
2.2.2.4	Steuerungselemente	15
2.2.2.5	Bedienungsführung	15
2.2.2.5.1	Dialog	15
2.2.2.5.2	Navigation	16
2.2.2.5.3	Menü	17
2.2.3	Der Gestaltungsprozess	18
2.2.3.1	Analyse des Nutzungskontexts	19
2.2.3.2	Bedienungsanforderungen und Gestalten	19
2.2.3.3	Visualisieren	19
2.2.3.4	Evaluieren	20
2.3	Didaktik	22
2.3.1	Geschichtliche Entwicklung der Didaktik	22
2.3.1.1	Allgemeine Didaktik	22
2.3.1.2	Mediendidaktik	22
2.3.1.3	Multimediadidaktik	24
2.3.2	Herleitung des Begriffs „Multimedia“	25
2.3.3	Psychologische Grundlagen der Multimediadidaktik	28
2.3.3.1	Motivation	28
2.3.3.2	Emotion	30
2.3.3.3	Lernen	31
2.3.3.3.1	Lebenslanges Lernen	31

INHALTSVERZEICHNIS II

2.3.3.2	Selbstgesteuertes Lernen	32
2.3.3.3	Problemorientiertes Lernen	32
2.3.3.4	Traditionelle Lehr-Lernphilosophie	33
2.3.3.5	Konstruktivistische Lehr-Lernphilosophie	34
2.3.3.4	Aufmerksamkeit und Wahrnehmung	34
2.3.3.5	Mensch-Computer-Interaktion	35
2.3.3.6	Kognition	35
2.3.3.7	Lernen mit Text	36
2.3.3.7.1	Klassisches Textverständnis	36
2.3.3.7.2	Hypertext	37
2.3.3.8	Lernen mit Bildern	37
2.3.3.9	Visuelles und auditatives Lernen mit Multimedia	40
2.4	Multimediale Lernprogramme zur abdominalen Sonografie	42
2.4.1	CD-ROM GREEN	42
2.4.2	CD-ROM THEISE	42
2.4.3	CD-ROM NYLAND	43
2.4.4	CD-ROM BODUNGEN	43
2.4.5	Vergleich der auf dem Markt frei erhältlichen Lernprogramme über die gynäkologische Sonografie bei Hund und Katze	43
2.4.5.1	Lehrinhalte: Themenauflistung und bildhafte Darstellungen	44
2.4.5.1.1	Gynäkologische Sonografie	44
2.4.5.1.2	Bild- und Filmmaterial	45
2.4.5.2	Ergonomische Qualität	47
2.4.5.3	Didaktik	48
3	MATERIAL UND METHODE	49
3.1	Tiere	49
3.2	Technische Ausrüstung	49
3.2.1	Ultraschallgerät	49
3.2.2	Hardware	50
3.2.3	Software	50
3.3.3.1	Programmierung des Programmgerüsts	50
3.3.3.2	Bildbearbeitung	50
3.3.3.3	Videobearbeitung	51
3.2.3.4	Textverarbeitung	52
3.3	Literatur zur inhaltlichen Thematik des erstellten Lernprogramms	52
3.3.1	Literatur zur Anatomie der weiblichen Genitale von Hund und Katze	53
3.3.2	Literatur zur Sonografie der weiblichen Genitale von Hund und Katze	54
4	ERGEBNISSE	57

INHALTSVERZEICHNIS III

4.1	Thematik	57
4.1.1	Kapitel	57
4.1.1.1	Kapitel Spezies	58
4.1.1.2	Kapitel Grundlagen	59
4.1.1.2.1	Anatomie	60
4.1.1.2.2	Schallposition	63
4.1.1.3	Kapitel Zweidimensionale Sonografie	64
4.1.1.3.1	Beim Themenkomplex Eierstöcke	65
4.1.1.3.1.1	Bildeinstellung	65
4.1.1.3.1.2	Proöstrus	66
4.1.1.3.1.3	Östrus	67
4.1.1.3.1.4	Ovulation	67
4.1.1.3.1.5	Metöstrus	68
4.1.1.3.1.6	Anöstrus	68
4.1.1.3.1.7	Trächtigkeit	69
4.1.1.3.2	Beim Themenkomplex Gebärmutter	69
4.1.1.3.2.1	Bildeinstellung	70
4.1.1.3.2.2	Östrus	70
4.1.1.3.2.3	Anöstrus	71
4.1.1.3.2.4	Juvenile Gebärmutter	71
4.1.1.3.2.5	Puerperium	72
4.1.1.3.2.6	Scheide	72
4.1.1.4	Dopplersonografie	73
4.1.1.4.1	Farbdoppler	73
4.1.1.4.2	Messungen	74
4.2	Ergonomie	75
4.2.1	Repräsentativer Seitentyp	75
4.2.1.1	Farbe	75
4.2.1.2	Schrift	76
4.2.2	Bedienungselemente	76
4.2.2.1	Funktion	76
4.2.2.1.1	Vorwärts- und Rückwärtspeil	76
4.2.2.1.2	Backtrace	77
4.2.2.1.3	Anhang	77
4.2.2.1.4	Drucken	78
4.2.2.1.5	Exit	78
4.2.2.1.6	Schaltflächen der Vergrößerungsseite	79
4.2.2.2	Anordnung	80
4.2.2.2.1	Hauptseite	80
4.2.2.2.2	Vergrößerungsseite	80
4.2.2.3	Bedienbarkeit	81
4.2.3	Steuerungselemente	81
4.2.3.1	Lupe	81

INHALTSVERZEICHNIS IV

4.2.3.2	Videoleiste	81
4.2.4	Bedienungsführung	82
4.2.4.1	Menü	82
4.2.4.2	Vorwärts- und Rückwärtspfeil	83
4.2.4.3	Backtrace	83
4.2.4.4	Viewerleister	83
4.2.4.5	Registerkarte	84
4.2.4.6	Textlink	84
4.2.5	Seitentypen	85
4.2.5.1	Bildpräsentation	85
4.2.5.1.1	Typ 1	85
4.2.5.1.2	Typ 2	86
4.2.5.1.3	Typ 3	86
4.2.5.2	Slideshow	87
4.2.5.2.1	Typ 1	87
4.2.5.2.2	Typ 2	87
4.2.5.2.3	Typ 3	88
4.2.5.3	Filmseiten	89
4.2.5.3.1	Typ 1	89
4.2.5.3.2	Typ 2	89
4.2.5.3.3	Typ 3	90
4.2.5.4	Vergrößerungsseiten	90
4.2.5.4.1	Vergrößerungsseiten für Bildseiten ohne Legende	90
4.2.5.4.2	Vergrößerungsseiten für Bildseiten mit aktivierter Legende	91
4.2.5.4.3	Vergrößerungsseiten für Videos	91
4.2.5.5	Informationsseiten	92
4.2.5.6	Anhangseiten	92
4.3	Didaktik	93
4.3.1	Psychologische Grundlagen: Motivation und Aufmerksamkeit	93
4.3.2	Struktur der Lehrinhalte	93
4.3.3	Lernen mit Metadaten	93
4.3.4	Benutzergruppe	94
5	DISKUSSION	95
5.1	Thematik	95
5.1.1	Kapitel Spezies	96
5.1.2	Kapitel Grundlagen	96
5.1.3	Kapitel Zweidimensionale Sonografie	98
5.1.3.1	Bildeinstellung	98
5.1.3.2	Themenkomplex Eierstöcke bei der Hündin	99
5.1.3.3	Themenkomplex Gebärmutter bei der Hündin	99
5.1.3.4	Themenkomplex Eierstöcke bei der Katze	100

INHALTSVERZEICHNIS V

5.1.3.5	Themenkomplex Gebärmutter bei der Katze	101
5.1.4	Kapitel Dopplersonografie	102
5.2	Ergonomie	102
5.2.1	Richtlinien und Grundsätze der ergonomischen Gestaltung von Software-Design	102
5.2.2	Farbe	102
5.2.3	Schrift	103
5.2.4	Bedienungselemente	104
5.2.5	Steuerungselemente	105
5.2.6	Bedienungsführung	105
5.2.6.1	Navigation	105
5.2.6.2	Menü	106
5.2.7	Gestaltungsprozess	106
5.2.7.1	Nutzungskontextanalyse	106
5.2.7.2	Visualisierung	107
5.2.7.3	Evaluation	107
5.3	Didaktik	107
5.3.1	Multimediadidaktik	108
5.3.2	Psychologische Grundlagen	109
5.3.3	Lernen	110
5.3.1	Lebenslanges Lernen	111
5.3.2	Lernen mit Multimedia	111
5.4	Multimediale Lernprogramme	112
5.4.1	Lehrinhalt	113
5.4.2	Bild- und Filmmaterial	114
5.4.3	Ergonomische Qualität	114
5.4.4	Didaktik	116
5.5	Ausblick	117
6	ZUSAMMENFASSUNG	119
7	SUMMARY	121
8	LITERATURVERZEICHNIS	123
9	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	136
10	TABELLENVERZEICHNIS	138
11	ABBKÜRZUNGSVERZEICHNIS	139
12	DANKSAGUNG	140

1 EINLEITUNG

Als nicht invasives Untersuchungsverfahren ist die abdominale Sonografie allgemein ein, in der Tiermedizin, etabliertes Diagnostikum. Zum Erlernen dieser Methode ist konsequentes praktisches Üben eine wichtige Voraussetzung. Standbilder von Sonografien in Lehrbüchern und Publikationen lassen sich nur schwer auf das dynamische Bild am Ultraschallgerät projizieren. Aus didaktischer Sicht benötigt die Ultraschalluntersuchung - wie kaum ein anderes Verfahren - erläuternde Filme. Speziell die gynäkologische Sonografie, insbesondere die Darstellung von Ovarien und Uterus mit ihren zyklischen Veränderungen, gehört zu den anspruchsvollsten Ultraschalluntersuchungen bei kleinen Haustieren. Die Dopplersonografie der zyklusabhängigen Vaskularisation der inneren weiblichen Geschlechtsorgane blieb bisher einigen Spezialisten vorbehalten, kann aber durchaus für jeden Untersucher aufschlussreiche weitere Erkenntnisse ergeben.

Aus den beiden Prämissen ergab sich das Ziel, ein multimediales Lernprogramm zu entwickeln, das eine direkte Hilfestellung beim selbständigen Umgang mit dem eigenen Ultraschallgerät bietet, sowie komplexe gynäkologische Situationen realitätsnah präsentiert und den Lerngegenstand aus verschiedenen Perspektiven und in verschiedenen Kontexten zeigt. Es soll sowohl für den Ultraschallanfänger als auch für den Fortgeschrittenen wichtige und interessante Aspekte enthalten. Durch eine reichhaltige und aktuelle Materialsammlung soll das zu erstellende Programm den Anwender bei der Analyse und Interpretation seiner Ergebnisse unterstützen. Dazu ist zu klären, wie Medien (PC, Videotechnologie, u.ä.), Codierungen (Text, Grafik, Pixelbilder) und Sinnesmodalitäten bei der Gestaltung eines multimedialen Angebotes einzusetzen sind, damit sie dazu beitragen, die Aufmerksamkeit der Lernenden auf die Sonografie der Gynäkologie zu richten und zum Einsatz mentaler Anstrengung anzuregen.

2 LITERATURÜBERSICHT

2.1 Inhaltliche Thematik des erstellten Lernprogramms

Das „*Multimediale Lernprogramm zur Sonografie der unveränderten weiblichen Geschlechtsorgane von nicht graviden Hunden und Katzen*“ beinhaltet zwei Schwerpunktthemen: die Anatomie und insbesondere die Sonografie des weiblichen Genitale.

2.1.1 Anatomie der weiblichen Genitale von Hund und Katze

Eierstöcke

Die länglich, abgeplatteten Eierstöcke sind beim Hund rassebedingt ca. 20 mm lang und 15 mm dick. Bei der Katze messen sie eine Länge von 8 - 9 mm (SCHUMMER und VOLLMERHAUS, 1995). Nach BREILING (1994) betragen die Ausmessungen beim ca. 11 kg schweren Hund 15 x 7 x 5 cm und bei der Katze 8,6 x 6,8 x 3,8 cm (BREILING, 1994). Die Oberflächenbeschaffenheit der Eierstöcke ist vom jeweiligen Zyklusstand abhängig und kann beim geschlechtsreifen Fleischfresser als flachhöckrig bezeichnet werden. Als topografischer Bezugspunkt dienen der 3. und 4. Lendenwirbel bzw. der kaudale Nierenpol (SCHUMMER und VOLLMERHAUS, 1995; BREILING, 1994). Aufgrund der Nierentopografie liegt der linke Eierstock weiter kaudal als der rechte. Die Eierstockstasche (Bursa ovarica) wird von Mesosalpinx, Mesovarium und Ligamentum proprium gebildet und umschließt den Eierstock des Hundes vollkommen und den der Katze teilweise (VON BÖNNINGHAUSEN, 1936; MERKT, 1948). Es besteht eine individuell unterschiedliche - beim Hund eingeschränkte, bei der Katze deutliche - Beweglichkeit des Eierstocks aufgrund der variablen Länge der Eierstockshaltebänder (Mesovarium, Ligamentum ovarii, kraniales Keimdrüsenband) (SCHUMMER und VOLLMERHAUS, 1995).

Die Blutversorgung des Eierstocks erfolgt durch die A. ovarica, welche aus der Aorta entspringt und sich vor Eintritt in den Eierstock in drei Äste aufteilt. Im Ovar weist sie

eine starke Schlingenbildung auf. Die V. ovarica mündet in der V. cava caudalis oder in die V. renalis (DEL CAMPO und GINTHER, 1974).

Gebärmutter

❖ Gebärmutterhörner (BREILING, 1994)

- **Hund** 13 kg / KGW, unbekannter Zyklusstand, keine vorherige Gravidität:
Länge: 100 – 140 mm; Durchmesser: 5 – 10 mm
- **Katze** unbekannter Zyklusstand, unbekannte Zahl vorheriger Graviditäten:
Länge: 82 mm; Durchmesser: 3-6 mm

❖ Gebärmutterkörper (BREILING, 1994)

- **Hund** 13 kg / KGW, unbekannter Zyklusstand, keine vorherige Gravidität:
Länge: 14 – 30 mm
- **Katze** unbekannter Zyklusstand, unbekannte Zahl vorheriger Graviditäten:
Länge: 24 mm

❖ Gebärmutterhals (SCHUMMER und VOLLMERHAUS, 1995)

- **Hund** unbekannter Zyklusstand, unbekannte Zahl vorheriger Graviditäten:
Länge: 10 mm
- **Katze** unbekannter Zyklusstand, unbekannte Zahl vorheriger Graviditäten:
derber, länglicher Knoten

Die Topografie der zweihörnigen Gebärmutter (Uterus bicornis) der Fleischfresser ist geprägt von der Lage der Eierstöcke. Die Gebärmutterhörner beginnen dicht kaudal der Eierstöcke, ziehen konvergierend nach kaudal-medial und sind von Darmschlingen umgeben. Auf Höhe des 7. Lendenwirbels (dorsal der Harnblase und ventral des Kolons) vereinigen sich die zwei Gebärmutterhörner, nachdem sie eine kurze Strecke äußerlich zu einem Dopplerrohr verbunden scheinen, zum Gebärmutterkörper (Corpus uteri) (SCHUMMER und VOLLMERHAUS, 1995; BREILING, 1994). Bei der Hündin geschieht dies auf Höhe des Harnblasenscheitels und bei der Katze auf Höhe des Harnblasenhalses (BREILING, 1994). Durch die Lage des Gebärmutterkörpers dorsal der Harnblase und ventral des Kolons descendens oder des Rektums, liegt er teilweise in der Bauch- und teilweise in der Beckenhöhle. Der kaudale und sehr kurze Abschnitt der Gebärmutter wird als Gebärmutterhals (Cervix uteri) bezeichnet und führt in die Scheide (Vagina). Die

gesamte Gebärmutter wird mit ihrem Gekröse (Mesometrium), das Nerven, Blut- und Lymphgefäße enthält, an der dorsolateralen Beckenwand und in der Lendengegend befestigt. Dieses Band enthält eine Nebenfalte - das runde Mutterband (Ligamentum teres uteri), das einen abdominalen und extraabdominalen Abschnitt enthält (SCHUMMER und VOLLMERHAUS, 1995; BREILING, 1994). Die Blutversorgung der kranialen Gebärmutterhörner gelangt aus dem Ramus uterinus der A. ovarica. Der kaudale Abschnitt sowie der Gebärmutterkörper werden von der A. uterina gespeist. Die A. vaginalis entlässt ebenfalls einen Ast (Ramus uterinus) zur Versorgung des Gebärmutterkörpers. Gleichnamige Venen sind für den Abtransport des Blutes in die V. cava caudalis zuständig (DEL CAMPO und GINTHER, 1974).

2.1.2 Sonografie des weiblichen Genitale beim Hund

Eierstöcke und Gebärmutter

Die sonografische Darstellung und Untersuchung der weiblichen Geschlechtsorgane beim Hund wurde erstmals 1984 dokumentiert. INABA et al. berichteten von einer möglichen Verwendung der Ultraschalluntersuchung zur Feststellung des Ovulationszeitpunktes bei der Hündin (INABA, 1984). Laut SCHMIDT (1986) eignet sich die Ultraschalluntersuchung in der Gynäkologie in erster Linie zur Trächtigkeitsdiagnostik. Die Darstellung der unveränderten weiblichen Geschlechtsorgane gelingt nur ausnahmsweise. Die Untersuchung von Eierstöcken mit Funktionskörpern bei Hündinnen großer Rassen erfolgt unter Kenntnis des genauen Zyklusstandes. Der Gebärmutterhals ist bei Hündinnen mittelgroßer und großer Rassen zu sehen - die Gebärmutterhörner und der Gebärmutterkörper gelegentlich durch die Abgrenzung von Darm durch fehlende Peristaltik. Bei kleinen Hündinnen ist die Darstellung der weiblichen Geschlechtsorgane aus verschiedenen Gründen nicht möglich:

- Gerätetechnik bietet eine zu geringe Auflösung,
- durch die Einbettung des Eierstockes in die bindegewebige Bursa ovarica,
- geringe Organgröße (SCHMIDT, 1986)

ENGLAND und ALLAN implantierten 1989 jeweils ein Metallplättchen in die Bursa ovarica der beiden Eierstöcke einer 13-Monate alten Labradorhündin. Dadurch war ein sicheres sonografisches Auffinden der Eierstöcke und eine Dokumentation der zyklusbedingten Funktionskörperan- und abbildungen (im Proöstrus, Östrus und Postöstrus) möglich (ENGLAND und ALLAN, 1989).

Mehrere Autoren (KÄHN, 1991; BARR, 1992; FRITSCH und GERWING, 1993; STÜTZEL 1994) schränkten die Nutzung der Sonografie in der Gynäkologie der Hündin auf die Trächtigkeitsdiagnostik und das Erkennen pathologischer Veränderungen ein. Erst eine Größenzunahme der Organe infolge Trächtigkeit oder Flüssigkeitsansammlung bei pathologischen Prozessen macht ein Auffinden dieser ansonsten sehr kleinen Strukturen möglich (KÄHN, 1991; BARR, 1992; FRITSCH und GERWING, 1993; STÜTZEL 1994).

LÜERRSEN (1992) untersuchte in einer Studie die Eierstöcke von 40 Hündinnen vor der Kastration bzw. Ovariohysterektomie sonografisch und verglich diese Befunde mit den später operativ entfernten Eierstöcken. Von 80 Ovarien ließen sich 86 % sonografisch darstellen. 71 % zeigten pathologische Veränderungen, 14 % Normalbefunde. Davon hatten 56 % Gelbkörper angebildet, ein Eierstock wies Tertiärfollikel auf, und 14 % der Eierstöcke zeigten keinerlei Funktionskörper. Nach LÜERRSEN sind der Sonografie der weiblichen Geschlechtsorgane durch folgende Begebenheiten Grenzen gesetzt:

- geringe Organgröße,
- Bursa ovarica (Erreichbarkeit des Organs wird erschwert),
- technische Voraussetzungen (die moderne Technik weist zwar hochauflösende Schallköpfe auf (> 7,5 MHz), allerdings ist die Eindringtiefe nicht immer befriedigend und daher sind die Ergebnisse unzureichend),
- Adipositas,
- Darmgase und Kot (LÜERRSEN, 1992)

Anfang bis Mitte der neunziger Jahre wurden mehrere Studien (HAYER, 1991; HAYER et al., 1993; BOYD et al., 1993; DIETERICH, 1994) zur Erhebung zyklischer Eierstocks Befunde (Follikelreifung, Gelbkörperanbildung) und zum direkten

Ovulationsnachweis bei der Hündin durchgeführt. Die erzielten Ergebnisse zeigen die Bedeutung der Sonografie als wichtiges zusätzliches Diagnostikum in der Fertilitätskontrolle bei der Hündin. Die Untersuchungen wurden mit Schallfrequenzen von 5 – 7,5 MHz durchgeführt und belegen damit die Praxisrelevanz der Studien. Als nicht-invasives Verfahren dient die Sonografie sowohl zur Kontrolle der zyklischen Eierstocksfunktionen, als auch zum direkten Ovulationsnachweis (HAYER, 1991; HAYER et al., 1993; BOYD et al., 1993; DIETERICH, 1994).

Nach LÜERRSEN (1994) bereitet dem ungeübten Untersucher die geringe Größe des unveränderten Eierstocks (0,5 – 2 cm Länge) bei dessen Auffinden besondere Schwierigkeiten. Die Qualität der sonografischen Untersuchung der Eierstöcke der Hündin steigert sich durch verbesserte Gerätetechnik (Schallfrequenz 7,5 MHz) und mit größerer Erfahrung der Untersucher. Bei anamnestisch bekannter Läufigkeit sind Follikel als runde, echofreie, dünnwandige Hohlräume zu erkennen. Gelbkörper zeigen einen reflexfreien Innenraum, der von einem echogenen Ring umgeben ist. Die unveränderte Gebärmutter der Hündin ist nicht immer auf gesamter Länge darstellbar. Bei ca. 50 % der untersuchten Hündinnen ist der Gebärmutterhals bzw. der Gebärmutterkörper auffindbar. Die nach lateral ziehenden Gebärmutterhörner sind nur ausnahmsweise zu verfolgen (LÜERRSEN, 1994).

Erstmals erwähnten die Autoren MATTON und NYLAND (1995), YEAGER und CONCANNON (1996) und GÜNZEL-APEL et al. (1996) die sonografische Darstellbarkeit der Eierstöcke im Anöstrus bei guter technischer Ausstattung (5 – 10 MHz) und ausreichender Erfahrung des Untersuchers. Nach MATTON und NYLAND war der gesunde, nicht tragende Gebärmutterkörper und der Gebärmutterhals nur in Ausnahmefällen aufzufinden (MATTON und NYLAND, 1995). YEAGER und CONCANNON beschrieben die Differenzierung des Gebärmutterkörpers im Östrus als problemlos, im Pro- und Postöstrus als schwierig und im Anöstrus als unmöglich (YEAGER und CONCANNON, 1996). LÜERRSEN und JANTHUR sprachen die Vorteile der Vergrößerung des Gebärmutterdurchmessers in der Läufigkeit, nach mehreren Läufigkeiten oder in/nach Trächtigkeit an. Durch die Größenveränderung sei der Gebärmutterkörper besser darstellbar und die Hörner gelegentlich zu verfolgen (LÜERRSEN und JANTHUR, 1996).

Farbdoppler

KÖSTER untersuchte mittels Farbdopplerverfahren die Vaskularisation der Eierstöcke während des physiologischen Zyklusgeschehens. Das Ergebnis zeigt hämodynamische Veränderungen der A. ovarica und der arteriellen Gefäße in Bezug auf die zyklusbedingten Veränderungen im Eierstock. Im Proöstrus bis zur Ovulation und noch darüber hinaus erfolgte eine vermehrte Durchblutung, die im farbkodierten B-Bild durch Zunahme der intraovariellen Farbigkeit dargestellt wurde. Die hohe Eierstockspfusion hielt während Gelbkörperaktivität (ca. Tag 30 p.ov.) an und sank in der Gelbkörperregressionsphase bis unter messbare Geschwindigkeitsbereiche ab. Durch dieses Verfahren ist die Funktion und Aktivität des Eierstocks zu beurteilen (KÖSTER, 1999; KÖSTER et al., 2001).

Scheide

Die transabdominelle Sonografie der kranialen Scheide war laut LÜERSSSEN und JANTHUR (1996) bis zur Abgrenzung durch den knöchernen Beckenboden möglich. Dieser verhinderte durch Schallauslöschung die Untersuchung des kaudalen Abschnittes der Scheide. Einer transrektalen oder transvaginalem, sonografischen Untersuchung sind andere Untersuchungsverfahren, wie zum Beispiel die Vaginoskopie vorzuziehen (LÜERSSSEN und JANTHUR, 1996). Andere Autoren erwähnten die Sonografie der Scheide nach Installation (mittels Katheter) von physiologischer Kochsalzlösung in die Scheide (ENGLAND und ALLAN, 1989; MATTON und NYLAND, 1995).

2.1.3 Sonografie des weiblichen Genitale bei der Katze

Die Sonografie der unveränderten weiblichen Geschlechtsorgane von nicht graviden Hunden und Katzen gehört in der heutigen Zeit nicht zu den gynäkologischen Standarduntersuchungen. Zumeist wird die Ultraschalldiagnostik zur Trächtigkeitsüberwachung und zur Feststellung pathologischer Veränderungen eingesetzt. Die sonografische Darstellung der weiblichen Geschlechtsorgane bei der Katze steht der Untersuchung der Hündin in der Anzahl der Anwendungen und Literaturbeiträgen deutlich nach. Studien beziehen sich zumeist auf Untersuchungen

bei der Hündin. Wichtige Aspekte hierfür sind die geringe Organgröße, für deren Darstellung eine sehr gute technische Geräteausstattung Voraussetzung ist und die Notwendigkeit eines geübten und sicheren Untersuchers. Für zahlreiche Autoren gilt daher die Sonografie der unveränderten weiblichen Genitale von der nicht tragenden Katze als unmöglich (SCHMIDT, 1986; KÄHN, 1991; BARR, 1992; FRITSCH und GERWING, 1993; STÜTZEL, 1994; FERRETTI, 2000).

Eierstöcke

Nach YEAGER und CONCANNON (1996) existierten keine Studien zur sonografischen Darstellung der Eierstöcke bei der Katze. Den Autoren selbst gelang es, auf den Eierstöcken einer Zuchtkatze kurz vor und nach der Bedeckung Funktionskörper darzustellen (YEAGER und CONCANNON, 1996). MATTON und NYLAND (1995) erwähnten die Darstellung von felines Eierstöcken bei der Verwendung hochfrequenter Schallfrequenzen (7,5 – 10 MHz). Das Bildmaterial und die Textausführung beschränken sich allerdings auf Begebenheiten bei der Hündin (MATTON und NYLAND, 1995). Nach GÜNZEL-APEL et al. (1996) ist die Beurteilung der felines Eierstöcke aufgrund der geringen Größe nur bei Schallfrequenzen von 10 – 15 MHz möglich. Es finden sich drei Abbildungen mit Follikeln unterschiedlicher Größe der Katze, allerdings keine Information in Textform dazu. In der weiteren Ausführung beziehen sich alle Angaben auf den Hund (Anöstrus wird ausgespart). KAWAUCHI (1998) untersuchte die physiologischen Ovarbefunde im anovulatorischen und pseudograviden Zyklus der Katze. Hierbei gelang ihr die Darstellung der Eierstöcke mit einer Schallfrequenz von 7,5 MHz in 97 % und bei einer Schallfrequenz von 13 MHz in 98,2 % der Fälle. Die Untersuchungen fanden zum Zeitpunkt der ovariellen Ruhephase, der Follikelreifungsphase, um die Ovulation und in der Gelbkörperphase (KAWAUCHI, 1998; GÜNZEL-APEL et al., 1998) statt.

Gebärmutter

YEAGER und CONCANNON (1996) empfahlen bei einem Körpergewicht von Hund und Katze unter 4 kg Körpergewicht eine Schallfrequenz von 10 MHz. Die

Untersuchung der Katze wird im allgemeinen Teil erwähnt. Bei der genaueren Beschreibung der sonografischen Untersuchung der Gebärmutter und im aufgeführten Bildmaterial wird ausschließlich auf den Hund eingegangen (YEAGER und CONCANNON, 1996). MATTON und NYLAND (1995) setzten für die Untersuchung Schallfrequenzen von 7,5 – 10 MHz voraus und beschreiben die Möglichkeit einer gelegentlichen Darstellung des Gebärmutterhalses und des Gebärmutterkörpers. In der ausführlichen Besprechung und in den gezeigten Sonogrammen wird die Katze nicht aufgeführt (MATTON und NYLAND, 1995). LÜERRSEN und JANTHUR (1996) erwähnen im Kapitel „Gebärmutter und Scheide“, dass der unveränderte Geschlechtsapparat der Katze nur mit hochfrequenten Schallköpfen (10 – 15 MHz) in ausreichender Qualität dargestellt werden kann. Die weiteren Ausführungen und die abgelichteten Sonogramme beziehen sich auf Begebenheiten bei der Hündin (LÜERRSEN und JANTHUR, 1996). Im Kapitel „Harnblase“, derselben Literaturquelle befindet sich eine Abbildung eines Sonogramms im Vergleich zu einem anatomischen Schnittpräparat, auf welchem ventral der Harnblase, der Querschnitt eines Gebärmutterhorns einer rolligen multiparen Katze zu sehen ist (LÜERRSEN et al., 1996).

Farbdoppler

Hierzu finden sich keine Literaturbeiträge.

Scheide

Darstellungen der Scheide bei der Katze finden sich in der vorliegenden Literatur nicht.

2.2 Ergonomie

2.2.1 Anforderungen an die ergonomische Gestaltung

„Ergonomische Gestaltung verbessert die Fähigkeit der Benutzer, Multimedia-Anwendungen effektiv, effizient und zufrieden stellend zu benutzen“. (EN ISO 14915-1, 2002) Auf der anderen Seite fördern ergonomische Grundregeln das Verständnis des Software-Entwicklers für den Benutzer. Ziel ist es, eine Bedienoberfläche zu schaffen, die eine zuverlässige und effektive Mensch-Maschine-Interaktion ermöglicht. Die Bediensicherheit eines Programms beeinflusst maßgeblich die Qualität der Ergebnisse. Der Anwender soll seine Aufgabenstellung ohne Spezialkenntnisse durchschauen, das Maschinenverhalten vorhersehen und die von ihm gewünschten Ergebnisse ohne großen Aufwand realisieren können (SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN, 2004).

2.2.2 Ergonomisches Layout

2.2.2.1 Farbe

Die visuelle und kognitive Informationsverarbeitung wird durch den Einsatz von Farbe wirksam unterstützt, da diese vom Anwender besser und schneller lokalisiert wird als Buchstaben oder Ziffern. Die subjektive Sicherheit sich orientieren zu können und die gesuchte Information zu finden, wird durch das Zielmerkmal Farbe erhöht (WANDMACHER, 1993; EN ISO 9241-8,1997).

2.2.2.1.1 Farbkodierung

Die farbige Darstellung von Informationen bei Bildschirmpräsentationen erfüllt den Zweck, die Informationsverarbeitung des Benutzers zu fördern. Die Bedeutung der Farbe soll der Aufgabe angepasst und die unterschiedlichen Farben leicht zu differenzieren sein (EN ISO 9241-8,1997). Farbe ist ein guter Hilfskode - zum Beispiel in Kombination mit Schraffur - kann aber auch als vorherrschender Kode verwendet werden. Hierbei ist zu beachten, dass jede Farbe nur eine

Informationskategorie versinnbildlicht und dass gebräuchliche Farbkonventionen berücksichtigt werden - zum Beispiel Rot=Gefahr, Gelb=Vorsicht (EN ISO 9241-12,1998).

Farbe	Bedeutung	Erklärung	Handlung Operateur
Rot	Notzustand	Gefährlicher Zustand	Sofortige Maßnahme gegen gefährlichen Zustand
Gelb	Achtung	Unnormaler, kritischer Zustand (mit Zeitdruck)	Überwachen und Eingreifen
Grün	Normal	Normaler Zustand	Beliebig
Blau	Pflichtig	Zustand, der Betätigung und Handlungen vom Operateur erfordert, anzeigen	Pflichthandlung
Weiß	Neutral	Sonstiger Zustand, wenn die obigen Farben nicht verwendbar sind, kann jederzeit verwendet werden	Überwachen

Farbkodierung in westlich orientierten Ländern

Tabelle 1 modifiziert nach SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN (2004)

2.2.2.1.2 Hintergrundfarbe

Als Hintergrundfarbe können neutrale Farben, wie Weiß, Grau oder Schwarz, dienen. Farben hoher Sättigung und helles Weiß sollten vermieden werden (EN ISO 9241-12,1998; EN ISO 9241-8,1997). Nach MURCH (1984) eignet sich Blau sehr gut als Hintergrundfarbe, denn unbunte Vordergrundfarben, wie Weiß, Schwarz oder Grau, wirken vor einem bunten Hintergrund besser als vor einem unbunten (EN ISO 9241-8,1997). Die Verwendung von Mustern führt häufig zur Entstehung von Nachbildern, und Scheinbewegungen werden vorgetäuscht. Dies überlastet die Augen des Anwenders und bedingt eine schnelle Ermüdung. Hinzu kommt die Einschränkung der Lesbarkeit von Texten durch die fehlende Kontrastwirkung (STEINBORN, 2004). Zur Textfarbe soll der Hintergrund einen starken Kontrast bilden, aber auch harmonisieren - dies erfüllt zum Beispiel Schwarz auf Weiß (WANDMACHER, 1993).

Zur Vermeidung eines unruhigen Gesamtbildes durch die starke Aufmerksamkeitslenkung von Farbe und der begrenzten Gedächtniskapazität des Anwenders für Farbtöne sollten generell nicht mehr als vier Grundfarben auf einer Seite vorkommen und in der gesamten Darstellung nicht mehr als sieben. Grundsätzlich sollten gleiche Sachverhalte immer die gleiche Farbe besitzen (SHNEIDERMAN, 1987; VAN NES, 1988; EN ISO 9241-12,1998).

2.2.2.1.3 Farbfehlsichtigkeit

8 % der männlichen und 0,5 % der weiblichen Bevölkerung sind farbfehlsichtig, weniger als 0,1 % der Gesamtbevölkerung sind farbenblind. Die häufigste Farbfehlsichtigkeit äußert sich darin, Rot, Gelb und Grün nicht unterscheiden zu können. Ausreichende Helligkeitsunterschiede der Farbtöne reduzieren bei den Betroffenen die Verwechselbarkeit. „Ein gelb mit hoher, ein grün mit mittlerer und ein rot mit niedriger Leuchtdichte sollte von allen unterschieden werden können“. (EN ISO 9241-8:1997). Um ein Softwaredesign unter Berücksichtigung einer möglichen Rot-Grün-Fehlsichtigkeit der Anwender zu erstellen, sind folgende Regeln zu beachten:

- Rot, Gelb und Grün sollten nicht unterschieden werden müssen;
- die Farbkombinationen rot – blau; rot – türkis und grün – rosa eignen sich besser als andere Farbzusammenstellungen;
- Intensitätsunterschiede erlauben es, Farben besser zu unterscheiden (www1.informatik.uni-jena-de, 2004)

2.2.2.1.4 Die Farbe Blau

Die Farbe Blau wird im Allgemeinen als angenehm für das Auge empfunden. Dies lässt sich physiologisch begründen. Blaues Licht wird durch die Linse doppelt so stark absorbiert wie rotes Licht. Hinzu kommt die geringe Anzahl (2 %) der blauempfindlichen Farbrezeptoren auf der Retina (WANDMACHER, 1993). Farbtonabstufungen sind im Gelb- oder Blaubereich - aufgrund der Anordnung der drei Farbrezeptorentypen auf der Retina - günstig. Als Hintergrundfarbe eignet sich

Blau sehr gut, hingegen sind Blautöne für das Erkennen von kleinen alphanumerischen Zeichen, dünnen Linien oder Punkten ungünstig (MURCH, 1984).

2.2.2.2 Schrift

2.2.2.2.1 Schriftart und –größe

Für ein Softwaresystem eignen sich serifenlose Schriften (zum Beispiel „Arial“) oder einfache Serifenschriften („Times New Roman“). Im Programm sollte eine Schriftart durchgängig verwendet werden. Die Lesbarkeit wird bei Groß- und Kleinschreibung verbessert und ist einer Schrift ausschließlich aus Großbuchstaben vorzuziehen. Hervorhebungen in einem fortlaufenden Text sind sparsam anzuwenden und die Änderungen des Schrifttyps (kursiv oder fett) ist besser als eine Farbhervorhebung oder eine ausschließliche Verwendung von Großbuchstaben (WANDMACHER, 1993; SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN, 2004). Die Schriftgröße hängt von der Leseentfernung ab, die bei üblichen Bürotätigkeiten nicht weniger als 40 cm betragen darf. Beim Lesen von Texten ist eine Schrift mit einer Zeichenhöhe von 20 bis 22 Bogenminuten geeignet. Eine Mindestzeichenhöhe von 16 Bogenminuten sollte nicht unterschritten werden. Der bevorzugte Sehwinkel von 20 bis 22 Bogenminuten entspricht einer Zeichenhöhe von 2 bis 4 mm bei einem Sehabstand von 40 cm. Die Bildschirmgröße der verwendeten Personalcomputer kann sehr variabel sein, daher empfiehlt es sich, für Bildschirmpräsentationen eine Mindestgröße der Schrift von 8 pt und eine Normalgröße von 11 bis 12 pt zu wählen. Maximal sollten drei unterschiedliche Schriftgrößen Verwendung finden (ISO 9241-4, 1992; SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN, 2004).

2.2.2.2.2 Beschriftung

Eine textuelle Beschriftung von Bildelementen ist notwendig, wenn deren Bedeutung nicht offensichtlich und für die Anwendergruppe verständlich ist. Sie ist in der jeweiligen Landessprache zu halten. Verwechselbare oder uneindeutige Beschriftungen sind zu vermeiden. Zum Beispiel sagt „Zurück“ allein noch nichts darüber aus, wohin zurückgeführt wird. Anschauliche Schlüsselwörter sind allgemein vorzuziehen. Sie sollen den Zweck oder Inhalt des bezeichneten

Informationselements erklären. Schaltflächen für die gleiche Funktion benötigen durch das gesamte Programm hindurch eine konforme Beschriftung mit konsistentem Format und konsistenter Ausrichtung. Unterschiedliche Bedienungselemente einer Seite hingegen dürfen nicht dieselbe Beschriftung aufweisen (SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN, 2004; EN ISO 9241-14, 1999).

2.2.2.3 Bedienungselemente

Die Benutzeroberfläche enthält Bedienungselemente, mit denen der Anwender seine Handlungsmöglichkeiten wählen kann. Das sind zum Beispiel Menüs, Tasten, Knöpfe, Leisten. Jedes Bedienelement ist in der Regel einem generischen Aufgabentyp zugeteilt (EBERLEH, 1994).

2.2.2.3.1 Form und Funktion

Schaltflächen sollen von der Form her gut zu unterscheiden sein, ihrem Anwendungszweck entsprechen, und für eine einfache Bedienung (Platzierung des Mauszeigers) groß genug sein (SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN, 2004; EN ISO 9241-12, 1998, EN ISO 9241-14, 1999).

2.2.2.3.2 Symbole und Icons

Bedienelemente sind in verschiedenen Ausführungen bekannt. Drucktasten sind zum Beispiel graphisch umrandete Bildschirmbereiche mit einem Symbol oder Text innerhalb dieses Bereiches zur Erklärung der Funktion der Taste. Sie dienen zum direkten Auslösen von Aktionen (EBERLEH, 1994). In einer Softwareanwendung sollen für gleiche Funktionen immer die gleichen Icons benutzt werden. Mit einer Beschriftung können Icons kurz erklärt werden. Standardisierten Symbolen (zum Beispiel MS-Windows-Icons) ist der Vorzug zu geben, da sie einen hohen Wiedererkennungswert besitzen und international verständlich sind. Mehr als 20 unterschiedliche Symbole sollen in einer Anwendung nicht zum Einsatz kommen (SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN, 2004; EN ISO 9241-14, 1999).

2.2.2.3.3 Lage und Anordnung der Bedienungselemente

Schaltflächen sollen nach der Wichtigkeit für die auszuführende Aufgabe angeordnet werden: oben links werden die häufig benutzten und unten rechts die weniger beachteten Bedienungselemente platziert. Für eine Funktion sollte nur eine Schaltfläche angeboten werden, aber zusammenhängende Elemente sind eng benachbart anzuordnen. Dabei ist auf ausreichenden Platz für eine leichte und exakte Bedienbarkeit zu achten. Eine konsistente Anordnung der Elemente ist essentiell. Schaltflächen mit gleicher Funktion sind immer an die gleiche Stelle zu setzen (SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN, 2004).

2.2.2.4 Steuerungselemente

Steuerungselemente sind Objekte, die häufig physischen Steuerungen ähneln und dem Benutzer die Manipulation von Daten, anderen Objekten oder deren Attributen ermöglichen. (EN ISO 14915-2, 2003). Geeignete Mediensteuerungsfunktionen des Systems bieten dem Benutzer eine Vorgehensweise, mit den aktuellen Medien die Benutzeraufgabe zu bewältigen. Die Steuerungselemente sind in einer Anwendung einheitlich und visuell eindeutig darzustellen. Auf eine einfache Bedienbarkeit ist Wert zu legen. Zum Beispiel soll in einem dynamischen Medium (Videodarstellung) zumindest „Wiedergabe“ und „Stopp“ jederzeit zur Verfügung stehen (EN ISO 14915-2, 2003). Wenn die Arbeitsaufgabe eine Größenänderung von Objekten erfordert, sollte durch direkte Manipulation ein Vergrößern und wiederum ein Verkleinern möglich sein (EN ISO 9241-16, 1999).

2.2.2.5 Bedienungsführung

2.2.2.5.1 Dialog

Dialog ist eine Interaktion zwischen einem Benutzer und einem Dialog-System, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen (EN ISO 9241-11, 1998).

Grundsätze für die Gestaltung und Bewertung von Dialogsystemen:

- Aufgabenangemessenheit: Der Benutzer soll unterstützt werden, seine Aufgabe effektiv und effizient zu erledigen.
- Steuerbarkeit: Der Benutzer soll in der Lage sein, den Dialogvorgang zu starten, seine Richtung und Geschwindigkeit zu steuern, bis er das gewünschte Ziel erreicht hat.
- Selbstbeschreibungsfähigkeit: Jeder einzelne Dialogschritt soll durch Rückmeldung des Dialogsystems verständlich sein, oder auf Anfrage des Benutzers erklärt werden.
- Erwartungskonformität: Der Dialog soll konsistent sein und den Merkmalen des Benutzers, d. h. seinen Kenntnissen aus dem Arbeitsgebiet, seinen Erfahrungen und seiner Ausbildung entsprechen.
- Individualisierbarkeit: Anpassungen an individuelle Fähigkeiten oder Vorlieben des Benutzers und an die Arbeitsaufgabe sollen realisierbar sein.
Lernförderlichkeit: Unterstützung und Anleitung beim Erlernen des Dialogsystems durch den Dialog wirkt lernförderlich.
- Fehlertoleranz: Das beabsichtigte Arbeitsziel soll trotz fehlerhafter Eingaben erreicht werden - eventuell mit Hilfe minimaler Korrekturen seitens des Benutzers (EN ISO 9241-11, 1998).

2.2.2.5.2 Navigation

„Die Navigationsstruktur, die den Zugang des Benutzers zum Informationsinhalt bestimmt, muss als Teil der Festlegung der übergeordneten Gestaltung einer Multimedia-Anwendung entwickelt werden“ (EN ISO 14915-2, 2003).

Die dynamischen Abläufe bei der Interaktion des Benutzers mit dem System stellen sich folgendermaßen dar:

- Der Benutzer muss durch Dialogschritte eine Sicht erreichen, mit der die beabsichtigte Aufgabenbearbeitung durchgeführt werden kann. Dazu sind Übergänge zwischen den einzelnen Sichten notwendig - dies wird als Navigation bezeichnet.
- Die Eingabe oder Manipulation der Information auf den einzelnen Sichten wird als Bearbeitungsdialog bezeichnet.

Grundsätzlich ist die Zahl der Navigationsschritte möglichst gering zu halten. Idealerweise sind alle Informationen für die Bearbeitung der Aufgabe mit einem einzigen Blick erfassbar (ZIEGLER, 1994). Die Navigationsstruktur von Multimediaanwendungen setzt sich aus Medienobjekten, Darstellungssegmenten und Navigationsverfahren zusammen. Dadurch hat der Benutzer die Möglichkeit, sich zwischen miteinander verbundenen Medienobjekten und Darstellungssegmenten zu bewegen. Die Bedienungsführung soll sowohl das Erreichen des Kommunikationsziels ermöglichen als auch den Anforderungen der Aufgabe im Rahmen technischer Einschränkungen entsprechen (EN ISO 14915-1, 2002; EN ISO 14915-2, 2003). Die Struktur kann linear, als Baum- oder Netzwerkstruktur aufgebaut sein, je nach Anforderungen der Benutzer, der Aufgabe und des Inhaltes (SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN, 2004; EN ISO 14915-2, 2003). Die Benutzerorientierung kann durch Navigationshilfen, die beim Suchen der Information helfen und die Informationsabfrage effizienter gestalten sollen, unterstützt werden. Das sind zum Beispiel Inhaltsverzeichnisse, Indizes, geführte Touren usw. (EN ISO 14915-1, 2002).

2.2.2.5.3 Menü

Die meisten Handlungsmöglichkeiten für den Benutzer sind im Menü beinhaltet. „Bei der Visualisierung von umfangreichen Menüs besteht ein Zielkonflikt zwischen dem zu minimierenden Platzverbrauch und der zu maximierenden Anzahl gleichzeitig sichtbarer Alternativen“ (OBERQUELLE, 1994). Verschiedene Darstellungsformen haben sich herausgebildet (OBERQUELLE, 1994; EBERLEH, 1994; EN ISO 9241-14, 1999):

- Objektmenü (pop-up menu): Nach Druck einer definierten Taste auf dem Bildschirm mittels Mauszeiger erscheint an dieser Stelle das Menü mit den wichtigsten Funktionen der Aufgabe. Nach Auswahl der gewünschten Funktion verschwindet das Menü wieder, wenn nicht explizit eine dauerhafte Darstellung durch „Anpinnen“ aktiviert wird (pin-down menu).
- Aktionsmenü (pull-down menu): Die Menüleiste trägt ständig sichtbare Menütitel, die möglichst prägnant, die in Gruppen gegliederten Menüeinträge, kennzeichnen. Das Aktionsmenü klappt auf, wenn mit dem Mauszeiger auf

einen Menütitel in der Menüleiste geklickt wird und listet die dazugehörigen Funktionen direkt darunter auf. Meistens ist der aktivierte Bereich durch graphische Kennzeichnung oder Einfärbung hervorgehoben.

Die Optionen des Menüs werden logisch gruppiert. Der Benutzer soll eine funktionale und sinnvolle Zusammengehörigkeit erkennen. Innerhalb der Gruppe ist die Reihenfolge so zu wählen, dass die Suche und die Aufgabenausführung erleichtert werden (EN ISO 9241-14, 1999). Die Angemessenheit der Dialogführung mittels Menü ist gegeben, wenn folgende Punkte zutreffend sind:

- Zur Aufgabenbewältigung wird in einem bestimmten Kontext nur eine begrenzte Anzahl von Auswahlmöglichkeiten angeboten.
- Die Hauptaufgabe wird mittels eines Zeigeelements und nicht über die Tastatur bedient.
- Für den Benutzer soll kein Übungsaufwand erforderlich sein.
- Der Grad der Erfahrung des Benutzers bezüglich der Programmführung wird berücksichtigt.

Einzelne Empfehlungen zur Menüführung sind auf ihre Anwendbarkeit im entsprechenden Nutzungskontext zu überprüfen (EN ISO 9241-14, 1999).

2.2.3 Der Gestaltungsprozess

Die Grundlagen einer anwenderorientierten Softwaregestaltung sind das systematische Erheben und Bewerten von Anforderungen, das kreative Ableiten von Gestaltungsmöglichkeiten und das gezielte Evaluieren durch potentielle Anwender. Prototypen helfen bei der Entwicklung unter optimaler Kosten-Nutzen-Relation. Im Überblick baut sich der Gestaltungsprozess aus spezifischen Aktivitäten auf (SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN, 2004):

- Nutzungskontextanalyse
- Bedienungsanforderungen und Gestalten
- Visualisieren
- Evaluation

2.2.3.1 Nutzungskontextanalyse

Der Nutzungskontext stellt die Kombination aus Benutzer, Arbeitsaufgabe, Arbeitsmittel (Hardware, Software und Materialien) sowie aus physischer und sozialer Umgebung, in der das Produkt genutzt werden soll, dar (EN ISO 9241-11, 1998). Hier wird das notwendige Fundament für die Anforderungsdefinition, Gestaltung und Evaluation geschaffen. Folgende Informationen müssen beachtet werden (ZIEGLER, 1994; EN ISO 9241-11, 1998):

- Anwendergruppe: Anforderungen und Fähigkeiten, der zu betrachteten Benutzergruppe, müssen definiert werden. Verschiedene Erfahrungsgrade der Benutzer gilt es zu berücksichtigen.
- Aufgabe: Die zur Zielerreichung erforderlichen Aktivitäten.
- Nutzungsumgebung: Merkmale der sozialen und physischen Umgebung.

2.2.3.2 Bedienungsanforderungen und Gestalten

Aus der Nutzungskontextanalyse werden konkrete Gestaltungsziele für die Bedienoberfläche formuliert. Das Interaktionskonzept sowie die visuelle Gestaltung der Bedienoberfläche werden aufgrund dieser Gestaltungsziele entwickelt und die Erfüllung der Anforderungen später durch die Evaluation überprüft (SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN, 2004).

2.2.3.3 Visualisieren

Das Ziel der Visualisierung besteht darin, die Gestaltungsideen erfahrbar zu machen. Dabei ist auf eine frühzeitige Visualisierung, zum Beispiel in Form von Papierprototypen, zu achten. Hierbei werden anstelle von komplexen Medien (Video/Animationen) Standbilder eingesetzt. Im zweiten Schritt erfolgt ein interaktiver, programmierter Prototyp. Diese Vorgehensweise ermöglicht Kosteneinsparungen bei der teuren Medienherstellung (SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN, 2004; EN ISO 14915-1, 2002)

2.2.3.4 Evaluieren

Die Gestaltungsideen werden systematisch auf die Erfüllung der definierten Anforderungen überprüft. Optimal ist es, wenn Gestaltung und Evaluierung iterativ angelegt sind. Beim sogenannten Usability Test bearbeiten potentielle Endanwender - unter Beobachtung der Entwickler - interaktive Prototypen. Dies ermöglicht Rückschlüsse auf Problemstellen - ergänzende Methoden stellen Fragebögen und Interviews im Anschluss des Usability-Tests dar. Dabei sollte auf die Beschreibung der Anwendergruppe aus der Nutzungskontextanalyse zurückgegriffen werden (SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN, 2004). Die ergonomische Qualität der Aufgabenbewältigung wird durch die Evaluation gesichert. Evaluert wird, ob die gestellten Anforderungen im Entwicklungsprozess umgesetzt wurden. Vier Methoden der Evaluation werden unterschieden:

- ❖ **Subjektive Evaluationsmethode:** unmittelbare Beurteilung durch den Anwender.
 - Vorteile: Rückschlüsse auf Akzeptanz; wenig aufwendige Durchführung.
 - Nachteile: repräsentativer Querschnitt von Probanden notwendig, Suggestion durch Untersuchungsfragestellung.
- ❖ **Objektive Evaluationsmethode:** Beobachtungsprotokolle oder Beobachtungsinterviews.
 - Vorteile: Aspekte, die sich einer Beurteilung durch den Benutzer entziehen, können evaluiert werden; subjektive Eindrücke werden ausgeschaltet.
 - Nachteile: Aufwendige Durchführung – wird daher meistens von Untersuchungslabors durchgeführt.
- ❖ **Leitfadenorientierte Evaluationsmethode:** Expertenprüfung, die sich eher an software-ergonomischen Fragestellungen als an der Aufgabenbewältigung orientiert.
 - Vorteil: Diese Methode verbindet die Vorteile der subjektiven und objektiven Methode, da sie leicht durchführbar ist und zu nachvollziehbaren Ergebnissen führt.
 - Nachteil: Ein qualifizierter Evaluator ist Voraussetzung, da die Methode auf objektivierbare Kriterien beschränkt ist.
- ❖ **Experimentelle Evaluation:** Prüfung bestimmter Hypothesen in der Forschung

Kombination von Evaluationsmethoden:

Die „beste“ Evaluationsmethode gibt es nicht. Die Eignung und der Einsatzzweck der Evaluation bewirkt die Wahl der Methode oder die Kombination der Methoden. Jede Methode beinhaltet spezifische Vorteile und Schwerpunkte. Durch die Kombination unterschiedlicher Evaluationsmethoden werden ganzheitliche Aussagen über die software-ergonomische Qualität der Benutzerschnittstelle getroffen (OPPERMANN und REITERER, 1994).

2.3 Didaktik

Der Terminus „Didaktik“ (griechisch) beschreibt die allgemeine Wissenschaft und Lehre vom Lehren und Lernen. Im engeren Sinne bedeutet Didaktik die Theorie der Lehr- bzw. Bildungsinhalte, ihrer Struktur, Auswahl und Zusammensetzung (BROCKHAUS, 2000).

2.3.1 Geschichtliche Entwicklung der Didaktik

2.3.1.1 Allgemeine Didaktik

Die „Didactica magna“ von Johann Amos Comenius (1592-1670) beschreibt den Grundsatz der Didaktik folgendermaßen: „Erstes und letztes Ziel unserer Didaktik soll es sein, eine Unterrichtsweise aufzuspüren und zu erkunden, bei welcher die Lehrer weniger zu lernen brauchen, die Schüler dennoch mehr lernen; in den Schulen weniger Lärm, Überdross und unnütze Mühe herrsche, dafür Freiheit, Vergnügen und wahrhafter Fortschritt“ (COMENIUS, 1627 und Übersetzung aus dem Lateinischen 1960). Heute ist die Allgemeine Didaktik eine Teildisziplin der Erziehungswissenschaften, die sich ohne spezifische Bindung an Unterrichtsfächer mit Lehren und Lernen beschäftigt (FRIEDRICH und PREISS, 2003). Sie befasst sich mit der Beschreibung, Analyse, Erforschung, Präskription und Planung von Unterricht unter dem Aspekt, die Unterrichtsrealität zu verbessern (ISSING, 1994 und 2002). Aufgrund der Vielfalt der unterrichtlichen Realitäten (z. B. Schule, Hochschule, Weiterbildung) gibt es, je nach Zielsetzungen, Inhalten und Lehr-Lernbedingungen eine Reihe didaktischer Modelle (GÖTZ und HÄFNER, 1992). Das Grundmodell der informationstheoretisch-kybernetischen Didaktik von H. Frank entwickelte sich Mitte der sechziger Jahre zum Grundmodell der Mediendidaktik (ISSING, 2002).

2.3.1.2 Mediendidaktik

Die Mediendidaktik befasst sich schwerpunktmäßig mit der Gestaltung, Verwendung und Wirkung von Medien und Mediensystemen in Informations- und Lernprozessen.

Die Instruktionstechnologie bzw. Mediendidaktik, aufbauend auf der behavioristischen Psychologie (SKINNER, 1968), hat seit über 40 Jahren in den USA, aber auch in Europa Unterricht und Ausbildung nachhaltig geprägt. Die zweckrationalisierte Zielsetzung besteht aus der Entwicklung eines optimalen Instruktionsdesigns (ID) zur effizienten Erreichung operational definierter Lernziele. Noch heute findet die Methode des Instructional Systems Design in Aus- und Weiterbildung Verwendung. Als Beispiele sind zu nennen:

- Der computergestützte Unterricht (CUU) in Form von Übungstexten in Lückentextform oder Texten mit Überprüfungsfragen im Multiple-Choice-Format.
- Das computerbasierte Training (CBT) entspricht Lernprogrammen, in denen sich Texte mit Grafiken abwechseln und dadurch nur geringe Aktionen ermöglichen.

Die Hauptschritte des Instruktionsdesigns (im Folgenden ID₁-Modell genannt) sind: Analyse, Planung, Entwicklung, Evaluation (ISSING, 1994).

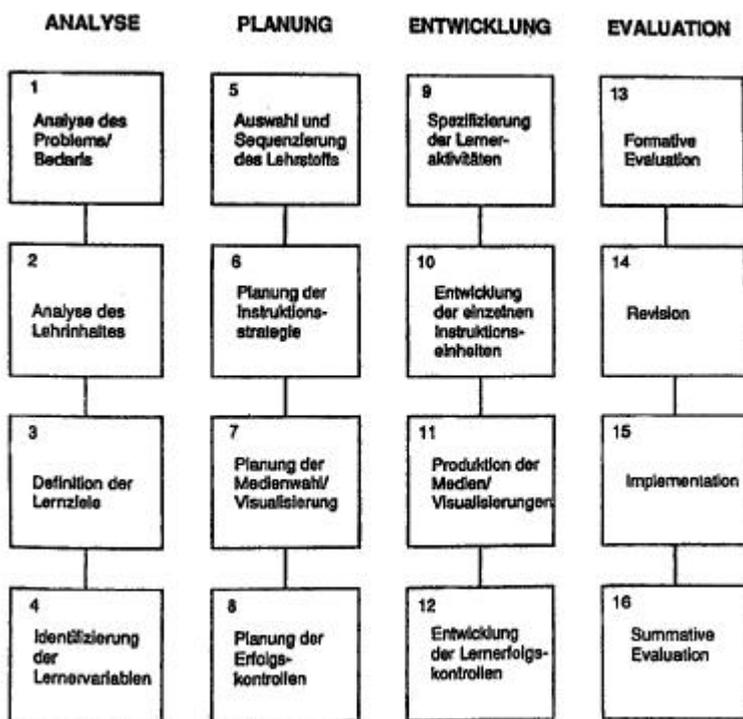


Abb. 1: Grundmodell des Instruktions-Designs (ID₁-Modell)
modifiziert nach ISSING (1994)

In den neunziger Jahren findet aufgrund neuartiger Simulations- und Interaktionsmöglichkeiten von Multimediatechnologien und angesichts des neuen Erkenntnisstands in der Kognitionspsychologie ein Wandel von der Mediendidaktik zur Multimediadidaktik statt. Als psychologische Grundlage der Didaktik tritt anstelle des Behaviorismus sein Gegenpol der Konstruktivismus. Primäres Anliegen des Behaviorismus ist das Instruktionsparadigma, also die Vermittlung von Wissen beim Lernen. Beim Problemlösungsparadigma des Konstruktivismus steht die aktive Erarbeitung des Lerninhaltes durch den Lernenden im Vordergrund (KERRES, 2000).

2.3.1.3 Multimediadidaktik

Nach der programmierten Instruktion wurde mit der Einführung der kognitiven Medien der Lerner befähigt, die Lernsteuerung und die Lernkontrolle selbst zu übernehmen und einen kreierenden Einfluss auf die Medien auszuüben (JONASSEN, 1991). Das menschliche Lernen wird als ein aktiver, konstruktivistischer Prozess verstanden. Der Lernende organisiert und strukturiert in planvoller und strategischer Weise verfügbare Information und erzeugt so neues Wissen oder erweitert vorhandenes Wissen, um Probleme lösen zu können. Die Technologie ersetzt nicht Lehrende, sondern dient Lehrenden und Lernenden als Werkzeug (DÖRR und STRITTMATTER, 2002).

Folgende Prinzipien sind bei der Gestaltung von multimedialen Lernumgebungen nach den Vorstellungen des Konstruktivismus zu berücksichtigen:

- Authentizität der virtuellen Umgebung
- Motivierende kognitive Problemstellungen
- Hochgradig interaktive Handlungsmöglichkeiten
- Chancen für die selbsttätige Konstruktion von Wissen
- Vielfalt bei der Selektion von Lernmaterial
- Pluralität der Positionen und Sichtweisen

Der Konstruktivismus geht davon aus, dass es extern existierendes objektives Wissen nicht gibt, sondern Wissen stets aktuell vom Lernenden neu konstruiert wird und in interaktiven Kommunikationsprozessen konventionalisiert werden muss

(SCHULMEISTER, 1999). Unter dieser Überzeugung wurde das Instruktionsdesign der ersten Generation (siehe Abb.1) zum ID₂-Modell modifiziert.

MERRIL et al. (1990) betrachten das ID₁-Modell äußerst kritisch. Die Autoren beschreiben das ID₁-Modell als

- unflexible geschlossene Systeme
- nur auf begrenzte Wissensbereiche anwendbar
- systemorientiert (Lernende sind Objekt statt Subjekt des Lernprozesses)
- objektivistische Wissensvermittlung, welche die konstruktive Initiative des Lernenden zum Wissenserwerb vernachlässigt.

Einige maßgebliche Änderungen des Instruktionsdesigns der ersten Generationen führen zum ID₂-Modell, das folgende Punkte erfüllt (MERRIL et al., 1990):

- Förderung einer lernerorientierten Lernumgebung, statt Entwicklung kontrollierender Programme.
- Problembezogenes kreatives Lernen in sinnvollen Zusammenhängen, statt separates Faktenlernen.
- Ermöglichung aktiven Lernens, statt passive Wissensvermittlung.
- Offene Lernangebote unter Nutzung neuer Technologien wie Hypertext, Navigationstechniken, Realtime-Simulationstechniken sowie Visualisierungs-, Animations-, Virtual-Reality-Techniken, statt vorfixierte Lernwege.
- Hinführung des Lernenden zu selbst initiiertem, selbständigen Weiterlernen.

Individuelles, interaktives Lernen ist kennzeichnend für die kognitions-psychologische Fundierung des Lernens am Computer und bildet die Grundlage der Multimediadidaktik.

2.3.2 Herleitung des Begriffs „Multimedia“

„Multimedia“ wurde 1995 zum Wort des Jahres gewählt.

Für den Breitbandbegriff „Multimedia“ gibt es die unterschiedlichsten Definitionen, je nach Betrachtungswinkel des Autors. Hier eine Übersicht:

Nach KERRES (2002) lautet die Definition des Multimediabegriffs folgendermaßen: „Multimedien sind technische Systeme, die verschiedenartige mediale Informationen verarbeiten und für den interaktiven Abruf vorhalten:

- textliche Informationen
- Ton und Audioinformationen
- Graphiken
- Digitalisierte Videos und Computeranimationen“.

ISSING (1994) führt dies weiter aus:

Multimedia ist eine Technologie, welche dem Nutzer die computerunterstützte Interaktion mit einem multiplen Mediensystem ermöglicht unter Einbezug einer Vielfalt von Präsentationsformen wie Daten, Text, Ton, Grafik, Animation, Standbild, bewegtes Bild und Echtzeit-Simulation in Cyberspace. Der Personalcomputer ist integrierendes und steuerndes Zentrum. Er ermöglicht die Speicherung aller Präsentationsdaten in digitaler Form auf CD-ROM, Festplatte oder anderer digitaler Speichermedien und die interaktive Verknüpfung der Präsentationsformen und ihrer Zeichensysteme auf einer einzigen Benutzeroberfläche.

Für KLIMSA (2002) ist die „Interaktivität“ der essentielle Bestandteil von multimedialen Angeboten. Dieser Autor versteht unter „Multimedia“ im engeren Sinn eine „Multimedialität“. Verschiedene Hard- und Softwaretechnologien sind zur Integration von digitalen Medien wie Pixelbilder, Grafiken, Text, Video und Audio zu nutzen. Jedoch enthält der Begriff „Multimedia“ neben der Multimedialität auch Interaktivität, Multitasking (mehrere Prozesse werden zeitgleich ausgeführt) und Parallelität (parallele Medienpräsentation). Nicht jede Medienkombination kann als multimedial bezeichnet werden. Zum Beispiel lässt das computerbasierte Training keine Interaktivität zu – Text, Bilder und Grafiken wechseln sich ab und das Programm ist linear aufgebaut. Multimedia integriert also digitale Medien, technische und anwendungsbezogene Aspekte.

WEIDENMANN (2002) beleuchtet „Multimedia“ aus lernpsychologischer Sicht:

Der Begriff „Multimedia“ ist so verbreitet wie für den wissenschaftlichen Diskurs ungeeignet. Die Aufzählung: Multimedia als Integration von Text, Grafik, Pixelbildern, Video und Audio ist aus psychologischer und medienwissenschaftlicher Sicht inkonsistent und theorielos. Maßgeblich für WEIDENMANN sind folgende Kategorien:

- **Codierung:** Text, Grafik (inhaltliche Codierung) , Pixelbilder (technisch definierte Codierung)
- **Modalität:** Sinnesmodalität, Sinneskanal, Sinnesorgane zur Wahrnehmung des medialen Angebotes (auditiv, visuell)
- **Mentale Repräsentation, mentales Format, Verarbeitungssystem:** Qualität der Verarbeitung der sensorisch wahrgenommenen Daten im Verlauf der Sinnentnahme, des Wissenserwerbs und der Speicherung.
- **Medium, mediales Angebot:** Botschaften, Codierungen und Strukturierungen, die medial kommuniziert werden.

Daraus ergeben sich für die ID₂-Modell Beschreibung multimedialer Angebote folgende Differenzierungen (WEIDENMANN, 2002):

- **Multimedial** sind Angebote, die auf unterschiedlichen Speicher- und Präsentationstechnologien verteilt sind, aber integriert präsentiert werden.
- **Multicodal** sind Angebote, die unterschiedliche Codierungen aufweisen.
- **Multimodal** sind Angebote, die unterschiedliche Sinnesmodalitäten ansprechen.

Um mit multimedialen Lernumgebungen einen didaktischen Mehrwert erreichen zu können, müssen bestimmte Voraussetzungen bei Lernenden berücksichtigt werden. Auf lernpsychologische Grundlagen wird im folgenden Abschnitt eingegangen.

2.3.3 Psychologische Grundlagen der Multimediadidaktik

Bereiche aus der Psychologie, wie die Gedächtnispsychologie, Wahrnehmungspsychologie, kognitiv-experimentelle Psychologie und Problemlösen sind relevante Forschungsgebiete für die Multimedianeutzung. Ziel ist es, der

menschlichen Informationsverarbeitung Folgerungen für das Softwaredesign zu entnehmen.

2.3.3.1 Motivation

Es ist mittlerweile bekannt, dass die traditionelle Instruktion (lehrerzentriertes Unterrichtsgespräch) mit immensen Motivationsproblemen zu kämpfen hat. Die systematische Abnahme von intrinsischer Motivation oder Interesse und die Zunahme von Lernunlust im Verlauf von Schul-, Ausbildungs- oder Studienzeiten werden von unterschiedlicher Seite her aufgeführt (STARK und MANDL, 2000; GRÄBER, 1992; HÄUSSLER und HOFFMANN 1995). Dies veranlasst PRENZEL (1997) nach Ursachen für die ungewollte Demotivierung im pädagogischen Alltag zu suchen. Er beschreibt sechs Möglichkeiten „Lernende ungewollt zu demotivieren“. Zum Beispiel ist nach PRENZEL eine explizierte und klare Zielforderung relevant für das Motivationsgeschehen. Bei einer transparenten oder vagen Zielsetzung können Lernende kaum Relationen herstellen zwischen ihren eigenen Anliegen und dem Anliegen der Lehrenden. Insbesondere, wenn sich die behandelten Inhalte weder kurz- noch längerfristig mit eigenen Zielen vereinbaren lassen, ist mit Demotivierung zu rechnen. Es gilt also zu klären, wie instruktionale Maßnahmen und Lernumgebung auf die Motivierung Lernender abzielen und welche theoretische Konzeptualisierung der Motivation zu Grunde liegt. Ausgehend vom Grundmodell der kognitivistischen Motivationspsychologie ist das beabsichtigte Motivieren von Lernenden als indirekte Einflussnahme auf Lern- bzw. Problemlösehandlungen durch eine bestimmte Gestaltung der Lernumgebung zu interpretieren. Die Lernumgebung soll demnach so gestaltet werden, dass Anreize, die zu den potentiellen Motiven der Lernenden passen, sichtbar werden und durch Aktivitäten der Lernenden erreicht werden können (STARK und MANDL, 2000).

Hier ein Auszug motivationsfördernder Aspekte:

- **Epistemische Neugier / situationales Interesse:** Lernende mit epistemischer Neugier sind begierig darauf, neues Wissen zu erwerben, um

Probleme besser verstehen und bewältigen zu können, sie entwickeln eine Art Forschungsdrang oder Erkenntnisstreben.

- **Problemkomplexität:** Das Prinzip der Problemkomplexität fördert die motivationale Erwartungskomponente und lässt den Lernenden die Möglichkeit, durch Bewältigung komplexer, nichttrivialer Problemsituationen zu erfahren, wie sich die eigene Kompetenz vergrößert.
- **Selbstwirksamkeit:** Werden Problemkomplexität und Fähigkeit so aufeinander abgestimmt, dass die Lernenden erfolgreich sind, führt dies zu positiven Selbstwirksamkeitserwartungen, Gefühle der Selbstbestimmung und Eigenkontrolle. Von der Ausprägung der Selbstwirksamkeit hängt wiederum die Akzeptanz von Leistungszielen sowie die Ausdauer bzw. Persistenz der Lernbemühungen ab (STARK und MANDL, 2000).

Im Vergleich zu traditionellen Lernumgebungen zielen situierte Lernumgebungen insgesamt stärker darauf ab, eine Lern- bzw. Bewältigungsorientierung und weniger eine Leistungsorientierung zu fördern und haben somit einen Aufforderungscharakter. Dazu eignen sich folgende motivierende Unterrichtsstrategien (SCHIEFELE und SCHIEFELE, 1997):

- Strategien, die für authentische und herausfordernde Aufgaben eingesetzt werden.
- Lernereigene Lernstrategien sollen Anwendung finden und bestärkt werden (weniger das Lernergebnis).
- Kooperative Lernprozesse sind zu begünstigen.

Ein einheitliches theoretisches Konzept der Motivationsförderung gibt es nicht. „Speziell Lehrende erhoffen sich von der Motivationsforschung Wissen darüber, wie sie Lernende beeinflussen können, damit diese etwas Bestimmtes lernen wollen.“ (PRENZEL, 1997) Prinzipiell lassen sich die in der Literatur beschriebenen Formen der Lernmotivation in zwei Gruppen einteilen: in die intrinsische und extrinsische Motivation. Die Ansätze zur Erklärung der extrinsischen Motivation fragen nur nach dem Anreiz der Folgen von Handlungen, nach den Emotionen, welche sich nach Tätigkeiten einstellen. Bei der intrinsischen Motivation steht die Handlung an sich im

Mittelpunkt. Die Handlung selbst wird als interessant und spannend angesehen und zielt nicht auf erwünschte Konsequenzen ab. „Die Theorie über intrinsische Motivation stellt dieses Phänomen in den Mittelpunkt und bezeichnet das spezifische Aufgehen des Menschen in der Tätigkeit als „Flußerleben““. (SÜSSENBACHER, 1992). Gerade bei der Frage nach Motivation durch die Arbeit am Computer muss der Reiz, den die Handlung selbst verursacht, interessieren (SCHIEFELE und SCHIEFELE, 1997; SÜSSENBACHER, 1992).

2.3.3.2 Emotion

Menschliche Informationsverarbeitung schließt kognitive Daten im engeren Sinn, d. h. Wissen um Objekte, Zustände, Ereignisse und emotionale Daten mit ein. Es ist also der Zusammenhang von Emotionen und Kognitionen in Erleben und Handeln aufzuklären (MANDL und HUBER, 1983).

Verschiedene Definitionen zu Emotion:

- Emotionale Prozesse stellen die Energiequelle der kognitiven Prozesse dar. Sie sind für deren Funktionieren zuständig, aber nicht für deren Struktur .
- Emotionales Erleben und Verhalten sind in der subjektiven Sicht jeder Person ein bekanntes Phänomen, in der Psychologie konnte bisher jedoch keine übereinstimmende Definition eines wissenschaftlichen Konstrukts erarbeitet werden. Die Schwierigkeit besteht in der Komplexität der Emotionalität und deren enge Verknüpfung mit anderen psychologischen Prozessen (MANDL und HUBER, 1983).
- Emotionen sind im engeren Sinn von zeitlicher Dynamik geprägt: Sie setzen ein, sie entfalten sich, sie verklingen. Wenn man in einer Situation erfreut, wütend oder verängstigt ist, so fühlt man sich in den verschiedenen zeitlichen Abschnitte der jeweiligen Situation doch immer etwas anders. Dabei spielt der Zusammenhang von Emotion und Kognition eine wichtige Rolle.
- Emotion als Aktivitätskomponente stellt die Grundlage der kognitiven Orientierung in der Welt dar. Zu geringe wie übersteigerte Emotionalität

(Schläfrigkeit, Panik, Wut) beeinträchtigen diese Prozesse gleichermaßen (MANDL und HUBER, 1983).

- Emotionen sind Reaktionsmuster auf diskrete, auslösende Ereignisse (interne oder externe). Die subjektiven Erlebnisweisen führen zu verbalen Äußerungen, motorisch-expressivem Verhalten (Mimik, Gestik, Vokalisation) und vegetativen Veränderungen.

Dies belegen HAMM und VAITL (1993) durch mehrere Studien, deren Ziel darin bestand, eine standardisierte und normative Serie visueller Reize zur Induktion emotionaler Reaktionen zu entwickeln und eine Validierung dieser Stimulationsmethode auf allen drei Reaktionsebenen (verbale, motorische, vegetative) zu belegen. Den Probanden wurden Diapositive aus sehr unterschiedlichen inhaltlichen und semantischen Kategorien (Bilder von wilden und zahmen Tieren, Unfallopfern, Haushaltsgegenständen usw.) für jeweils sechs Sekunden gezeigt. Gleichzeitig wurde die emotionale Befindlichkeit der Probanden nach einem von den Autoren entwickelten Polaritätsprofil erfasst und anschließend ausgewertet. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass Bilder zuverlässige emotionale Erlebnisweisen auslösen, die sich sehr konsistent erfassen lassen und unabhängig von der Methode der Befindlichkeitsmessung sind (HAMM und VAITL, 1993).

2.3.3.3 Lernen

2.3.3.3.1 Lebenslanges Lernen

Das Jahr 1996 wurde europaweit zum Jahr des lebenslangen Lernens deklariert (REINMANN-ROTHMEIER und MANDL, 1997).

„Je schneller sich der soziale, technische, wirtschaftliche Wandel vollzieht und je häufiger sich die Anforderungen in der Arbeits- und Lebenswelt ändern, desto notwendiger wird ein lebenslanges Lernen der betroffenen Menschen...“ (DOHMEN, 1996). Durch Eigenverantwortung und Eigeninitiative von Einzelnen, Organisationen und Gemeinschaften muss Lernen und Weiterbildung zur Selbstverständlichkeit werden. Voraussetzung dafür ist die Lernbereitschaft und die Investition in das eigene Leben und die Gemeinschaft (REINMANN-ROTHMEIER und MANDL, 1997; LEMPERT und ACHTENHAGEN, 2000; FRIEDRICH und MANDL, 1990). Die

motivationale Komponente zur Aufrechterhaltung und zielgerichteten Steuerung des Lernprozesses spielt dabei eine herausragende Rolle (NENNINGER et al., 1996)

2.3.3.3.2 Selbstgesteuertes Lernen

Motiviertes selbstgesteuertes Lernen ist ein Wechselspiel zwischen Wissen, Können und Wollen. Voraussetzung ist ein entsprechendes Grundwissen und der Wunsch nach der eigenständigen und eigenverantwortlichen Gestaltung von Lernen (Planung, Organisation, Umsetzung, Kontrolle und Bewertung) (NENNINGER et al., 1994). Der Autodidakt übernimmt gegenüber sich selbst Lehrfunktion und bedarf daher einer besonderen Motivation, die das Lernen in Gang setzt und unterhält. Er verzichtet auf die unbestreitbare Unterstützungsfunktion von Experten einer Bildungsinstitution - allerdings nicht auf unterschiedlichste Informationsquellen – und erhält dafür beim selbstgesteuerten Lernen sehr viel mehr Spielräume gegenüber dem angeleiteten Lernen:

- Freie Zeiteinteilung und Ortswahl
- Lerninhalte sind frei wählbar und eine Vertiefung beliebiger Schwerpunkte jederzeit möglich
- Eigene Festlegung von Lerntempo und Schwierigkeitsgrad der Übung
- Lernerfolgskontrolle kann auf eigenen Wunsch und nicht zwingend erfolgen
- Förderliche Lernumgebung selbst gewählt (PRENZEL und HEILAND, 1990)

2.3.3.3.3 Problemorientiertes Lernen

Problemorientierte, authentische Lernsituationen helfen träges Wissen (Wissen, das in Anwendungssituationen nicht genutzt werden kann) zu vermeiden und fördern handlungsrelevantes Wissen (HARTINGER et al., 2001). Multimedia unterstützt die selbständige Bearbeitung und Lösung von Problemen durch den Lernenden. Durch multimediale Präsentationstechniken werden authentische Problem- und Entscheidungssituationen geschaffen. Die Herausforderung, das anstehende Problem zu erfassen, Hypothesen aufzustellen, diese zu überprüfen und

Lösungswege zu finden, motiviert den Lernenden und bestätigt ihn durch die unmittelbare Wirkung seiner Wissensanwendung (REINMANN-ROTHMEIER und MANDL, 1997). Das durch den Konstruktivismus geprägte Problemlösungsparadigma stellt die interaktive Informationserschließung durch den Lernenden in den Vordergrund (EULER, 1994). Dafür stehen ihm Werkzeuge zur Problembearbeitung zur Verfügung, mit denen er selbstgesteuert arbeitet (PYYSALO et al., 2001).

2.3.3.3.4 Traditionelle Lehr-Lernphilosophie

Die traditionelle Lernphilosophie suggeriert eine Art Wissenstransport vom Lehrenden zum Lernenden. Am Ende des Wissenstransports besitzt der Schüler den gelernten Wissensausschnitt in genau derselben Form wie der Lehrer.

- Lehrprozess: Wissenstransport
- Lehrerposition: Präsentiert und erklärt Wissensinhalte, betreut den Lernenden und führt eine Erfolgskontrolle durch.
- Lernprozess: Ein rezeptiver Prozess – linear und systematisch aufgebaut.
- Inhalte und Ziele: Lerninhalte sind Wissenssysteme, die in ihrer Entwicklung abgeschlossen und klar strukturierbar sind. Das wichtigste Ziel ist es, dass die Lernenden die gesetzten Leistungskriterien erfüllen.
- Evaluation: Lernerfolgskontrolle
(MANDL et al., 2002; REINMANN-ROTHMEIER und MANDL, 1997)

Der Lernende hat im Frontalunterricht mit enger Fächerbegrenzung und Prüfungsdruck wenig Einfluss auf die Lernsituation. Lernumgebung, Lernzeit und Lernweg sind vorgegeben. Aktionen, welche vom Lernen erwartet werden - wie das Beantworten von Fragen – verursachen durch den festgesetzten zeitlichen Rahmen und die Erwartungshaltung des Lehrers eher eine Begrenzung statt eine Förderung seines Wirksamkeitspotentials (WEIDENMANN, 1994).

2.2.3.3.5 Konstruktivistische Lehr-Lernphilosophie

Die Lernenden sollen Handlungskompetenz erlangen, um das Gelernte flexibel anwenden zu können. Selbständiges Lernen sowie kommunikative und kooperative Fertigkeiten werden vermittelt.

- Lehrprozess: Lehrerfunktion im Sinne einer Anregung, Unterstützung, Beratung
- Lehrerposition: Berater und Gestalter von Lernsituationen
- Lernprozess: Der konstruktive Prozess erfolgt multidimensional in einem bestimmten Kontext und endet in individuell und situationsspezifisch unterschiedlichen Ergebnissen.
- Inhalte und Ziele: Wissen wird durch soziale und individuelle Kontexte vervollständigt. Lernende erlangen Expertenwissen und die Fähigkeit es anzuwenden. Spezifische Ziele ergeben sich aus der Bearbeitung authentischer Aufgaben.
- Evaluation: Der Lernprozess an sich wird beurteilt, weniger das Lernergebnis. Selbstevaluation wird angestrebt (REINMANN-ROTHMEIER und MANDL, 1997).

2.3.3.4 Aufmerksamkeit und Wahrnehmung

Die komplexe, willkürliche Aufmerksamkeit ist grundlegender Bestandteil im Wahrnehmungsprozess und stark von gesellschaftlichen Einflüssen geprägt.

„Aufmerksamkeit beruht demnach auf der Einführung von Faktoren in die komplexe Steuerung selektiver psychischer Aktivität, die nicht durch biologische Reifung im Organismus, sondern vielmehr durch die wechselseitigen Beziehungen des Kindes mit Erwachsenen geschaffen wurden.“ (LURIJA, 1992)

Die Aufmerksamkeitsleistung steigt besonders dann an, wenn ihr eine aktive Erwartung vorausgeht oder die Aufgabe erschwert wird (KLIMSA, 2002). Andererseits ist die Aufmerksamkeit - die Bereitschaft und Fähigkeit von Lernenden sich mit dem Lehrinhalt auseinanderzusetzen – zum Erlangen affektiver Lernziele grundlegend. „Affektive Lernziele beziehen sich auf Interessen, Einstellungen und

Werte sowie die Fähigkeit, angemessene (moralische) Werturteile bilden zu können und eigenes Verhalten danach auszurichten.“ (KERRES, 2001)

2.3.3.5 Mensch-Computer-Interaktion

In zunehmenden Maße wird das Wissensmanagement - zum Beispiel in Unternehmen - von computerbasierten Informations- und Koordinationsplattformen unterstützt. Mit solchen Systemen wird Wissen abgelegt, weiterentwickelt und verteilt (innerhalb sowie zwischen Projekten). Dadurch entsteht eine starke Kooperation zwischen den Mitarbeitern - sie können Wissen für andere bereitstellen oder Wissen abrufen. Als Medium des Wissensmanagements wirken Computersysteme und -netze. Aufgrund von Transformationsvorgängen zwischen Daten und Wissen sind Missverständnisse bei den Kommunikations- und Kooperationsprozessen des Wissensmanagements im Prinzip nicht ausschließbar. Daher sollte Metawissen über das Wissen und den situativen Kontext bei denjenigen verfügbar sein, die mit Hilfe technischer Ausrüstung Wissen austauschen. Der Kommunikationserfolg ist umso größer, je stärker die Kommunikationsprozesse und die Mensch-Computer-Interaktion in einer soziotechnischen Einheit miteinander verbunden sind (HERRMANN et al., 2003).

Die Mensch-Computer-Interaktion folgt den Gesetzmäßigkeiten der zwischenmenschlichen Kommunikation. Ein Sender (Benutzer oder Computer) liefert dem anderen Dialogpartner Informationen, indem über die Benutzerschnittstelle Symbole übertragen werden. Dem Empfänger stehen nun aus den gelieferten Informationen und seinem Wissensstand so genannte „mitgelieferte Informationen“ zur Verfügung, die er durch einen Schlussfolgerungsprozess errechnet hat (STROTHOTTE, 1994).

2.3.3.6. Kognition

Die Bedeutung des Wortes „Kognition“ umfasst Phänomene der Informationsverarbeitung wie Prozesse des Aufmerkens, des Lernens, des Speicherns, des Erinnerns, des Abstrahierens und des Problemlösens. Mit „Kognition“ wird also begrifflich weit mehr erfasst als Wissen. Kognitive Prozesse sind in unterschiedlichem Ausmaß an allen psychischen Aktivitäten beteiligt.

Folgende kognitive Teilprozesse werden in Modellen der menschlichen Informationsverarbeitung postuliert: Wahrnehmung, Vorstellung, Erinnerung, Denken und Sprechen im Kontext des Handelns (MANDL und HUBER, 1983).

2.3.3.7 Lernen mit Text

2.3.3.7.1 Klassisches Textverständnis

Die Leseforschung - ein klassischer Bereich in der angewandten Psychologie - befasste sich ursprünglich mit den Methoden des Lesenerlernens. Die Forschung wurde in den sechziger Jahren, inspiriert durch die neuen Ansätze der kognitiven Psychologie, auf den Bereich Textverstehen ausgeweitet. Grundlage für das Textverständnis ist die Leser-Text-Interaktion, also das Verstehen von Textmerkmalen unter Berücksichtigung von Lesermerkmalen:

- Interpretatives Verstehen: Literales Verstehen von im Text lexikalisch und syntaktisch verpacktem Wissen.
- Konstruktives Verstehen: Das Textangebot wird durch aktiviertes Vorwissen und Schemata selektiert, reduziert, elaboriert und organisiert. Daraus wird eine semantische Struktur konstruiert (BALLSTAEDT, 1997).

Besonders beim angeleiteten Lernen in der Schule stehen die fremdgesteuerten kognitiven Prozesse des Textverstehens und der Wissensvermittlung im Vordergrund. Dem Leser wird entsprechender Text, durch die vom Textautor ausgewählte, strukturierte und sequenzierte Information, nahe gebracht. Sprachliche Mittel sowie Merkmale der Textgestaltung geben die Struktur vor (TERGAN, 1997). „Der traditionelle Ansatz der Lese- und Textverstehensforschung ist zu einseitig auf das Verstehen der Textaussagen und das Behalten von Fakten ausgerichtet und wird der Vielfalt der Lesetätigkeiten, insbesondere bei erwachsenen Lesern nicht gerecht.“ (GUTHRIE und MOSENTHAL, 1987) Denn für aktive, konstruktive Leser stellen Texte häufig nur ein Informationsangebot dar. Eigene Lernvoraussetzungen - Vorwissen, Interessen und Ziele - sowie Anforderungen an bestimmte Aufgabensituationen führen zu einer gezielten Auswahl an Informationen, die verarbeitet und mental präsentiert werden (BALLSTAEDT et al., 1981).

2.3.3.7.2 Hypertext

„Hypertext ist ein interaktives, computerunterstütztes Informationssystem mit netzwerkpräsentierter Information“. (PYTER und ISSING, 1996)

Bei Hypertext- und Hypermedia-Systemen wird der Inhalt eines Gegenstandsbereich in einzelne Informationseinheiten fragmentiert und in Form von sog. Knoten in der Datenbasis gespeichert. Diese Knoten werden elektronisch miteinander verknüpft. Hypertext ist also eine nicht-lineare Repräsentation von Informationen in einem Netzwerk aus Knoten und Verknüpfungen. Bei Hypermedia-Systemen werden in den Informationsknoten außer Texten, Grafiken und Abbildungen, auch Töne, Animationen oder Videos angeboten. Somit ist ein flexibler Zugriff auf vielfältige Informationen in beliebiger Reihenfolge möglich (TERGAN 1997; URHAHNE und SCHANZE, 2003). Neben Vorteilen gegenüber linearen Lernsystemen, wie zum Beispiel die Unterstützung selbst gesteuerter kognitiver Prozesse, gibt es auch Nachteile zu bemängeln: Der Sachverhalt „lost in hyperspace“ wurde schon 1987 von CONKLIN aufgeführt. Orientierungsprobleme ergeben sich aus der Schwierigkeit, sinnvoll Informationseinheiten auszuwählen, und der Schwierigkeit festzustellen, wo man sich gerade im Netz der miteinander verknüpften Informationen befindet. Zu einer konzeptuellen Desorientierung kommt es, wenn der Nutzer die Informationen nicht in seine eigene Wissensstruktur integrieren kann. Dies führt zu einer weiteren Problematik - der kognitiven Überlastung (CONKLIN, 1987; URHAHNE und SCHANZE, 2003).

2.3.3.8 Lernen mit Bildern

Die kognitionspsychologische Forschung hat für den Wissenserwerb mit Text das verbale Symbolsystem von Lehrmedien untersucht und zahlreich dokumentiert (siehe Kap. 2.1.3.7). Erst 1990 begann Weidemann (1990) mit Studien über bildliche Symbolsysteme, die eigenen Gesetzmäßigkeiten folgen und sich auf diese Weise von der sprachlich kodierten Information des verbalen Symbolsystems unterscheiden. Der Autor unterschied 1994 informierende, künstlerische und unterhaltende Bilder. Für Lehrmedien sind informierende Bilder relevant und dienen dazu, Aussagen zu bestimmten Inhalten zu machen oder einen Lösungsversuch für eine Aufgabe zu liefern. Die Rezipienten sollen die bildhaft kodierte Information

möglichst exakt und vollständig extrahieren und sich dadurch die Grundlage für ein produktives Arbeiten schaffen. Die Gestaltung der informierenden Bilder erfolgt mit einer bestimmten Technik, um den Prozess der Informationsextraktion auf Seiten der Bildbetrachter zu unterstützen. Zusätzlich wird die Qualität der Bildauswertung durch Bildlegenden und Beschriftungen gesichert. Folgende bildliche Kodierungen lassen sich daraus ableiten:

- Darstellungskode: Der Inhaltsbereich informierender Bilder entspricht dem visuellen Argument. Die Funktion des Darstellungskodes ist es, dieses möglichst klar und eindeutig zu visualisieren. Anhand der Bildvorlage soll es dem Rezipienten möglich sein, ein realitätsnahes Perzept aus der kritischen Information zu erstellen.
- Steuerungskode: Er steuert die Rezeption des visuellen Arguments. Dies erfolgt üblicherweise durch die Lenkung der Bildverarbeitung mit Hilfe von Bildlegende, Bildbeschriftungen und Bildüberschriften, also einer verbalen Doppelung des Darstellungskodes. Bei komplexeren informierenden Bildern ist der bildliche Steuerungskode von großer Bedeutung. Durch farbige Hervorhebung, Pfeile, Ausschnittsvergrößerungen usw. wird das visuelle Argument hervorgehoben und die Extraktion der Information unterstützt (WEIDENMANN, 1994).

Bilder müssen im Allgemeinen „leicht, mühelos zu verstehen und auf einen Blick zu erfassen“ sein (SALOMON, 1984). Bei der Untersuchung des Rezeptionsprozesses ergaben sich zwei Kategorien:

- Ökologisches Bildverstehen: Die Rezipienten nehmen das Bild wie ihre natürlichen Umgebung wahr und identifizieren durch Vorwissen und sensuelle Erfahrungen das Objekt oder die Szene.
- Indikatorisches Bildverstehen: Nicht nur das Abgebildete wird erkannt, sondern das visuelle Argument im Bild wird vom Betrachter fokussiert und rekonstruiert. Die kommunikative Funktion der Illustration und die Intentionen des Bildautors werden erfasst (WEIDENMANN, 1994).

Der Umgang mit dem Computer ist stark geprägt durch den interaktiven Umgang mit Bildern. Dies fängt mit der Navigation an: Statt Kommandos über die Tastatur einzugeben, werden visuelle Hinweise auf die gegenwärtig verwendbaren Kommandos auf dem Bildschirm gegeben. Dies geschieht in Form von Grafiken oder Piktogrammen (STROTHOTTE, 1994). Weiterhin stellen Bilder für den Nutzer eine gewisse Attraktivität dar, denn zum Lesen längerer Textpassagen ist der Computerbildschirm wenig geeignet. Durch den technischen Fortschritt ist die Möglichkeit zur elektronischen Bildspeicherung, Bildgenerierung und Bildverarbeitung gegeben und wird in Lernprogrammen zum Wissenserwerb durch Abbilder eingesetzt. Unter psychologischen und gestalterischen Gesichtspunkten ist folgende Einteilung der Funktionen von Abbildern sinnvoll (WEIDENMANN, 1994):

- Zeigefunktion: Ein Gegenstand oder Teile dieses Gegenstandes werden abgebildet.
- Situierungsfunktion: Ein kognitiver Rahmen - zum Beispiel ein Szenarium - wird abgebildet.
- Konstruktionsfunktion: Ein mentales Modell zu einem bestimmten Sachverhalt wird mit Hilfe von Abbildern konstruiert. So kann Unvertrautes oder Unanschauliches verständlich gemacht werden.

Die Gestaltungsmöglichkeiten für Abbilder werden durch multimediale Elemente erweitert:

- Bewegte Bilder: Eine wichtige Gestaltungsmöglichkeit für komplexere Abbilder, da die Darstellung vieler Gegenstände mit Standbildern unzulänglich ist.
- Interaktivität: Zusatzinformationen, Beschriftungen oder akustische Signale können vom Benutzer durch eigenständige Steuerung abgerufen werden.
- Auditativer Sinneskanal: Beim Arbeiten am Computer wird immer häufiger neben der visuellen Modalität auch der Gehörsinn - durch Sprache, Geräusche oder Musik - angesprochen (WEIDENMANN, 2002).

2.3.3.9 Visuelles und auditives Lernen mit Multimedia

Ausgehend von gedächtnispsychologischen und mediendidaktischen Theorien beschäftigen sich zahlreiche Untersuchungen mit der Problematik, wie sich die Darstellung von Lehrinhalten und das Ansprechen unterschiedlicher Sinnesmodalitäten auf den Lerneffekt auswirken. In Lernsoftware kommen unterschiedliche Informationsarten vor:

- **Reine Text- oder Bildpräsentation:** Diese Darstellungsform findet sich teilweise im computergestützten Unterricht und im computerbasierten Training, welche als lineare Lernplattformen aufgebaut sind. Durch die einförmige Darbietung sinkt die Motivation und das Interesse der Lernenden schnell, daher eignet sich diese Darstellung eher für kurze Lehreinheiten (WEIDENMANN, 1994).
- **Textdarbietung visuell und gleichzeitig auditiv:** Bei dieser bimodularen Darbietung ist das lesende Auge oft schneller als die sprechende Stimme. Es kommt zwischen dem gelesenen und dem gesprochenen Text zu Synchronisationsstörungen, da beide im Sprachzentrum verarbeitet werden (WEIDENMANN, 2002). Visuelle und auditive Texte aktivieren und speichern Wortmarken. Durch die Aktivierung mehrerer Wortmarken erhöht sich die Chance zu einer tieferen Verarbeitung und damit zu einer Abspeicherung im Langzeitgedächtnis. PAECHTER (1997) berücksichtigt die Flüchtigkeit bzw. Stabilität der Informationsdarbietung. Visuelle Texte (und Standbilder) zeichnen sich durch zeitliche Stabilität der Informationsdarbietung aus. Auditive Texte (und Bewegbilder) sind flüchtige Informationsangebote. Hier wird das Lerntempo vom Lernsystem vorgegeben. Dabei werden die Gedächtnisressourcen des Benutzers schnell überlastet und das Lernen ist weniger effektiv. „Der Vergleich von auditiven und visuellen Texten erbrachte keine eindeutigen Ergebnisse zugunsten einer bestimmten Informationsart.“ (PAECHTER, 1997)
- **Textdarbietung und Bildpräsentation:** Hier werden Bilder für das Verstehen, Verarbeiten und Behalten von Texten benutzt. Illustrationen sollen, zum Beispiel in Schulbüchern, zum Lesen anregen und die Zeit

verlängern, in der sich der Schüler mit dem Text beschäftigt. Bilder wecken Interesse, fördern die Aufmerksamkeit und lösen Emotionen aus. Die kognitive Funktion von Bilder wird folgendermaßen klassifiziert:

1.) Darstellende Funktion: Illustrationen konkretisieren die Textinformation.

2.) Interpretierende Funktion: Illustrationen dienen dazu, schwer zu verarbeitenden Text verständlich zu machen.

3.) Organisierende Funktion: Illustrationen verbessern die Struktur und verdeutlichen den Zusammenhang von Textinhalten (WEIDENMANN, 1994).

- **Bildpräsentation und Texterklärung:** Sprachliche Informationen sind dazu geeignet, mehrdeutige Bilder zu präzisieren, logische Bilder zu erläutern und komplexe Bilder zu akzentuieren. Dies kann in Form eines Begleittextes oder mit Hilfe von Bildlegenden erfolgen. Es gibt deskriptive Legenden, welche verbal den Bildinhalt wiederholen und instruktive Legenden, welche die Aufmerksamkeit des Rezipienten auf wichtige Bildteile lenken (WEIDENMANN, 1994).
- **Bilddarbietung mit auditiver Unterlegung:** Angeleitet durch den auditiven Kommentar mustert das Auge in Ruhe das Bild und verarbeitet es. Dies geschieht in einem anderen Gehirnareal als die Tonverarbeitung. Dadurch entstehen nur Interferenzen, wenn sich der Textinhalt semantisch vom Bildinhalt entfernt (WEIDENMANN, 2002).
- **Bewegtbilder:** Hier besteht die Gefahr der kognitiven Überlastung des Benutzers. Dies hätte eine unzulängliche Verarbeitung der dargebotenen Information zur Folge (WEIDENMANN, 2002; PAECHTER, 1997).

2.4 Multimediale Lernprogramme zur abdominalen Sonografie

Die vier kommerziell erhältlichen, multimedialen Lernprogramme aus der Tiermedizin, die die Ultraschalluntersuchung und insbesondere die Darstellung der weiblichen Geschlechtsorgane beim Hund und eventuell bei der Katze zum Thema haben, werden auf folgende Schwerpunkte hin untersucht und verglichen:

- Lehrinhalt: Text, Standbilder und Filme über die gynäkologische Sonografie beim kleinen Haussäugetier
- Softwareergonomie: Verwendete Farben, Text Menüführung, Steuerungselemente.
- Didaktisches Konzept: Nach R.SCHULMEISTER (1999) sind insbesondere folgende Punkte beim Entwurf des didaktischen Designs für Software zu berücksichtigen:
 - 1.) die Struktur der Lektionen im Lernsystem,
 - 2.) die geplante Usergruppe,
 - 3.) derwendete Metadaten wie Text, Bilder, Audios.

2.4.1 CD-ROM GREEN

Titel: *Small Animal Ultrasound on CD-ROM*

Autor: GREEN, R. W. (1998)

Kurzbeschreibung: Als Vorlage für diese Lern-CD-ROM diente das Standardwerk „Small Animal Ultrasound“ vom gleichnamigen Autor R.W. GREEN. Schwerpunkt der Lern-CD-ROM ist die Pathologie, die mit Hilfe von Fallbeispielen verständlich aufgeführt wird. Bei Erläuterungen zur Topografie, als auch zur Sonografie fehlen Angaben zu Speziesbesonderheiten und eine eindeutige Tierartenzuordnung. Die pathologischen Fallbeispiele beziehen sich hauptsächlich auf die Hündin. Die CD-ROM ist in englischer Sprache gehalten.

2.4.2 CD-ROM THEISE

Titel: *Gynäkologie bei der Hündin, Grundlagen für Tierärzte*

Autoren: THEISE, B., A. MÜNNICH und W. HEUWIESER (1999)

Kurzbeschreibung: Dieses Lernprogramm entstand im Rahmen einer Dissertation am Lehrstuhl für Gynäkologie der Freien Universität Berlin. Es ist in erster Linie für praktische Tierärzte gedacht. Die folgenden Themengebiete werden angesprochen:

- Zyklus der Hündin
- Gynäkologische Untersuchung der Hündin
- Läufigkeitsnutzung
- Läufigkeitsunterdrückung

Ultraschallabbildungen vom Eierstock finden sich bei der Zyklusdarstellung und bei der gynäkologischen Untersuchung in Form von insgesamt vier Filmsequenzen. Die Gebärmutter ist sonografisch nicht dargestellt.

2.4.3 CD-ROM NYLAND

Titel: *Small Animal Abdominal Ultrasonography*

Autor: NYLAND, T. und C. McConnell

Kurzbeschreibung: Auf Grundlage eines Standardwerkes von T. NYLAND entstand die Lern-CD-ROM. Neben pathologischen Fallbeispielen werden jeweils zu Kapitelanfang die physiologischen Begebenheiten kurz besprochen.

2.4.4 CD-ROM BODUNGEN

Titel: *Die Sonografie des Abdomens beim Hund*

Autoren: BODUNGEN und BODUNGEN (1999)

Kurzbeschreibung: Lernprogramm der Abteilung für Unterrichtsmedien der Universität Bern, Schweiz.

Dieses Lernprogramm behandelt Ultraschalldarstellungen einiger unveränderter, abdominaler Organe beim Hund. Die weiblichen Geschlechtsorgane werden nicht

vorgestellt. Der Inhalt ist ausschließlich in Filmsequenzen mit auditiver Unterlegung aufgeführt.

2.4.5 Vergleich der auf dem Markt frei erhältlichen Lernprogramme über die gynäkologische Sonografie bei Hund und Katze

2.4.5.1 Lehrinhalte: Themenauflistung und bildhafte Darstellungen

2.4.5.1.1 Gynäkologische Sonografie

Gynäkologie	CD GREEN	CD THEISE	CD NYLAND
Einleitung/ Propädeutik			
▪ Eierstöcke	-	+/Hd	-
▪ Gebärmutter	-	-	-
▪ Trächtigkeit	+/Ktz	-	-
Sonografie Anatomie			
▪ Eierstöcke	+/?	+/Hd	2/Hd
▪ Gebärmutter	+/?	-	2/Hd
▪ Trächtigkeit	+/Ktz	-	3/Hd
Sonografie Pathologie			
▪ Eierstöcke	+/Ktz	-	2/Hd
▪ Gebärmutter	+/Ktz	-	2/Hd
▪ Trächtigkeit	+/Ktz	-	1/Hd

Tabelle 2

Legende:

Hd: Verhältnisse beim Hund dargestellt

Ktz: Verhältnisse bei der Katze dargestellt

?: unklar, bei welcher Spezies die Verhältnisse dargestellt sind

- Thema im Lernprogramm nicht enthalten

+ Thema im Lernprogramm enthalten

2.4.5.1.2 Bild- und Filmmaterial

BILDHAFT DARSTELLUNG	CD GREEN	CD THEISE	CD NYLAND
Anzahl der Standbilder: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Eierstöcke Anatomie - 1/Hd Pathologie - 2/Hd ▪ Gebärmutter Anatomie - 2/Hd Pathologie - 2/Hd ▪ Trächtigkeit Anatomie - 3/Hd Pathologie - 1/Hd 			
Anzahl der Filmsequenzen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Eierstöcke Anatomie 1/? Pathologie 2/Ktz ▪ Gebärmutter Anatomie 1/? Pathologie 4/Ktz ▪ Trächtigkeit Anatomie 1/Ktz Pathologie 4/Ktz 			
Beschriftung im Sonogramm: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Standbild - - - 			

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dauer der Einblendung ▪ Filmsequenz ▪ Dauer der Einblendung 	<p>-</p> <p>+</p> <p>1 Sekunde bis permanent</p>	<p>-</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>-</p> <p>-</p> <p>-</p>
Vergrößerung möglich: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Standbild ▪ Filmsequenz 	<p>-</p> <p>-</p>	<p>-</p> <p>-</p>	<p>-</p> <p>-</p>
Bedienbarkeit der Steuerungselemente: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Autostart ▪ Einfache Videoleiste ▪ Komplexe Videoleiste 	<p>-</p> <p>+</p> <p>-</p>	<p>+</p> <p>-</p> <p>+</p>	<p>-</p> <p>-</p> <p>-</p>

Tabelle 3

Legende:

Hd: Verhältnisse beim Hund dargestellt**Ktz:** Verhältnisse bei der Katze dargestellt

- Thema im Lernprogramm nicht enthalten

+ Thema im Lernprogramm enthalten

Einfache Bedienungsleiste: Leiste mit Start, Pause, Stop**Komplexe Bedienungsleiste:** Filmbetrachtung auch in Zeitlupe möglich

2.4.5.2 Ergonomische Qualität

ERGONOMIE	CD GREEN	CD THEISE	CD NYLAND
Farbe: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hintergrund ▪ Schrift 	Petrol/Schwarz/ Grau Weiß/Türkis/ Grau/Rot	Schwarz/Weiß/ Blau Lila/Weiß/ Schwarz/Rot	Grau Schwarz/ Gelb/Lila
Schrift: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Zahl der Schriftarten 	4	1	1
Bedienungselemente: <ul style="list-style-type: none"> ▪ zahlreich ▪ wenige 	- +	+ -	- +
Bedienungsführung: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Programmstart einfach ▪ Programmstart schwer ▪ Menü vorhanden ▪ Navigationshilfen 	- + + +	- + + +	+ - + +

Tabelle 4

Legende:

- Thema im Lernprogramm nicht enthalten
- + Thema im Lernprogramm enthalten

2.4.5.3 Didaktik

DIDAKTIK	CD GREEN	CD THEISE	CD NYLAND
Struktur der Lektionen:			
▪ Selbstgesteuertes Lernen	+	+	+
▪ Problemorientiertes Lernen	+	+	+
▪ Aufbau der Lerninhalte: von einfach zu schwer	+	+	+
Frontalunterricht	+	-	+
Selbstüberprüfung	-	-	+
Geplante Benutzergruppen:			
▪ Anfänger in der Thematik	+	+	+
▪ Fortgeschrittene in der Thematik	+	+	+
▪ ohne Computerkenntnisse	-	-	+
▪ mit Computerkenntnissen	+	+	+
Lernen mit Metadaten:			
▪ mit Text	+	+	+
▪ mit Hypertext	-	+	+
▪ Bildern	+	+	+
▪ Auditives Lernen	-	+	-

Tabelle 5

Legende:

- Thema im Lernprogramm nicht enthalten
- + Thema im Lernprogramm enthalten

3 MATERIAL UND METHODE

3.1 Tiere

Für die Erstellung der Ultraschallbilder und Filmsequenzen standen insgesamt 29 Hündinnen und 14 Katzen unterschiedlichen Alters zur Verfügung. Zwei Beagle im Alter von vier Jahren gehörten der Gynäkologischen und Ambulatorischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München. Zusätzlich stammten 15 Beagle und zwei Foxhounds im Alter von einem Jahr bis zu drei Jahren aus dem Bestand des Instituts für Physiologie, Physiologische Chemie und Tierernährung, insbesondere Tierernährung und Diätetik, der Ludwig-Maximilians-Universität München. Aus diesem Institut kamen weiterhin acht Europäische Kurzhaarkatzen im Alter von ein bis zwei Jahren und sechs Europäische Hauskatzenwelpen im Alter zwischen vier und zwölf Wochen. Zehn Hündinnen im Alter von zwei bis fünf Jahren wurden von Privatpersonen zum Anfertigen des Bildmaterials vorgestellt. Die Tiere waren ausschließlich weiblich und unkastriert. Um Besonderheiten der Individuen bezüglich Alter und Fruchtbarkeit darzustellen, zählten zur Auswahl der sonografisch untersuchten Probanden juvenile, adulte und im Puerperium befindliche Tiere in verschiedenen Zyklusstadien.

3.2 Technische Ausrüstung

3.2.1 Ultraschallgerät

Die Ultraschalluntersuchungen wurden an dem Ultraschallgerät „Sonoline Elegra“ der Firma Siemens in der Chirurgischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München durchgeführt. Es kamen für die Darstellung der relativ oberflächlich liegenden Organstrukturen wie Eierstöcke, Gebärmutter und Gesäuge, folgende Transducer zum Einsatz: der multifrequente Linearschallkopf 7,5L40 mit einer mittleren Sendefrequenz von 7,5 MHz (Frequenzbereich 5,1–9 MHz) und der minimalen Eindringtiefe von 4 cm sowie ein multifrequenter Linearschallkopf VF13-5 mit einer mittleren Sendefrequenz von 13,5 MHz (Frequenzbereich 7,2-13,5 MHz) und der minimalen Eindringtiefe von 1,5 cm.

3.2.2 Hardware

Für die Entwicklung, Bearbeitung und Fertigstellung des Lernprogramms kamen verschiedene Rechnersysteme zum Einsatz: Die Programmierung, Bild- und Textverarbeitung erfolgte an einem PC AMD Duron™ Processor (250,0 MB RAM) und dem Betriebssystem Windows 98 von Microsoft.

Zur Verarbeitung des Videomaterials (Digitalisierung, Schnitt und Komprimierung) wurde ein PC mit Intel® Pentium Processor (2.406 Hz und 1.048.052 KB RAM) und dem Betriebssystem Windows 2000 von Microsoft verwendet.

3.2.3 Software

3.2.3.1 Programmierung des Programmgerüsts

Um das Lernprogramm in einer definierten didaktischen Qualität und im angesetzten Zeit- und Kostenrahmen realisieren zu können, fiel die Wahl auf den HTML Programmcode (Hypertext Markup Language). Diese Beschreibungssprache wird von Browsern wie Internet Explorer, Netscape Navigator und Opera gelesen und kann in einfachen Editoren als reine Textdatei erfasst, geändert und gespeichert werden. Die Rohfassung der Programmseiten wurde im HTML-Editor entworfen. Verschiedene Applets - Miniprogramme, die in der Programmiersprache Java geschrieben waren - wurden in den HTML-Programmcode eingebettet. Dadurch entstanden Seitentypen mit unterschiedlichen Inhalten für Videopräsentationen, Bild- und Textfenstern. Der HTML-Editor und die unterschiedlichen Applets (Java-Applets, Windows Media Player Plugin etc.) sind im Internet frei verfügbar, oder deren Lizenzen wurden gegebenenfalls käuflich erworben. Als Installationsroutine wurde die „TG Byte Software – Setup Spezialist 3.0“ verwendet und ermöglicht die automatische Installierung der Lern-CD-ROM beim Benutzer.

3.2.3.2 Bildbearbeitung

Das Ultraschallgerät „Sonoline Elegra“ der Firma Siemens verfügt zur Datenspeicherung über ein integriertes Aufnahmesystem. Dieses besteht aus Festplatten und dem Magnet-Optical-Disc (MOD) Bildspeicherungsmedium.

Die im CRI-Format abgespeicherten Bilddaten wurden für die Weiterbearbeitung im Grafikprogramm Adobe Photoshop Version 7.0 zuerst in ein TIFF-Format umgewandelt. Nach der grafischen Bearbeitung im Adobe Photoshopformat PSD erfolgte die Umwandlung in das JPEG-Format. Das Adobe Photoshop Grafikprogramm Version 7.0 (Lizenzinhaber: Institut für Tieranatomie I der Ludwig-Maximilians-Universität München) diente zur Beschriftung und grafischen Gestaltung des Bildmaterials und zum Schnitt auf die passende Bildgröße (Standardbild: 840x630 Pixel mit einer Auflösung von 300 Pixel per Inch, Slightshowbilder: 320x240 Pixel mit einer Auflösung vom 300 Pixel per Inch und Viewerbilder: 133x100 Pixel mit einer Auflösung von 72 Pixel per Inch). Nach Komprimierung auf ein für das Lernprogramm akzeptables Datenvolumen lagen die Dateigrößen bei 193,0 KB (Standardbild), 40,1 KB (Slideshowbild) und 10,0 KB (Viewerbild).

Skizzen aus der Fachliteratur und Röntgenaufnahmen wurden mit Hilfe des Flachbrettscanners DescJet II, Version 2.9 von Hewlett Packard (HP) digitalisiert und im zweiten Schritt ebenfalls in Adobe Photoshop bearbeitet.

Das Institut für Tieranatomie II, insbesondere Allgemeine Anatomie, Histologie und Embryologie stellte histologische Schnittpräparate zur Verfügung. Die 5 µm dicken Organschnitte von Hunde- und Katzeneierstöcken und Gesäugekomplexen lagen in den Färbungen Hämatoxylin-Eosin-, Azan- und PAS-Färbung. Mikroskopiert und digital aufgezeichnet wurde mit dem Durchlicht- und Auflicht-Stereomikroskop „Stemi 2000c“ der Firma Carl Zeiss Jena GmbH in Kombination mit der Fujifilm Digital Kamera „Fine Pix S1 Pro“. Das Stemi 2000c bietet außer der visuellen und stereoskopischen Beobachtung mit seinem trinokularem Tubus alle Möglichkeiten der mikrofotografischen und videotechnischen Bilddokumentation. Die Digitale Kamera „Pentax Optio S“ sowie die Videokamera „Panasonic NV-MX-300“ dienten zur Aufzeichnung der Fotografien von anatomischen Präparaten und Tierfotografien.

3.2.3.3 Videobearbeitung

Das „Sonoline Elegra“ verfügt über einen Videoausgang, der mit einem Panasonic Video Kassetten Recorder AG-7355-E verbunden und so das gewünschte Filmmaterial mittels SVHS-Videokassetten dokumentiert wurde. Zum Digitalisieren der analogen Filme und zum Einlesen in den PC diente der Mini-DV/S-VHS Video-Kassetten-Recorder „HR-DVS3EU“ von der Viktor Company of Japan (JVC). Das

Adobe Premiere Programm Version 6.0. (Lizenzinhaber: Institut für Tieranatomie I der Ludwig-Maximilians-Universität München) ermöglichte den Filmschnitt und die grafische Bearbeitung der Filmsequenzen. Mit Hilfe des Ulead Media Studio Pro Programms (Lizenzinhaber: Prof. C. Poulsen Nautrup, München) wurden die unkomprimierten AVI-Filmdateien in für das computergestützte Lernprogramm notwendige MPEG-1-Dateien umgewandelt (Einzelvideos wurden von etwa 500 bis 1000 MB auf 1,99 MB bis 14,8 MB komprimiert).

3.2.3.4 Textverarbeitung

Die Vorlagen für den Programmtext entstanden in „Word“ von Microsoft Windows 98 auf dem PC mit AMD Duron Processor und wurden in den HTML-Code eingefügt. Die Dissertationsschrift ist in „Word“ von Windows XP auf dem Centrino Fujitsu Siemens Notebook verfasst worden.

3.3 Literatur zur inhaltlichen Thematik des erstellten Lernprogramms

Der Inhalt des *„Multimedialen Lernprogramms zur Sonografie der unveränderten weiblichen Geschlechtsorgane von nicht graviden Hunden und Katzen“* ist in die Themenkomplexe Eierstöcke und Gebärmutter eingeteilt und enthält folgende Kapitel:

Das Kapitel **Grundlagen** behandelt die Anatomie - Topografie, Makroskopie, Histologie - und die Schallposition. Darauf aufbauend beginnt das Kapitel **Zweidimensionale Sonografie** mit Hinweisen zur Bildeinstellung und geht über in die sonografische Darstellung der Eierstöcke in allen Zyklusstadien und repräsentativer Zyklusstadien der Gebärmutter - jeweils bei Hund und Katze. Für den fortgeschrittenen Sonografen wurden Sonogramme der Gebärmutter nach der Trächtigkeit und der Scheide hinzugefügt. Beim Themenkomplex „Eierstöcke“ findet sich für den Fortgeschrittenen ein zusätzliches Kapitel, die **Dopplersonografie**. Nachfolgend wird die zur Erstellung des Begleittextes und zur Beschriftung des Bildmaterials herangezogene Literatur aufgelistet.

3.3.1 Literatur zur Anatomie der weiblichen Genitale von Hund und Katze

B. VOLLMERHAUS (1994):

Weibliche Geschlechtsorgane.

In: J. FREWEIN und B. VOLLMERHAUS (Hrsg.): Anatomie von Hund und Katze.
Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin – Wien

SCHUMMER, A. und B. VOLLMERHAUS (1995):

Weibliche Geschlechtsorgane.

In: HABERMEHL, K.-H., B. VOLLMERHAUS und H. WILKENS (Hrsg.): *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Bd. II, Eingeweide*. 7., unveränd. Aufl.
Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin – Wien, S. 376-402

KÖNIG, H.E. und H.-G. LIEBICH (1999):

Weibliche Geschlechtsorgane (Organa genitalia feminina).

In: KÖNIG, H.E. und H.-G. LIEBICH (Hrsg.): *Anatomie der Haussäugetiere: Lehrbuch und Farbatlas für Studium und Praxis, Bd. II, Organe, Kreislauf- und Nervensystem*.
Schattauer Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, S. 135-151

BUDRAS, K.-D. und W. FRICKE (1987):

Peritonäalverhältnisse der Geschlechtsorgane; Organa genitalia.

In: BUDRAS, K.-D. und W. FRICKE (Hrsg.): *Atlas der Anatomie des Hundes: Lehrbuch für Tierärzte und Studierende*. 2. vollst. überarb. u. erw. Aufl.
Schlütersche Verlagsanstalt und Druckerei – GmbH & Co. -, Hannover, S.27-28

BREILING, F. (1994):

Makroskopische Anatomie der weiblichen Geschlechtsorgane.

In: BREILING, F.: *Vergleichende makroskopisch-fotografische transversale Schnittanatomie der abdominalen Organe von Hund und Katze*.
Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss., S. 81-90

MERKT, H. (1948):

Die Bursa ovarica der Katze. Mit einer vergleichenden Betrachtung der Bursa ovarica des Hundes, Schweines, Rindes, Pferdes sowie Menschen.

Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

DEL CAMPO, C.H. und O.J. GINTHER (1974):

Arteries and veins of uterus and ovaries in dogs and cats.

Am. J. vet. Res. 35, 409-415

BÖNNINGHAUSEN, H. FREIHERR v. (1936):

Die Bänder des weiblichen Geschlechtsapparates des Hundes.

Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

LIEBICH, H.-G. (2004):

Weibliche Geschlechtsorgane (Organe genitalia feminina).

In: LIEBICH, H.-G. (Hrsg.): *Funktionelle Histologie der Haussäugetiere: Lehrbuch für Studium und Praxis*. 4. Aufl.

Schattauer GmbH, Stuttgart, New York, S. 293-310

LEISER, R. (1990):

Weibliche Geschlechtsorgane

In: MOSIMANN, W. und T. KOHLER (Hrsg.): *Zytologie, Histologie und mikroskopische Anatomie der Haussäugetiere*.

Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, S. 232-248

3.3.2 Literatur zur Sonografie der weiblichen Genitale von Hund und Katze

GÜNZEL-APEL, A.-R., M. JANTHUR und J. DIETERICH (1996):

Eierstöcke.

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

Schlüttersche GmbH & Co.KG, Verlag und Druckerei, Hannover, S. 248-259

LÜERSSEN, D. und M. JANTHUR (1996):

Gebärmutter und Scheide.

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

Schlütersche GmbH & Co.KG, Verlag und Druckerei, Hannover, S. 260

POULSEN NAUTRUP, C. (2001):

Gesäuge

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

Schlütersche GmbH & Co.KG, Verlag und Druckerei, Hannover, S. 322-328

MATTON, J.S. und T.G. NYLAND (1995):

Ultrasonography of the Genital System.

In: NYLAND, T. G. und J. S. MATTON (Hrsg): *Veterinary Diagnostic Ultrasound*.

W..B. Saunders Company, Philadelphia, S. 231-249

YEAGER, A. E. and P. W. CONCANNON (1996):

Uterus; Ovaries.

In: GREEN, R.W. (Hrsg.): *Small Animal Ultrasound*

Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia, S. 265-292 und S. 293-304

KÖSTER, K. (1999):

Dopplersonographische Untersuchung des Hundeovars im Zyklusverlauf.

Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

KAWAUCHI, R. (1998):

Untersuchungen zur sonographischen Darstellbarkeit physiologischer Ovarbefunde im anovulatorischen und pseudograviden Zyklus der Katze.

Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

DIETERICH, J. (1994):

Anwendung der Sonografie zum direkten Ovulationsnachweis und zur Erhebung zyklischer Ovarbefunde bei der Hündin.

Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

HAYER, P. J. (1991):

Untersuchungen zur sonographischen Darstellbarkeit der Follikelreifung, Ovulation und Gelbkörperanbildung beim Hund.

Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

BOYD, J.S., J.P. RENTON, M.J.A. HARVEY, D.A. NICKSON, P.D. ECKERSALL and J.M. FERGUSON (1993):

Problems associated with ultrasonography of the canine ovary around the time of ovulation.

J. Reprod. Fertil., Suppl. 47, 101-105

LÜERSSEN, D. (1992):

Untersuchung zur sonographischen Darstellbarkeit des Hundeovars.

Kleintierpraxis 37, 809-816

HAYER, P.J., A.-R. GÜNZEL-APEL, D. LÜERSSEN und H.-O. HOPPEN (1993):

Ultrasonographic monitoring of follicular development, ovulation and the early luteal phase in the bitch.

J. Reprod.Fertil., Suppl. 47, 93-100

ENGLAND, G.C.W. and A.E. YEAGER (1993):

Ultrasonographic appearance of the ovary and uterus of the bitch during oestrus, ovulation and early pregnancy.

J. Reprod. Fertil. Suppl. 47, 107-117

4 ERGEBNISSE

4.1 Thematik

Das Lernprogramm behandelt die sonografische Darstellung der unveränderten weiblichen Geschlechtsorgane von nicht graviden Hunden und Katzen. Das Programm ist in zwei große Themenkomplexe unterteilt:

- Eierstöcke
- Gebärmutter

Diese Themenkomplexe werden jeweils in einem separaten Part bei Hund und Katze aufgeführt. Sie sind in verschiedene Kapitel unterteilt, die wiederum zahlreiche Unterkapitel enthalten. Der logische Aufbau der Kapitel und Unterkapitel ist bei allen Organen annähernd gleich gehalten. Der gesamte Inhalt wird nun anhand der Struktur des Bedienungsmenüs aufgeführt.



Abb. 2: Menü im zugeklappten Zustand

4.1.1 Kapitel

Die angesprochenen Themenkomplexe beinhalten sowohl im Part „Hund“ als auch im Part „Katze“ folgende Kapitel:

- Kapitel „Spezies“
- Kapitel „Grundlagen“
- Kapitel „Zweidimensionale Sonografie“
- Kapitel „Dopplersonografie“ (nicht im Themenkomplex Gebärmutter)



Abb. 3: Menü -
Eierstöcke und Kapitel



Abb. 4: Menü -
Gebärmutter und Kapitel

4.1.1.1 Kapitel Spezies

Das Kapitel **Spezies** bietet die Möglichkeit zur freien Wahl der Tierart. Es wird empfohlen, anhand der Spezies Hund das gesamte Programm einmal durchzuarbeiten. Bei mehrmaliger Verwendung oder besonderem Interessenschwerpunkt bietet die jeweilige Einleitungsseite der unterschiedlichen Kapitel durch einen Textlink „Katze“ oder „Hund“ die schnelle und einfache Verlinkung zur jeweiligen Spezies. Wird der Vorwärtspfeil  als Navigationsinstrument gewählt, beginnt das Programm nach den Einführungsseiten mit den Gegebenheiten beim Hund:

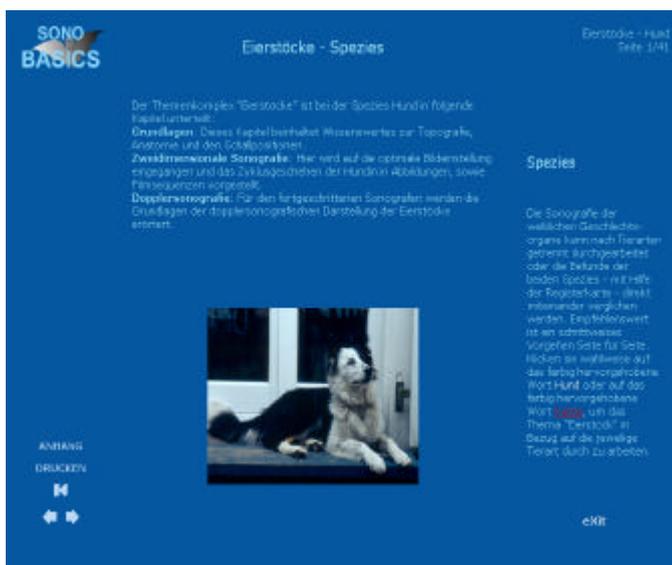


Abb. 5: Speziessseite



Abb. 6: Textlink Speziessseite

Des Weiteren ist auf jeder Hauptseite eine Registerkarte mit den Schaltelementen „Hund“ und „Katze“, welche den direkten Link auf die entsprechende Seite der anderen Spezies gewährleistet.



Abb. 7: Registerkarte



Abb. 8: Registerkarte aktiv



Abb. 9: Registerkarte inaktiv

Die obere Registerkarte zeigt an, dass sich der User in einem Kapitel über den Hund befindet. In der mittleren ist die Katze durch den Mouseovereffekt optisch – durch die leuchtend blaue Farbe und den beiden Balken – hervorgehoben und der angebotene Link wird durch Anklicken ausgeführt. Ist eine Tierart ausgegraut, so befindet sich bei dieser Spezies kein entsprechender Beitrag.

4.1.1.2 Kapitel Grundlagen

Das **Kapitel Grundlagen** beinhaltet die Unterkapitel Anatomie und Schallposition.



Abb. 10: Menü – Eierstöcke
Grundlagen



Abb. 11: Menü – Gebärmutter
Grundlagen

4.1.1.2.1 Unterkapitel Anatomie

Das Unterkapitel **Anatomie** ist unterteilt in:

- Topografie
- Makroskopie
- Histologie



Abb. 12: Menü -
Topografie



Abb. 13: Menü -
Makroskopie



Abb. 14: Menü -
Histologie

Das mit einem Doppelpfeil  markierte Unterkapitel signalisiert dem Anwender, dass er sich auf einer diesem Unterkapitel zugeordneten Seite befindet. Das Unterkapitel „Histologie“ ist im Gegensatz zu den Unterkapiteln „Topografie“ und „Makroskopie“ in weitere Unterkapitel (unterschiedliche Zyklusstadien) unterteilt - hier erscheint der Doppelpfeil erst bei dem jeweiligen Zyklusstadium.

Topografie

Die Lage der Organe wird in der Lateralansicht und der Ventralansicht anhand einer Fotomontage aus Tierportrait, Ausscheidungsurografie- Röntgenkontrastmittelaufnahme und anatomischer Skizze erklärt.

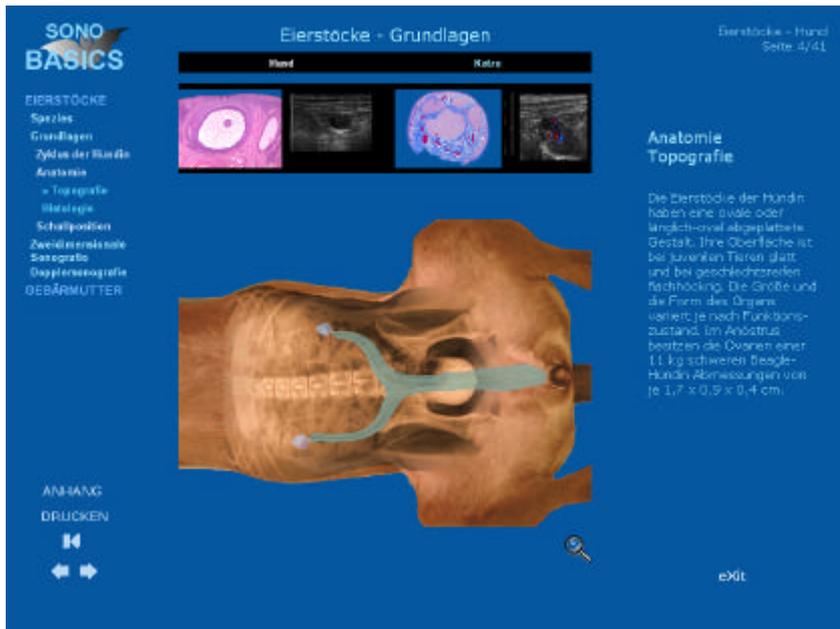


Abb. 15: Topografie Eierstöcke Hund



Durch Anklicken des Lupensymbols ist eine Vergrößerung des dazugehörigen Bildes möglich. So können alle Bildpunkte optimal betrachtet werden. Jedes Bild und jede Filmsequenz ist mit dieser Funktion ausgestattet.

Abb. 16: Lupensymbol

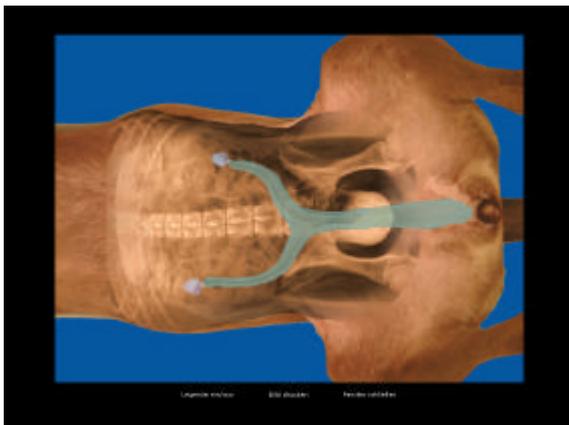


Abb. 17: unbeschriftete Vergrößerungsseite

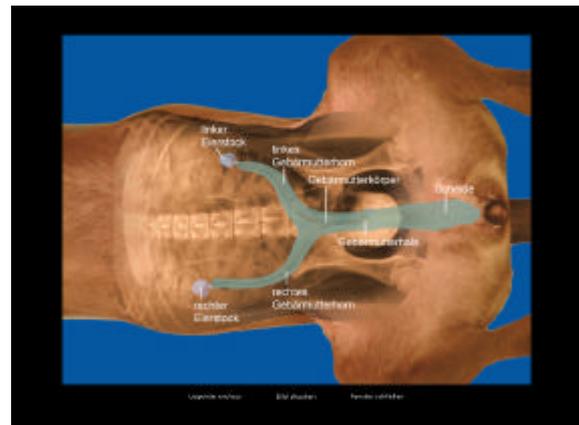


Abb. 18: beschriftete Vergrößerungsseite

In der Vergrößerung werden verschiedene Bedienflächen angeboten:



Abb. 19: Schaltelemente der Vergrößerungsseite

Es gibt die Möglichkeit zur Selbstüberprüfung durch Aktivierung der „Legende“ (Einblendung der Beschriftung). Die Schaltfläche „Drucken“ ist mit oder ohne Beschriftung nutzbar und mit der Schaltfläche „Fenster schließen“ gelangt der Anwender zurück zur Hauptseite .

Makroskopie

Das Unterkapitel „Makroskopie“ dient zur Wiederholung der Organanatomie. In den Themenkomplexen sind Fotografien von Organpräparaten bzw. Schnittpräparaten. Zum direkten Vergleich ist jeder Fotografie ein entsprechendes Sonogramm gegenübergestellt.

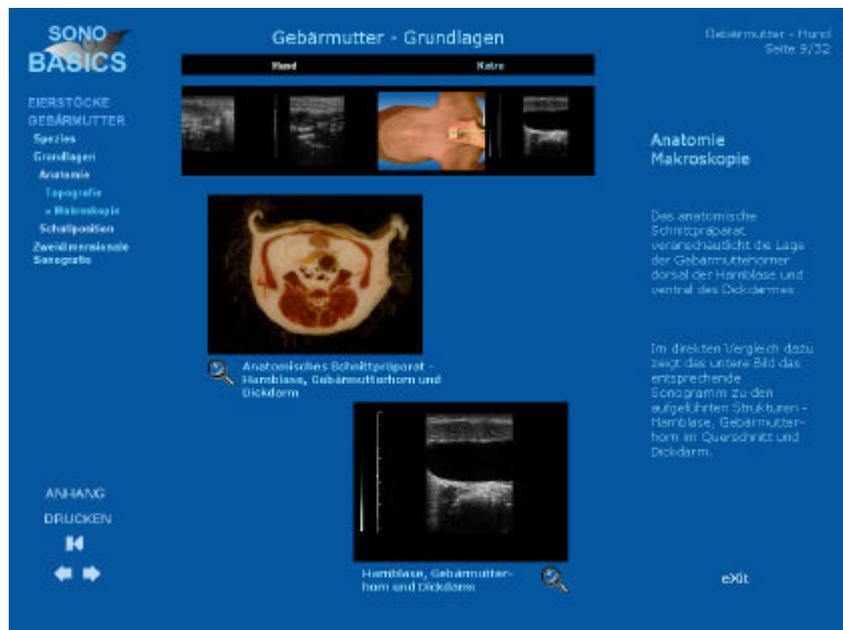


Abb. 20: Makroskopie Gebärmutter Hund

Histologie

Dieses Unterkapitel befindet sich bei Hund und Katze im Themenkomplex „Eierstöcke“. Die histologischen Schnitte dienen zur Erklärung der Binnenstruktur des Organs. Insbesondere beim Eierstocksgewebe mit seinem ständigen, zyklusabhängigen Umbau werden so hilfreiche Einblicke in das Innere des Organs gewährleistet. Im Vergleich wird das entsprechende Sonogramm aufgeführt. Es finden sich histologische Schnitte von Eierstöcken in allen Zyklusstadien, sowohl beim Hund, als auch bei der Katze. Das Hauptkapitel „Gebärmutter“ enthält keine histologischen Schnitte, sondern anatomische Schnittpräparate und Organpräparate.

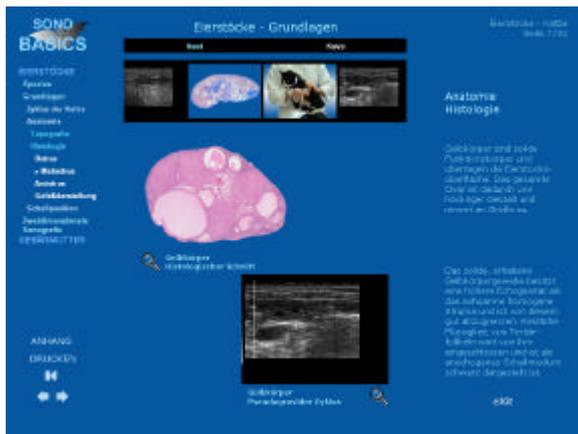


Abb. 21: Histologie Eierstöcke Katze

4.1.1.2.2 Unterkapitel Schallposition

Das **Unterkapitel Schallposition** gliedert sich in folgende Bereiche:

- Schallkopposition
- Schallkopfführung



Abb. 22: Menü – Gebärmutter
Schallposition

Schallkopfposition

Hier wird in Form einer Slideshow auf die richtige Patientenvorbereitung eingegangen. Auf die Lagerung des Patienten, die notwendige Entfernung des Haarkleids, die Verwendung von Alkohol zur Entfettung und des Kontaktgels zur besseren Ankopplung des Schallkopfes.

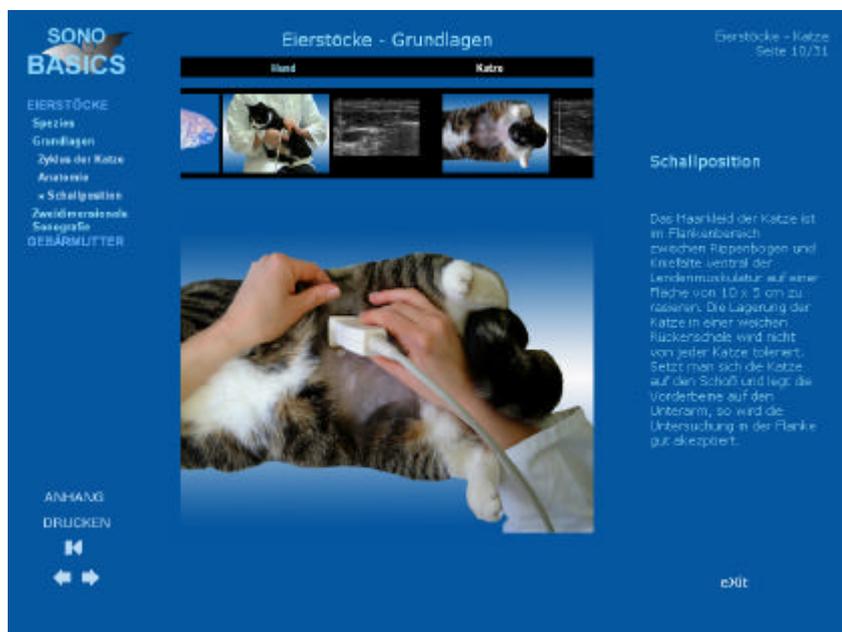


Abb. 23: Schallposition Eierstöcke Katze

Schallkopfführung

Die richtige Schallkopfführung und damit die optimale Ausrichtung des Schallstrahls sind für das Auffinden des Organs von außerordentlicher Bedeutung. Dies ist in Standbildern, aber auch in Filmsequenzen dargestellt. In den Filmsequenzen laufen zwei Filme parallel zueinander ab. Ein Film zeigt die Schallkopfführung am Patienten, der andere Film die entsprechende Sequenz im Ultraschallbild.

4.1.1.3 Kapitel Zweidimensionale Sonografie

Das **Kapitel Zweidimensionale Sonografie** der weiblichen Geschlechtsorgane variiert von seinem Aufbau her je nach Organ. Alle Begebenheiten sind in Standbildern und in bewegten Filmsequenzen erläutert. Diese werden zur Vergrößerung angeboten und sind mit einer aktiv einblendbaren Legende versehen.

4.1.1.3.1 Themenkomplex Eierstöcke

Bei der Abhandlung des Kapitels Zweidimensionale Sonografie im Themenkomplex **Eierstöcke** ist die Gliederung der Unterkapitel bei Part Hund und Part Katze nahezu identisch aufgebaut:



Abb. 24: Menü – Eierstöcke Hund
Zweidimensionale Sonografie

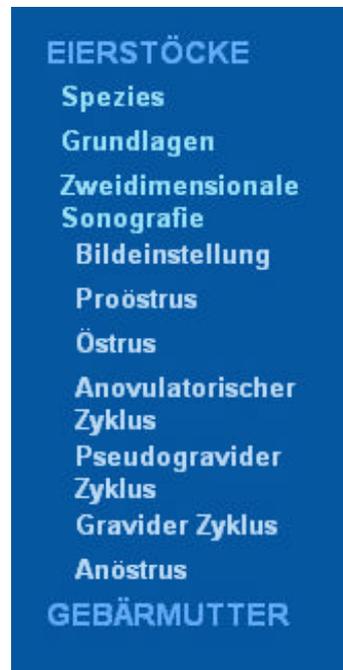


Abb. 25: Menü – Eierstöcke Katze
Zweidimensionale Sonografie

Jede Hauptseite beim Hund ist mit einer entsprechenden Hauptseite bei der Katze verlinkt.

4.1.1.3.1.1 Bildeinstellung

Dieses Unterkapitel zeigt, wie die Geräteeinstellung auf Patientenwerte und Organgröße (Frequenzbereich, Eindringtiefe, Fokusposition u.s.w.) abgestimmt wird und wie sich minimale Änderungen auf die Bildqualität auswirken können.

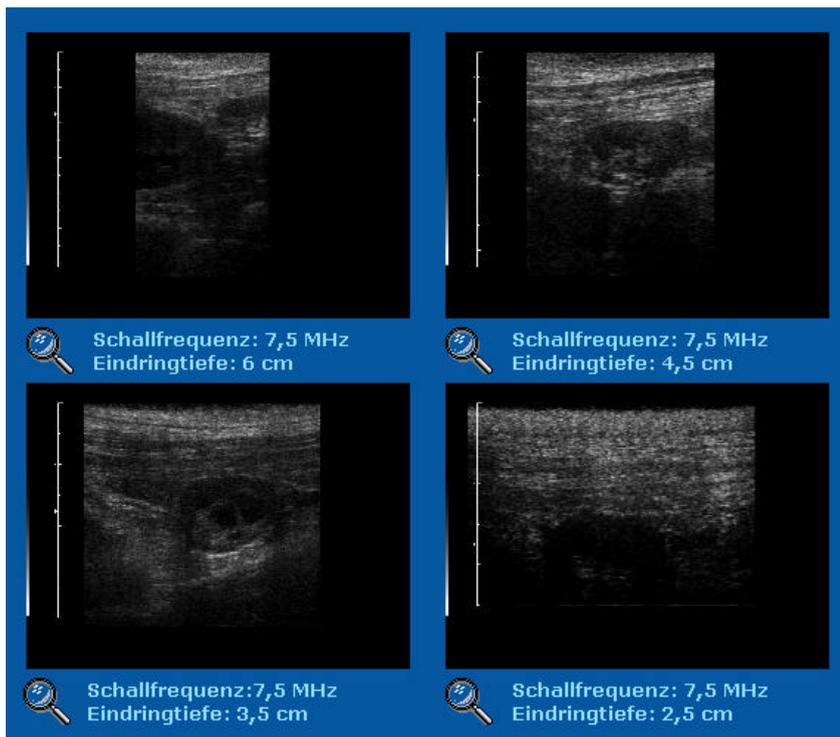


Abb. 26: Bildeinstellung Ausschnitt aus einer Hauptseite

4.1.1.3.1.2 Proöstrus

Sekundärfollikel können ab einem Durchmesser von 1mm als solche im Ultraschall differenziert werden.

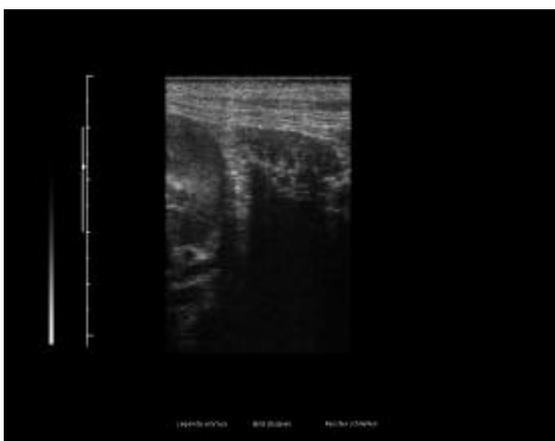


Abb. 27: Proöstrus Eierstöcke Hund
Vergrößerungsseite ohne Legende

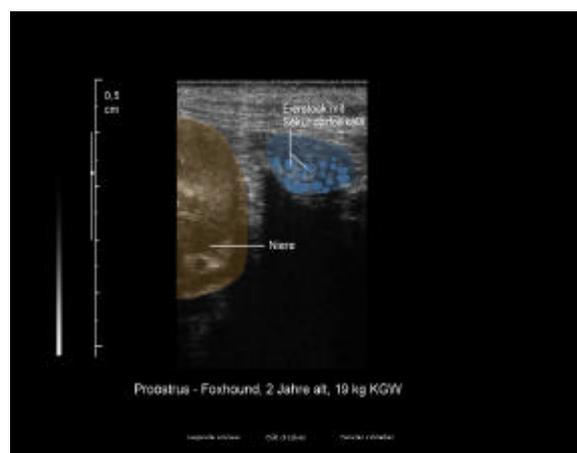


Abb. 28: Proöstrus Eierstöcke Hund
Vergrößerungsseite mit Legende

4.1.1.3.1.3 Östrus

Im Laufe der Follikelreifung nehmen die Funktionskörper an Größe zu. Sie stellen sich im Sonogramm als echofreie (schwarze) Strukturen dar und sind meist von einer reflexreichen Membran (Follikelwand) umgeben.

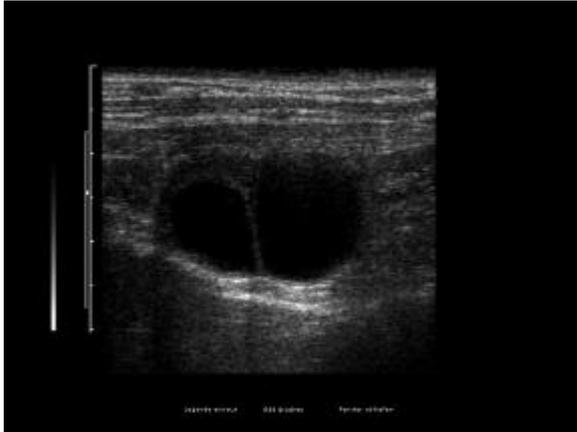


Abb. 29: Östrus Eierstöcke Hund
Vergrößerungsseite ohne Legende

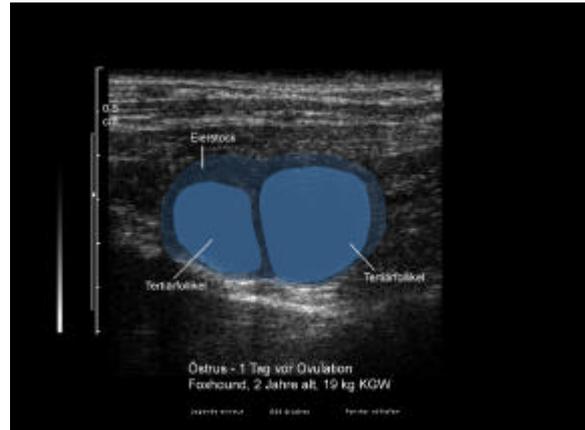


Abb. 30: Östrus Eierstöcke Hund
Vergrößerungsseite mit Legende

4.1.1.3.1.4 Ovulation

Die Ovulation bei der Hündin und der Katze war mittels Ultraschalluntersuchung in drei von vier Fällen zu verfolgen – durch Kontrolluntersuchungen alle acht Stunden. Gekennzeichnet ist die Ovulation durch Verschwinden der prominenten, anechogenen Tertiärfollikel.



Abb. 31: Ovulation Eierstöcke Hund
Hauptseite



Abb. 32: Ovulation Eierstöcke Hund
Vergrößerungsseite ohne Legende

4.1.1.3.1.5 Metöstrus

Die sich postovulatorisch bildenden Gelbkörper sind Follikeln ähnlich, allerdings echoarm und von einer relativ dicken echogenen Wandstruktur umgeben. Die Eierstocksoberfläche erscheint durch das Hervorragen der Gelbkörper höckrig.

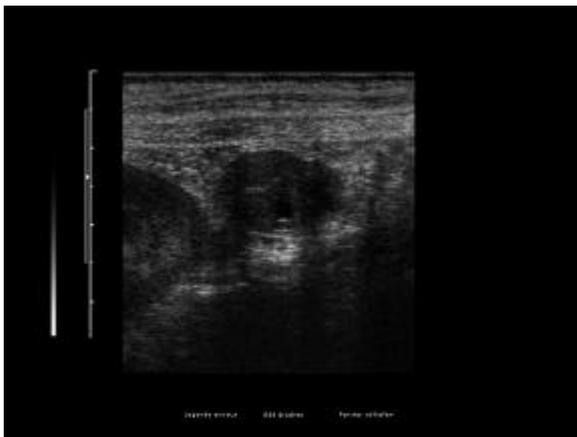


Abb. 33: Metöstrus Eierstöcke Hund
Vergrößerungsseite ohne Legende

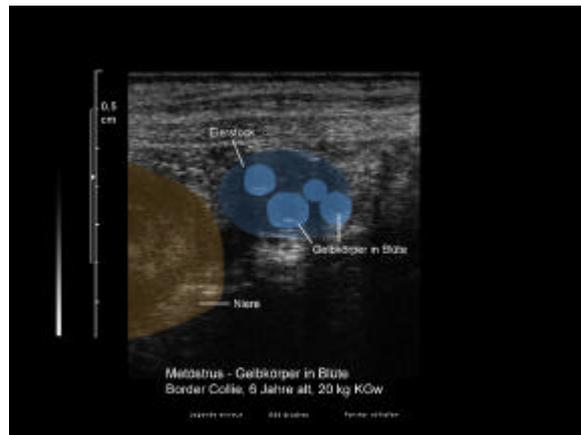


Abb. 34: Metöstrus Eierstöcke Hund
Vergrößerungsseite mit Legende

4.1.1.3.1.6 Anöstrus

Für die Darstellung der Eierstöcke wurde ein hochfrequenter Schallkopf (7,5 – 15 MHz) eingesetzt. Das Organ ist von seiner Umgebung schwer abgrenzbar.

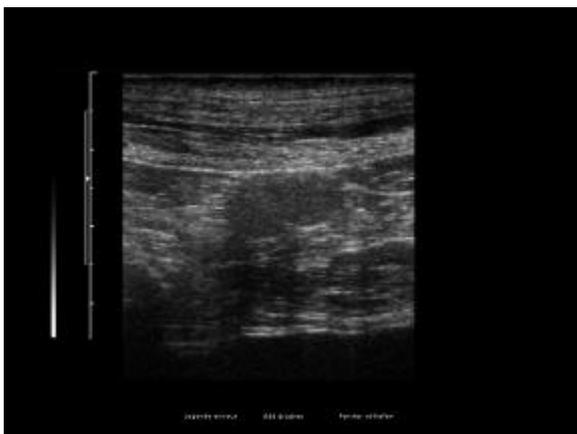


Abb. 35: Anöstrus Eierstöcke Hund
Vergrößerungsseite ohne Legende

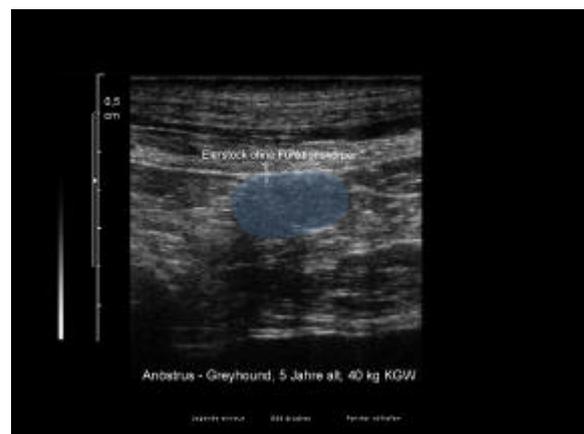


Abb. 36: Anöstrus Eierstöcke Hund
Vergrößerungsseite mit Legende

4.1.1.3.1.7 Trächtigkeit

Während der Trächtigkeit ist ein Gelbkörper (Corpus luteum graviditatis) erkennbar.



Abb. 37: Trächtigkeit Eierstöcke Hund Hauptseite

4.1.1.3.2 Themenkomplex Gebärmutter

Die Zweidimensionale Sonografie im Themenkomplex **Gebärmutter** enthält jeweils bei Hund und Katze identische Unterkapitel:



Abb. 38: Menü – Gebärmutter Zweidimensionale Sonografie

4.1.1.3.2.1 Bildeinstellung

In diesem Unterkapitel wird das Auffinden des Organs ventral der Harnblase, im freien Bauchraum und direkt unter der Bauchdecke kaudal der Niere erklärt. Hierfür ist eine optimale Geräteeinstellung notwendig.

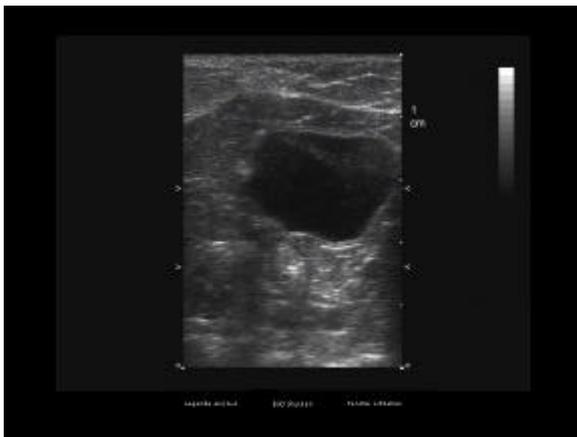


Abb. 39: Bildeinstellung Gebärmutter Katze Vergrößerungsseite ohne Legende

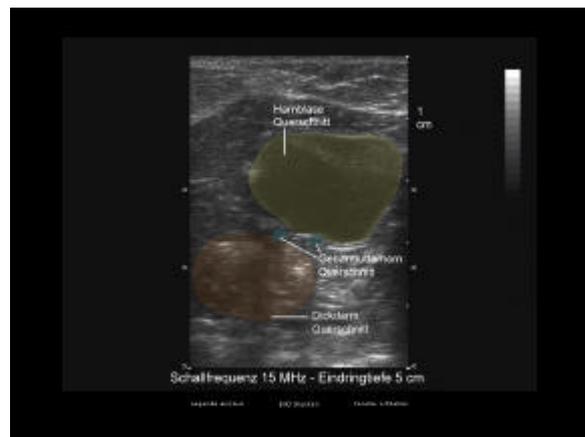


Abb. 40: Bildeinstellung Gebärmutter Katze Vergrößerungsseite mit Legende

4.1.1.3.2.2 Östrus

Der Gebärmutterhals und -körper ist im Östrus ventral der Harnblase gut bei Hund und Katze aufzufinden. Das Abfahren der Gebärmutterhörner bis zu den Eierstöcken ist schwierig. Das Unterkapitel zeigt die Gebärmutter in Nachbarschaft zu anderen Strukturen - ventral der Harnblase, von Darm umgeben im freien Bauchraum und direkt unter der Bauchdecke kaudal der Niere.



Abb. 41: Östrus Gebärmutter Katze Vergrößerungsseite ohne Legende

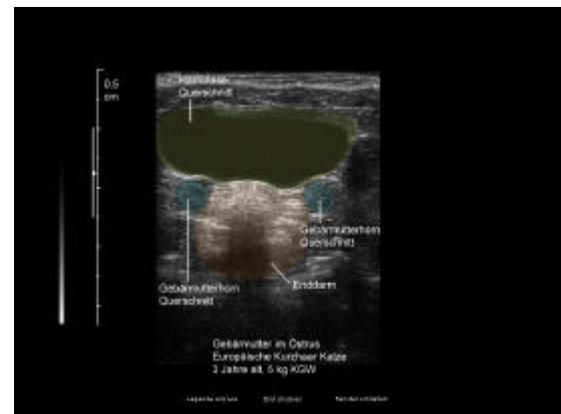


Abb. 42: Östrus Gebärmutter Katze Vergrößerungsseite mit Legende

4.1.1.3.2.3 Anöstrus

Die Gebärmutter zum Zeitpunkt der hormonellen Ruhe ist beim Hund schwer vom umgebenden Gewebe und insbesondere von Darmschlingen zu unterscheiden. Als Anhaltspunkt zur Abgrenzung von Darm dient die fehlende Peristaltik der Gebärmutter oder zur Abgrenzung zu Gefäßen das Dopplerverfahren. Bei der Katze jedoch sind die Gebärmutterhörner im Anöstrus in der Nachbarschaft der Harnblase oder in ihrem kraniodorsalen Verlauf gut zu identifizieren.

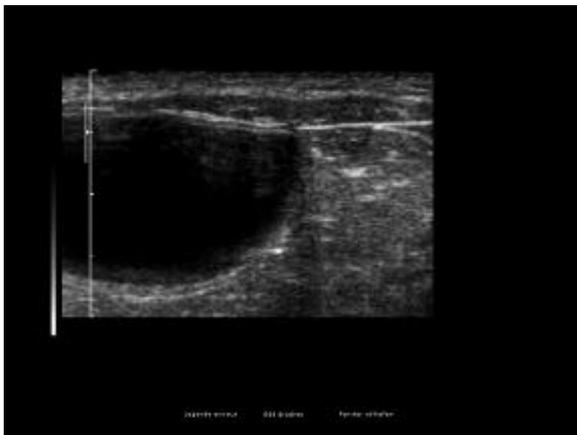


Abb. 43: Anöstrus Gebärmutter Katze
Vergrößerungsseite ohne Legende

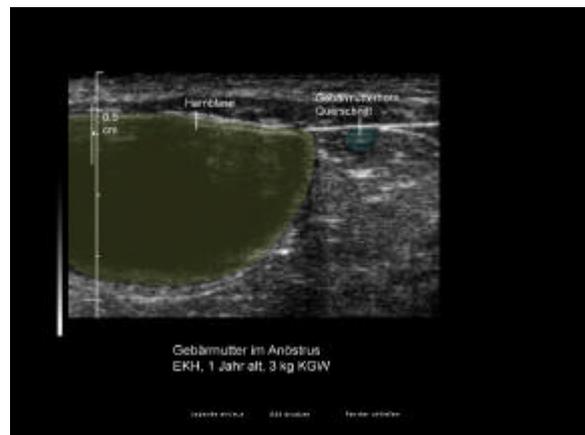


Abb. 44: Anöstrus Gebärmutter Katze
Vergrößerungsseite mit Legende

4.1.1.3.2.4 Juvenile Gebärmutter

Die juvenile Gebärmutter konnte bei sechs Wochen alten Katzenwelpen gut dargestellt werden, ebenso bei einer zwölf Wochen alten Hündin. Die Organstruktur ähnelt der Gebärmutter im Anöstrus.

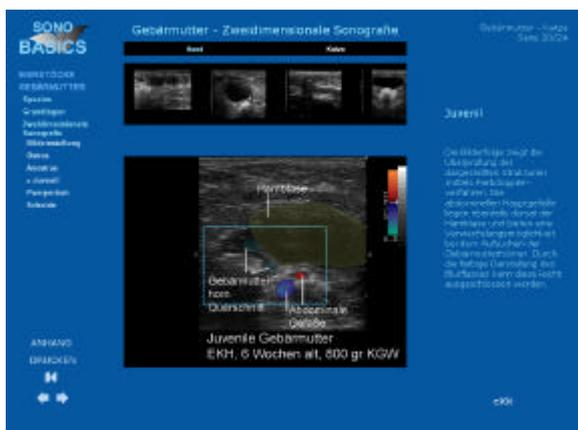


Abb. 45: Juvenile Gebärmutter Katze
Hauptseite

4.1.1.3.2.5 Puerperium

Die Gebärmutter im Puerperium lässt sich durch die deutliche Organvergrößerung sehr gut darstellen. Bei der Katze besteht diese Deutlichkeit allerdings nur in den ersten Tagen nach der Geburt. Schon am vierten Tag post partum hat sich die Gebärmutter stark zusammengezogen. Beim Hund dauert die Involution 4 – 5 Wochen.

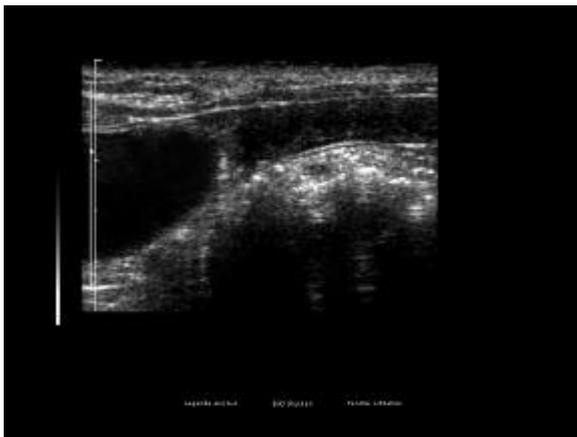


Abb. 46: Puerperium Gebärmutter Katze Vergrößerungsseite ohne Legende

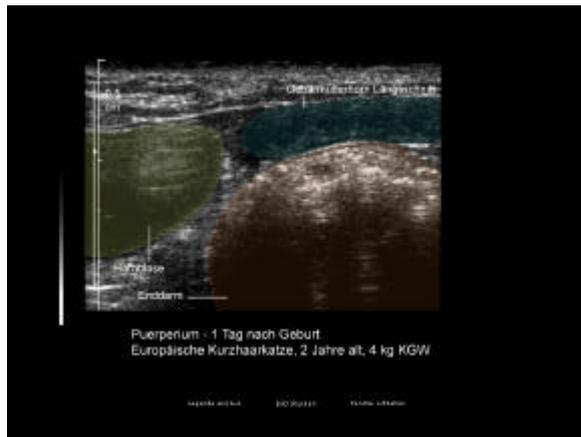


Abb. 47: Puerperium Gebärmutter Katze Vergrößerungsseite mit Legende

4.1.1.3.2.6 Scheide

Die Scheide bereitet aufgrund von Schallauslöschungen – verursacht durch den knöchernen Beckenboden – sowohl beim Hund als auch bei der Katze große Schwierigkeiten.

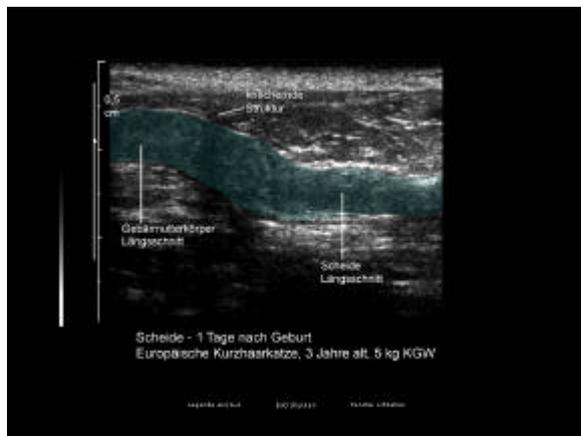
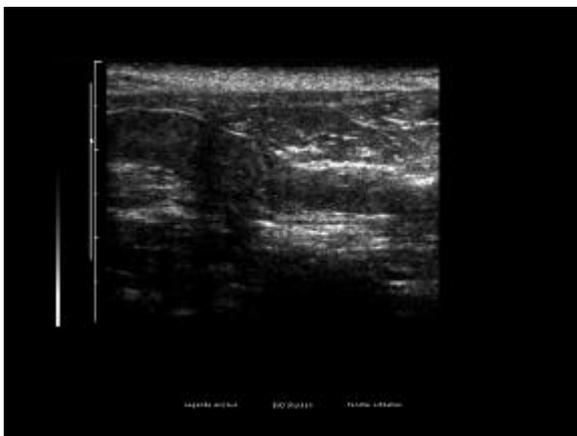


Abb. 48 und 49: Scheide Katze Vergrößerungsseite mit und ohne Legende

4.1.1.4 Kapitel Dopplersonografie

Die **Dopplersonografie** wird hauptsächlich im Themenkomplex Eierstöcke vorgestellt.



Abb. 50: Menü Eierstöcke Hund Dopplersonografie

4.1.1.4.1 Farbdoppler

Mit dem Farbdopplerverfahren sind Blutgefäße farbig darstellbar. In Abhängigkeit zur Blutflussgeschwindigkeit steigt die Intensität der Farbigkeit.

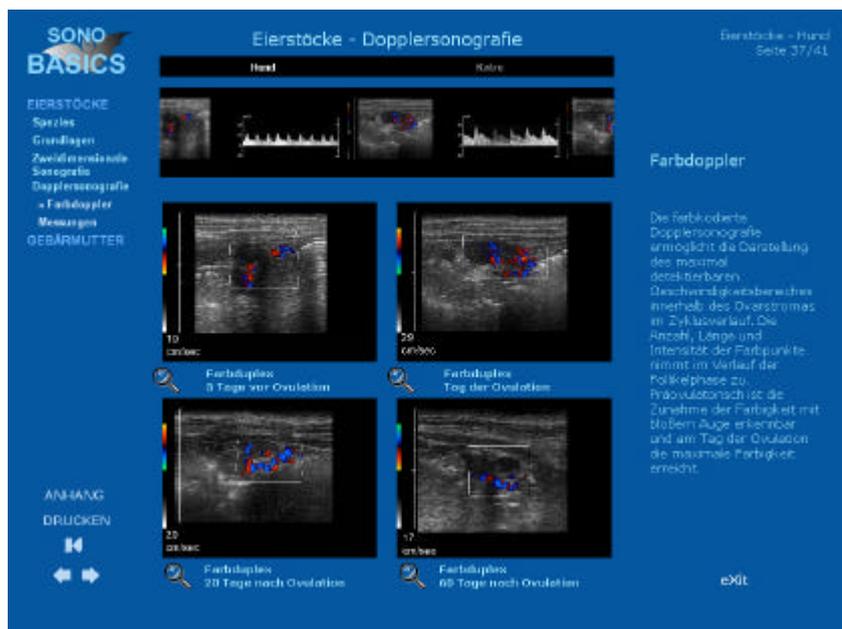


Abb. 51: Farbdoppler Eierstöcke Hund Hauptseite

4.1.1.4.2 Messungen

Mehrere Dissertationen befassten sich mit der Messung der kaninen Blutflußgeschwindigkeiten mit dem gepulsten Dopplerverfahren. Für eine Bestimmung der Blutflussgeschwindigkeiten ist eine exakte Winkelkorrektur und damit gute Längsdarstellung der Gefäße notwendig. Im Gegensatz zu den Blutflussgeschwindigkeiten ist der berechnete Widerstandsindex annähernd winkelunabhängig. Während die gezeigten Dopplermuster und die Registrierung der Messwerte von der Autorin selbst vorgestellt wurden, stammen die tabellarisch aufgeführten Messwerte von KÖSTER (1999).

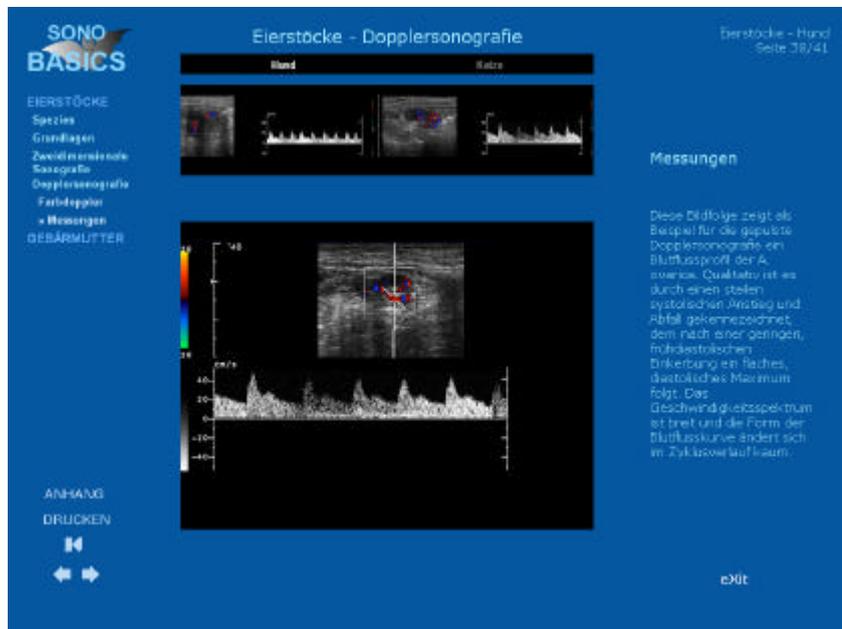


Abb. 52: PW-Doppler Eierstock Hund Hauptseite

4.2 Ergonomie

4.2.1 Repräsentativer Seitentyp



Abb. 53: Repräsentativer Seitentyp

Anhand dieser repräsentativen Hauptseite, werden der Grundaufbau des Lernprogramms und einzelne ergonomische Elemente erläutert.

4.2.1.1 Farbe

Die Hintergrundfarbe „Mittelblau“ hat nach dem RGB-Standard die Bezeichnung: **R**ot = 5; **G**elb = 87; **B**lau = 160 und entspricht der webtauglichen Farbbezeichnung: #0557A0. Sämtliche Programmhauptseiten mit unterschiedlichen Inhalten (ein Bild, zwei bis vier Bilder, Videos, Slideshows etc.), sowie die Informationsseiten und Anhangsseiten haben durchgängig diese Hintergrundfarbe. Vergrößerte Bild- und Videoseiten sind mit der Farbe Schwarz hinterlegt. Der Vor- und Abspann sind separat gestaltet.

4.2.1.2 Schriftart

Die serifenlose Schriftart „Verdana“ findet in Überschriften, Text und Schaltflächen Verwendung. Zwischen 10 und 16 pt variiert die Schriftgröße. Für das Menü und das Sonobasics-Logo wird die Schriftart „Arial“ verwendet, in Größen von 10 – 48 pt. Die Schriften werden „normal“ und „breit“ geschrieben.

Als Schriftfarbe kommen folgende RGB-Farben zum Einsatz:

- 98e0f8 = hellblau
- 63acf7 = mittelblau
- Badaf5 = eisblau
- 51cdf5 = türkisblau
- ffffff = weiß
- f80e0e = rot

4.2.2 Bedienungselemente

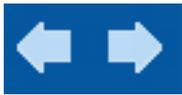
Den Bedienungselementen (Synonyme: Button; Icon; Schaltstelle) ist durch das ganze Programm hinweg eine gleich bleibende Funktion zu geordnet. Sie unterstützen die Navigation durch das Programm (Vorwärtspfeil, Rückwärtspfeil, etc.) oder bieten besondere Funktionen an, wie zum Beispiel das Aktivieren der Druckerfunktion. Bei Berührung der Schaltstelle mit dem Mauszeiger erscheint ein weißes Kästchen, in dem ihre Funktion in Kurzform erläutert wird. Die Informationsseiten des Programms bieten eine ausführliche Erklärung. Auf jeder Hauptseite oder Vergrößerungsseite haben die Bedienungselemente einen festgelegten Platz, der sich durch das gesamte Programm erstreckt.

4.2.2.1 Funktion

4.2.2.1.1 Vorwärts- und Rückwärtspfeil



Der ausgegraute Rückwärtspfeil auf der Begrüßungsseite ist für die Navigation nicht zu verwenden.



Beide Pfeile befinden sich in Ruhestellung und sind durch das Darüberfahren mit der Maus aktivierbar. Es erscheinen beim Berühren eines Pfeils mit dem Mauszeiger ein weißes Kästchen, indem die Funktion der Schaltstelle aufgeführt ist. Durch Anklicken gelangt der Benutzer auf die vorherige bzw. nachfolgende Programmseite. Hiermit ist ein Durcharbeiten des Lernprogramms Seite für Seite möglich.



Abb. 54: Vorwärts- und Rückwärtspfeil

4.2.2.1.2 Backtrace

Der Backtrace-Button ist stets mit der zuletzt benutzten Hauptseite verlinkt. Dadurch wird eine Desorientierung verhindert. Der Anwender befindet sich zum Beispiel im Hundepart, möchte aber die entsprechende Hauptseite bei der Katze betrachten und danach an die gleiche Stelle im Part Hund weiter arbeiten. Für eine sichere und einfache Navigation sollte er hierfür auf der Katzenseite den Backtrace-Button aktivieren und gelangt mit einem Klick zurück auf die entsprechende Hundeseite.



inaktiv



aktiv Abb. 55: Backtrace-Button

4.2.2.1.3 Anhang



inaktiv

Diese Schaltstelle linkt auf die Anhangsseite. Sie hat eine Sonderfunktion und ist mit einem eigenen Bedienungsmenü ausgestattet, welches die Informationsseiten, die Literaturangaben, den Index und das Impressum enthält.



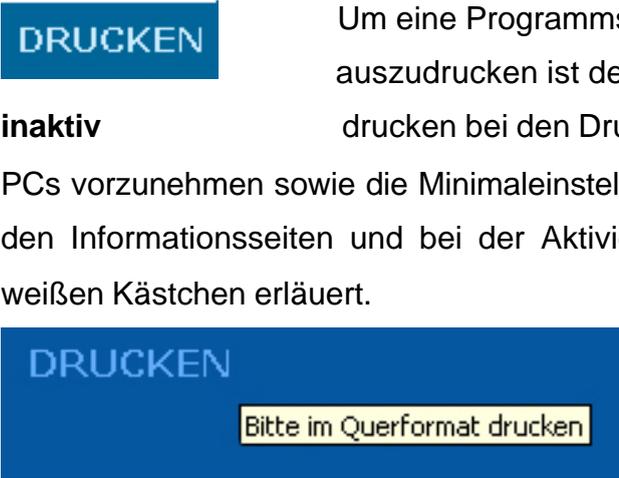
ANHANG

Informationsseiten, Literatur, Index, Impressum

aktiv

Abb. 56: Anhang-Button

4.2.2.1.4 Drucken



DRUCKEN

Um eine Programmseite in voller Höhe und Breite auszudrucken ist der Druckbefehl „im Querformat

inaktiv

drucken bei den Druckereinstellungen des Benutzer-

PCs vorzunehmen sowie die Minimaleinstellung der Ränder von je 1mm. Dies wird in den Informationsseiten und bei der Aktivierung der Schaltstelle als Schriftzug im weißen Kästchen erläutert.

DRUCKEN

Bitte im Querformat drucken

aktiv

Abb. 57: Drucken-Button

4.2.2.1.5 Exit



eXit

Mit dem Bedienungselement „exit“ kann der Benutzer das Programm verlassen. Es folgt ein kurzer Abspann.

inaktiv

eXit

Programm beenden

aktiv

Abb. 58: Exit-Button

4.2.2.1.6 Schaltflächen auf Vergrößerungsseite

**inaktiv**

Diese Bedienungselemente erscheinen auf den Bildvergrößerungsseiten. Der Benutzer kann aktiv und zu einem frei wählbaren Zeitpunkt die Bildbeschriftung zur Selbstüberprüfung und Erklärung einblenden.



Die Beschriftung ist ein- und auszublenden.

aktiv

Das Bild ist unbeschriftet oder beschriftet auszudrucken.

aktiv

Mit einem Klick auf diese Schaltstelle gelangt der Anwender auf die Hauptseite

aktiv

Abb. 59: Schaltflächen der Vergrößerungsseite

4.2.2.2 Anordnung

4.2.2.2.1 Hauptseite

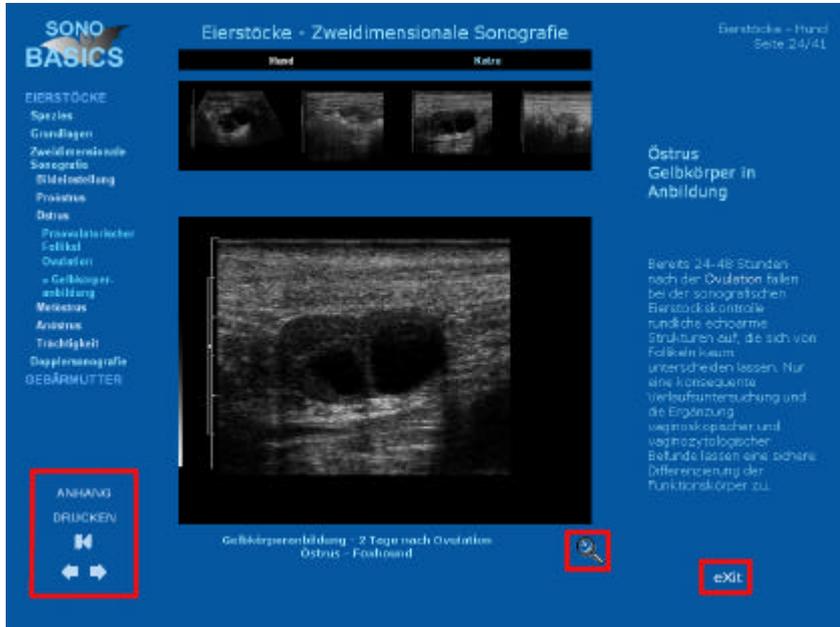


Abb. 60: Hauptseite mit hervorgehobenen Schaltflächen

Die besprochenen Schaltflächen sind rot hervorgehoben und befinden sich ausschließlich an den aufgeführten Stellen.

4.2.2.2.2. Vergrößerungsseite



Abb. 61: Vergrößerungsseite

4.2.2.3 Bedienbarkeit

Die Schaltstellen sind alle durch den Mouseovereffekt zu aktivieren und erfüllen durch einmaliges Klicken mit dem linken Mauszeiger ihre beschriebene Funktion.

4.2.3 Steuerungselemente

4.2.3.1 Lupe



inaktiv



aktiv

Abb. 62: Lupensymbol

Das Lupensymbol befindet sich unter jedem zur Vergrößerung angebotenen Bild und linkt auf die dazugehörige Vergrößerungsseite.

4.2.3.2 Videoleiste

Die Bedienungsleiste der Filmsequenzen ist mit allgemein bekannten Symbolen für Start, Pause und Stopp ausgestattet. Es handelt sich um die im Windows Media Player vorgewählte Bedienleiste. Außerdem ist ein sekundengenaues Vorwärts- und Rückwärtsabfahren der Filmsequenz durch Anklicken und Bewegen des Schiebereglers möglich.

Schieberegler



Start



Pause



Stopp



Abb. 63: Videobedienleiste

4.2.4 Bedienungsführung

Die Navigation ist auf unterschiedlicher Weise möglich:

- Menü
- Vorwärts- und Rückwärtspeil
- Backtrace-Button
- Viewerleiste
- Registerkarten
- Textlink

4.2.4.1 Menü



Für das Programm Sonobasics wurde ein sogenanntes Pull-Down-Menü verwendet. Das Menü zeigt im zugeklappten Zustand nur die Themenkomplexe **Eierstöcke** und **Gebärmutter**. Wird, wie in diesem Beispiel aufgeführt, das Hauptkapitel Eierstöcke angeklickt, öffnet sich der nächste Zweig: *Spezies, Grundlagen, Zweidimensionale Sonografie und Dopplersonografie*. Durch einen erneuten Klick zum Beispiel auf *Grundlagen*.

Abb. 64: Pull-Down-Menü

öffnen sich weitere Unterkapitel. Dieses Schema ist bis zum äußersten Zweig anwendbar. Um für den Benutzer eine optimal Orientierung zu gewährleisten und ihm anzuzeigen, wo er sich gerade im Programm befindet, ist das Menü auf jeder neu geöffneten Seite immer im aufgeklappten Zustand zu sehen. Durch Kennzeichnung mit dem Dopplerpfeil wird angezeigt, in welchem Kapitel und Unterkapitel die Seite liegt. Hier ist also eine Seite aktiviert, die im Themenkomplex Eierstöcke, Kapitel Grundlagen, Unterkapitel Histologie: Proöstrus aufgeführt ist. Auf jeder Seite kann das Menü beliebig auf- und wieder zu geklappt und somit alle Unterkapitel angeklickt werden.

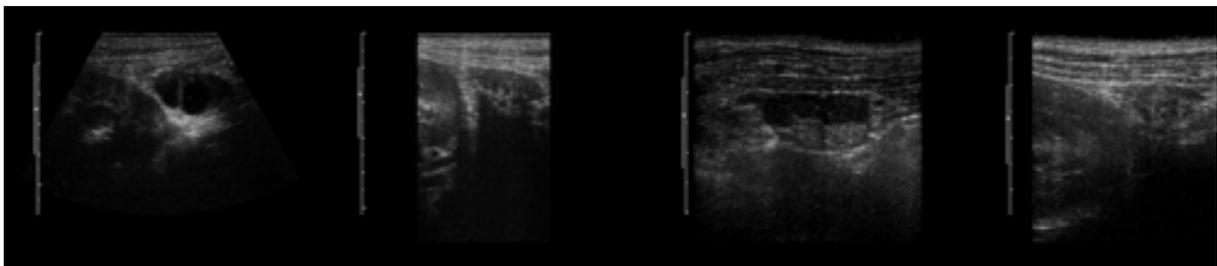
4.2.4.2 Vorwärts- und Rückwärtspfeil

Mit Hilfe des Vorwärts- und Rückwärtspfeils ist das Programm Seite für Seite vollständig durchzuarbeiten. Die letzte Seite des Hundeparts ist mit der ersten Seite des Katzenparts verlinkt und das Programm endet nach der letzten Katzensseite mit dem Abspann.

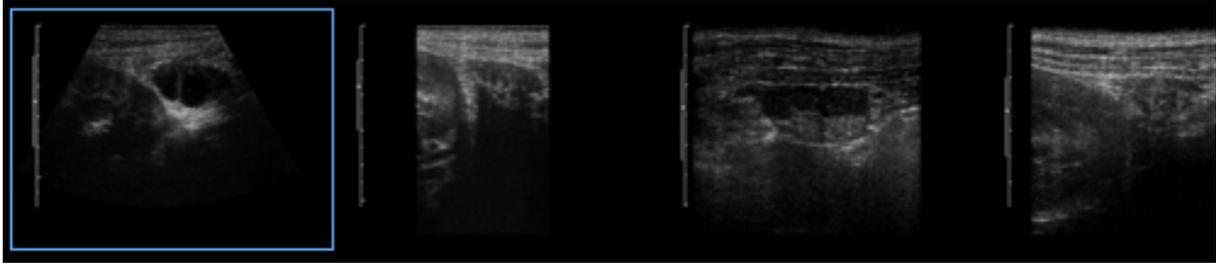
4.2.4.3 Backtrace

Der Backtrace-Button linkt immer auf die zuletzt angezeigte Seite.

4.2.4.4 Viewerleiste



inaktiv



aktiv

Abb. 65: Viewerleiste

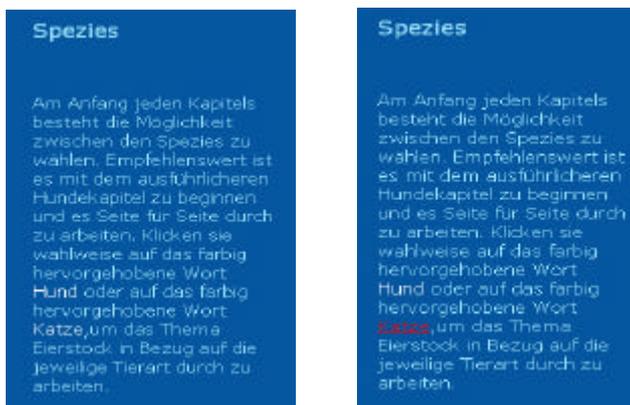
Die Viewerleiste ist auf jeder Hauptseite zu sehen und enthält alle Sonogramme aus Standbildern und Filmen aus dem Unterkapitel, in dem sich der Anwender gerade befindet. Die Bilder in der Viewerleiste sind anklickbar und sind mit der Hauptseite verlinkt, auf der das Bild oder der Film aufgeführt ist. Die Aktivität des Bildes wird durch die blaue Umrahmung bei Berührung mit dem Mauszeiger sichtbar gemacht.

4.2.4.5 Registerkarte

Die Registerkarte dient dazu den Speziesvergleich zu gewährleisten. Finden sich keine entsprechenden Bilder im anderen Speziespart, so ist die Schaltfläche ausgegraut. Die Aktivität ist durch das Hervorheben mit Farbe und Balken gekennzeichnet (siehe Kap. 4.1.1.1).

4.2.4.6 Textlink

Textlinks sind inaktiv bei weißer Färbung und aktiv (Mausovereffekt) bei roter Schriftfarbe und gleichzeitiger rote Unterstreichung und linken auf eine, den besonderen Sachverhalt erklärende Programmseite.



inaktiv

aktiv

Abb. 66: Textlinks

4.2.5 Seitentypen

Insgesamt können 10 Seitentypen unterschieden werden. Prägnantes Unterscheidungsmerkmal zwischen den Typen ist der Inhalt des Hauptfensters, der aus einem einzelnen Bild, zwei bis vier Bildern, einer Slideshow, einem Video oder einem Video und einem Bild bestehen kann. Ein weiterer Unterschied ist das Vorhandensein oder Fehlen der Textspalte rechts vom Hauptfenster. Bei der Slideshow erfolgt ein Bildwechsel (insgesamt vier bis 8 Bilder) in einem vorgegebenen Zeitrahmen von etwa ein bis drei Sekunden.

4.2.5.1 Bildpräsentation

4.2.5.1.1 Typ 1: Hauptfenster mit einem Bild mit Unterschrift und zum Vergrößern; rechts Textspalte

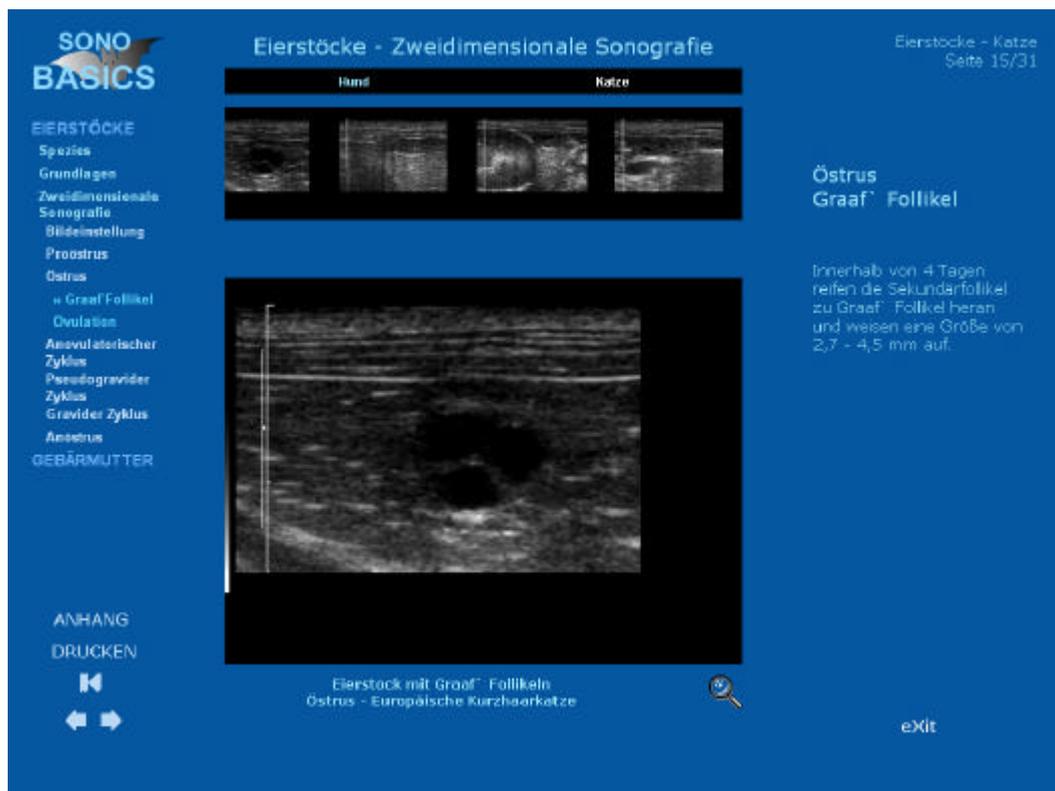


Abb. 67: Bildseitentyp 1

4.2.5.1.2 Typ 2: Hauptfenster mit zwei Bildern mit Unterschrift und zum Vergrößern; rechts Textspalte

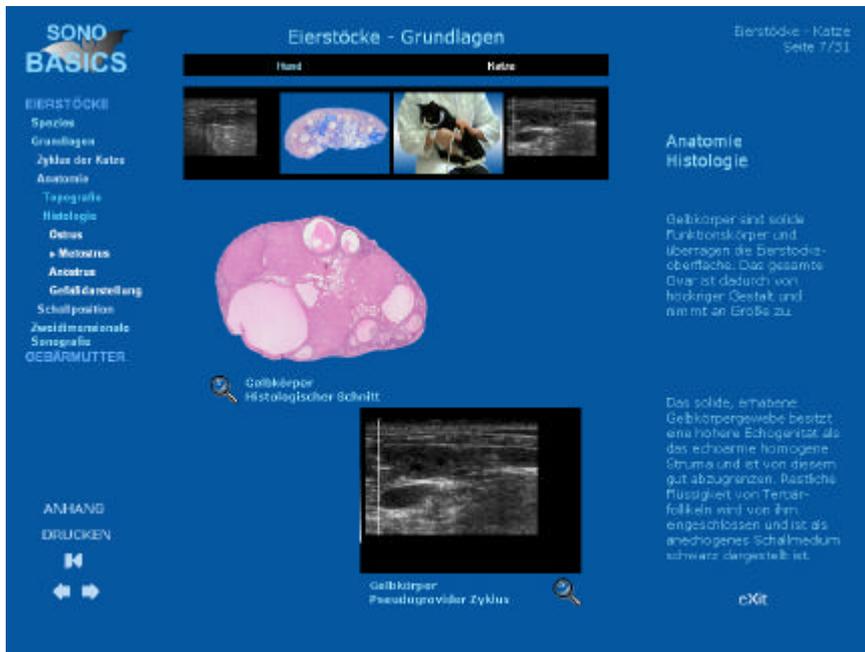


Abb. 68: Bildseitentyp 2

4.2.5.1.3 Typ 3: Hauptfenster mit 4 Bildern mit Unterschrift und zum Vergrößern; rechts Textspalte

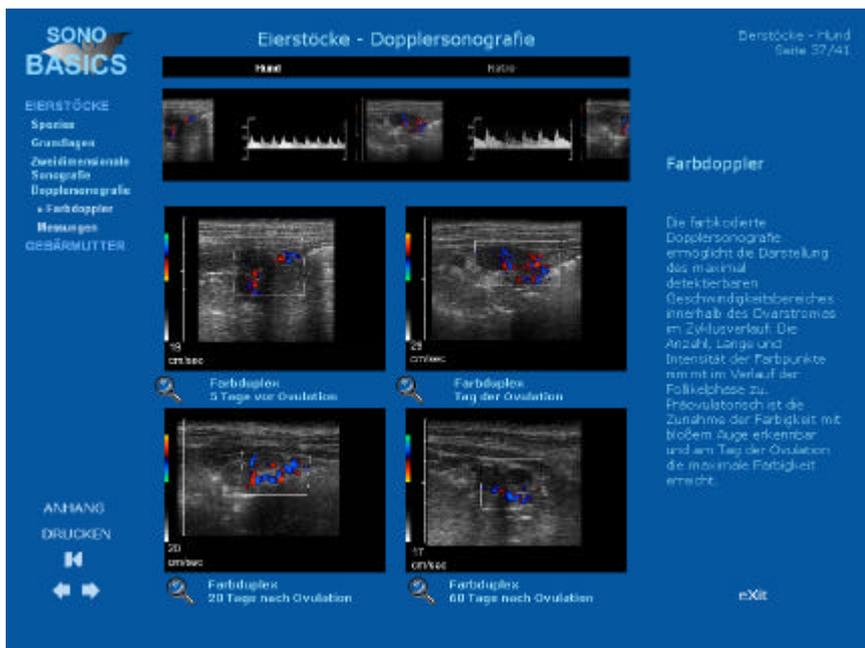


Abb. 69: Bildseitentyp 3

4.2.5.2 Slideshow

4.2.5.2.1 Typ 1: Text im Hauptfenster mit kleiner Slideshow

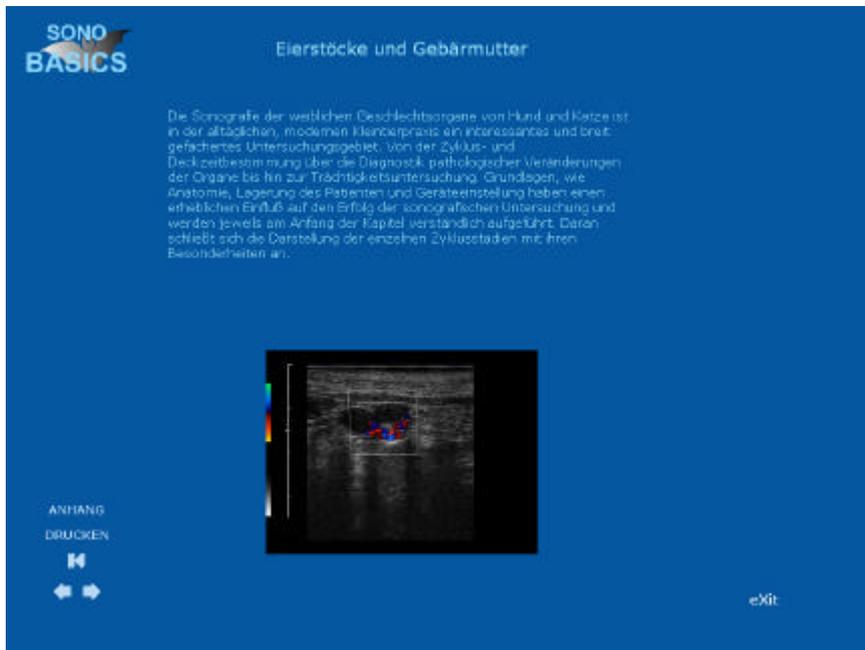


Abb. 70: Slideshow Typ 1

4.2.5.2.2 Typ 2: Text im Hauptfenster mit kleiner Slideshow und Textspalte rechts



Abb. 71: Slideshow Typ2

4.2.5.2.3 Typ 3: Hauptfenster mit großer Slideshow und Textspalte rechts

SONO BASICS

Eierstöcke - Dopplersonografie

Hand Notiz

EIERSTÖCKE
Speziell
Grundlagen
Zweidimensionale Sonografie
Dopplersonografie
Farbdoppler
Messungen
GEBÄRMUTTER

ANHANG
DRÜCKEN

Messungen

Diese Bildfolge zeigt als Beispiel für die gepulste Dopplersonografie ein Blutflussprofil der A. ovarica. Qualitativ ist es durch einen steilen systolischen Anstieg und Abfall gekennzeichnet, dem nach einer geringen, frühdiastolischen Einkerbung ein flaches, diastolisches Maximum folgt. Das Geschwindigkeitsspektrum ist breit und die Form der Blutflusskurve ändert sich im Zyklusverlauf kaum.

eXit

Slideshow Bild 1

SONO BASICS

Eierstöcke - Dopplersonografie

Hand Notiz

EIERSTÖCKE
Speziell
Grundlagen
Zweidimensionale Sonografie
Dopplersonografie
Farbdoppler
Messungen
GEBÄRMUTTER

ANHANG
DRÜCKEN

Messungen

Diese Bildfolge zeigt als Beispiel für die gepulste Dopplersonografie ein Blutflussprofil der A. ovarica. Qualitativ ist es durch einen steilen systolischen Anstieg und Abfall gekennzeichnet, dem nach einer geringen, frühdiastolischen Einkerbung ein flaches, diastolisches Maximum folgt. Das Geschwindigkeitsspektrum ist breit und die Form der Blutflusskurve ändert sich im Zyklusverlauf kaum.

SPV
DPV EDV

SPV = Systolische Maximalgeschwindigkeit
DPV = Diastolische Maximalgeschwindigkeit
EDV = Enddiastolische Geschwindigkeit

eXit

Slideshow Bild2

Abb. 72: Slideshow Typ 3

4.2.5.3 Filmseiten

4.2.5.3.1 Filmseitentyp 1: Hauptfenster mit einem Video und Textspalte rechts

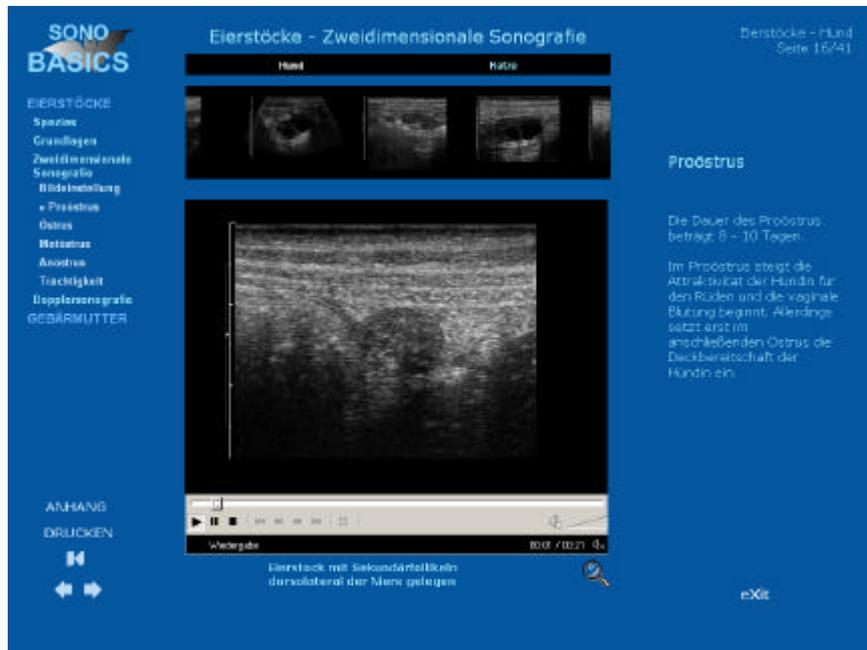


Abb. 73: Filmseitentyp 1

4.2.5.3.2 Filmseitentyp 2: Hauptfenster mit zwei Videos parallel laufend in einem Film und Textspalte rechts

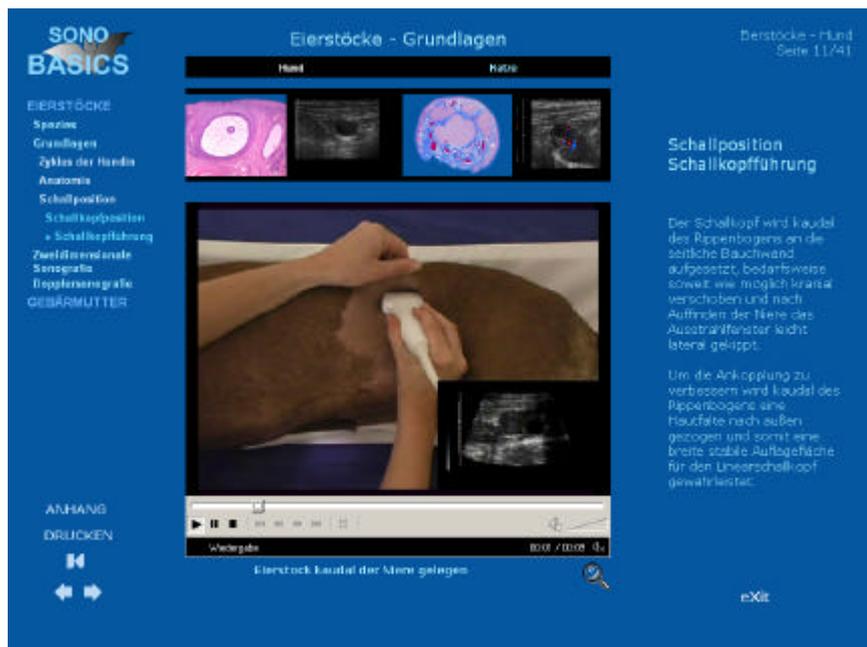


Abb. 74: Filmseitentyp 2

4.2.5.3.3 Filmseitentyp 3: Hauptfenster mit einem kleinen Video und einem Bild, rechts Textspalte

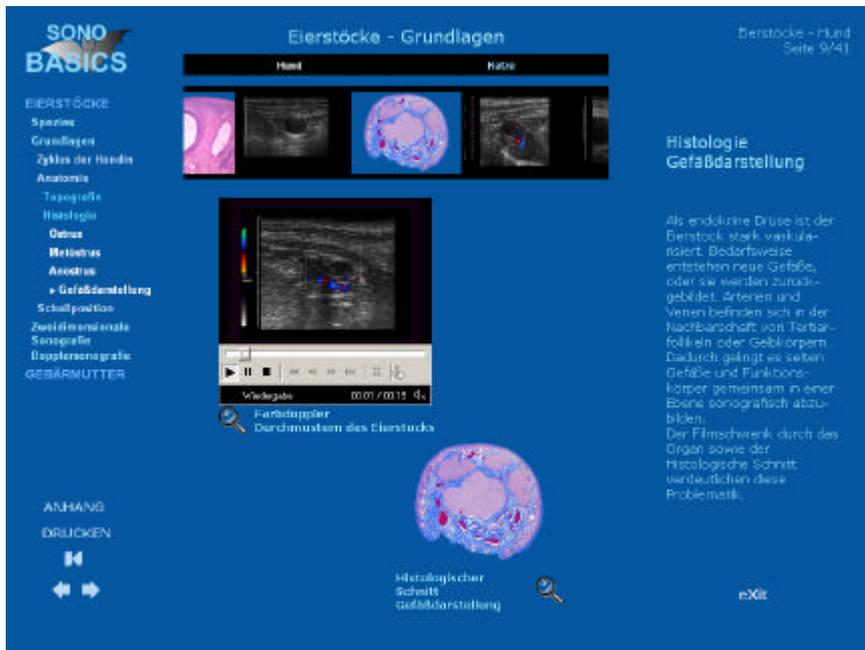


Abb. 75: Filmseitentyp 3

4.2.5.4 Vergrößerungsseiten

4.2.5.4.1 Vergrößerungsseite für Bildseiten ohne Legende

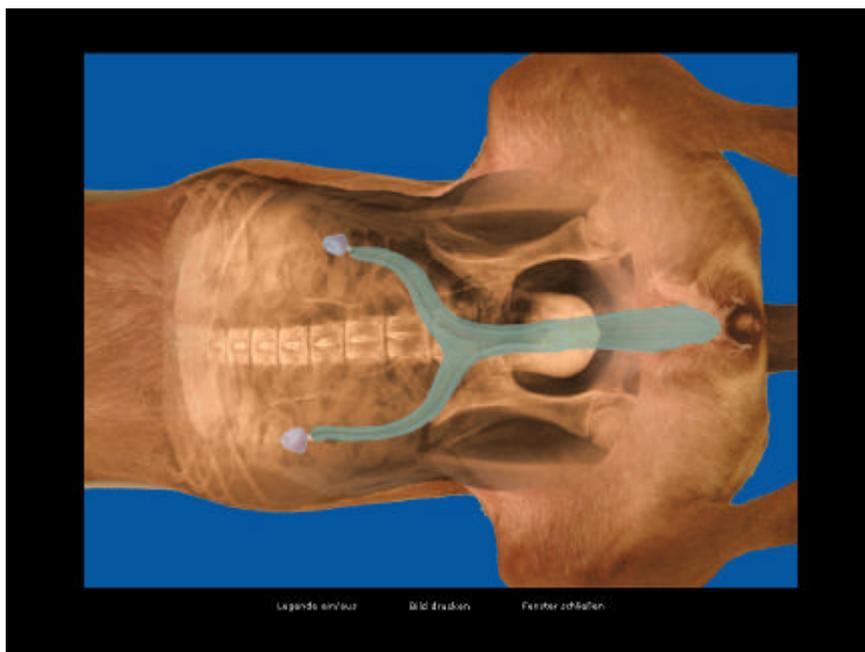


Abb. 76: Vergrößerungsseite ohne Legende

4.2.5.4.2 Vergrößerungsseite für Bildseiten mit aktivierter Legende

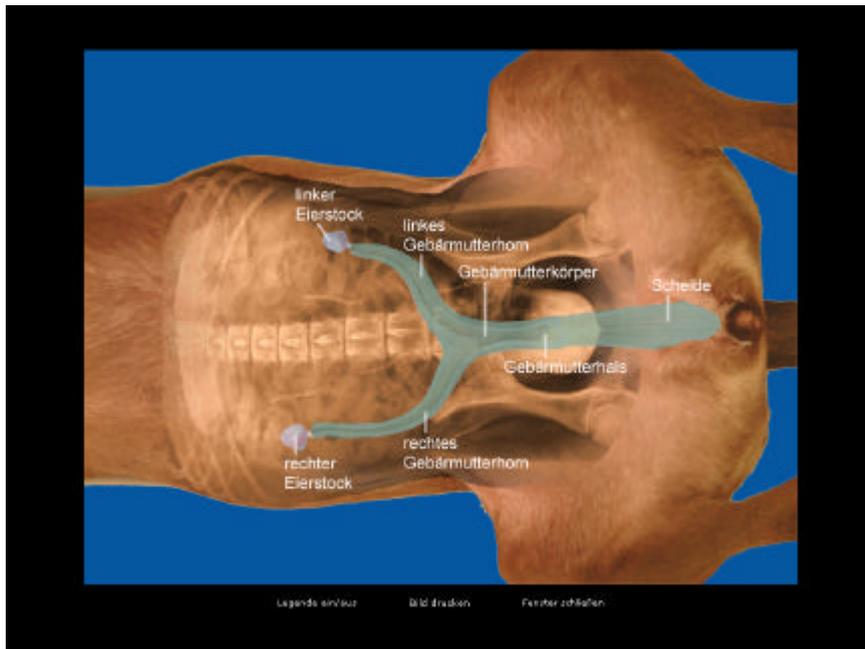


Abb. 77: Vergrößerungsseite mit Legende

4.2.5.4.3 Vergrößerungsseiten für Videos



Abb. 78: Vergrößerungsseite für Videos

4.2.5.5 Informationsseiten



Abb. 79: Informationsseiten

4.2.5.6 Anhangseiten

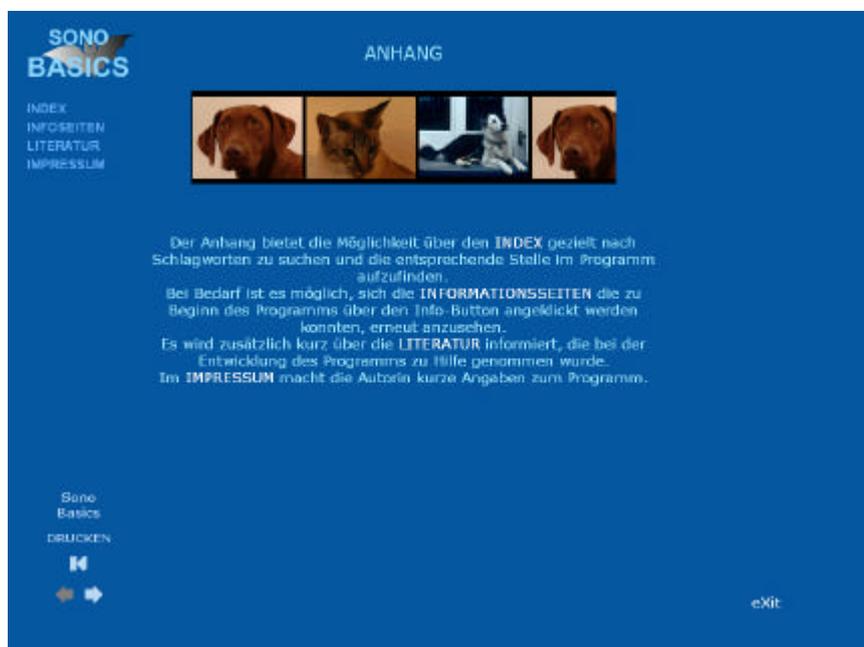


Abb. 80: Anhangseite

4.3 Didaktik

4.3.1 Psychologische Grundlagen: Motivation – Aufmerksamkeit

Die Interaktivität des Lernprogramms bietet jedem Anwender die Möglichkeit, seine persönliche Arbeitsweise zu wählen und unterstützt somit in hohem Maße die Intrinsische Motivation, die für ein erfolgreiches Lernen ausschlaggebend ist. Der Computerneuling oder Ultraschallanfänger kann das Programm Seite für Seite durcharbeiten. Dem fortgeschrittenen Anwender wird durch zahlreiche Verlinkungen der Programminhalte ein gezieltes Auffinden der gewünschten Information gewährleistet.

4.3.2 Struktur der Lehrinhalte

Der Programminhalt jeden einzelnen Themenkomplexes geht von einfachen zu komplexeren, anspruchsvolleren Sachverhalten über. Das Kapitel „Grundlagen“ dient der Auffrischung von Themen, die von Tiermedizinstudenten und praktischen Tierärzten vorausgesetzt werden können. Einem medizinischen Laien sollen sie grundlegende Informationen zur Organtopografie, zur Anatomie und zu den Schallpositionen verständlich erklären. Das Kapitel „Zweidimensionale Sonografie“ ist der Kerninhalt des Lernprogramms. Es stellt anspruchsvoll und sinnvoll gegliedert die Sonografie der weiblichen Geschlechtsorgane im B-Bild-Modus dar. Durch die frei wählbare Funktionen der Bildvergrößerung und der Aktivierung der Beschriftung ist dem Anwender die Möglichkeit zum selbstgesteuerten und problemorientierten Lernen gegeben. Das Kapitel „Dopplersonografie“ ist für die Weiterbildung des fortgeschrittenen Sonografen gedacht.

4.3.3 Lernen mit Metadaten

Es finden zahlreiche Metadaten zur Unterstützung der bestmöglichen Präsentation der Lerninhalte Verwendung. Die Wahl der Darstellungsform ist auf die Anforderungen des gezeigten Sachverhaltes abgestimmt. Bilder, Filmsequenzen, Hypertext und Audio kommen zum Einsatz.

4.3.4 Benutzergruppe

Das Lernprogramm ist für Anfänger und Fortgeschrittene gleichermaßen erstellt worden.

5 DISKUSSION

Zielsetzung des im Rahmen dieser Dissertation erstellten Lernprogramms war es, die Sonografie der unveränderten weiblichen Geschlechtsorgane von nicht graviden Hunden und Katzen möglichst umfassend, in verschiedenen passenden Darstellungsarten, in guter Qualität und didaktisch sinnvoll aufzuführen.

5.1 Thematik

Das Programm beschränkt sich thematisch auf die Sonografie der physiologischen Veränderungen von Eierstock und Gebärmutter – sowohl vom Hund als auch von der Katze. In Publikationen und Monografien finden sich fast ausschließlich Angaben zu zyklusbedingten Veränderungen des Eierstocks der Hündin (LÜERRSEN, 1992; HAYER, 1991; HAYER et al., 1993; BOYD et al., 1993; DIETERICH, 1994; LÜERRSEN, 1994; GÜNZEL-APEL et al., 1996). Zahlreiche Autoren diskutieren die Schwierigkeiten der sonografischen Untersuchung der Gebärmutter der Hündin unter physiologischen Bedingungen. Aus diesem Grund finden sich nur wenige Abbildungen des kaninen Uterus in der aufgeführten Literatur (ENGLAND und ALLAN, 1989; MATTON und NYLAND 1995; YEAGER und CONCANNON, 1996; LÜERRSEN und JANTHUR, 1996). Die sonografische Untersuchung des weiblichen Genitale der Katze wird in der Literatur nur selten und oberflächlich angesprochen (MATTON und NYLAND 1995; YEAGER und CONCANNON, 1996; LÜERRSEN und JANTHUR, 1996; POULSEN NAUTRUP, 1996). Etwas ausführlichere Beschreibungen inklusive Abbildungen finden sich zur Ultraschalldarstellung des felines Ovars, insbesondere des Eierstocks mit Funktionskörpern (GÜNZEL-APEL et al., 1996; KAWAUCHI, 1998; GÜNZEL-APEL et al., 1998). Der Gebärmutter der Katze wurde bisher kaum Beachtung geschenkt (LÜERRSEN et al., 1996; LÜERRSEN und JANTHUR, 1996). Maßgeblich für eine erfolgreiche gynäkologische Ultraschalldiagnostik sind fundierte Kenntnisse über die sonografische Darstellung der weiblichen Geschlechtsorgane unter physiologischen Bedingungen. Insbesondere die hormonell bedingten Umbauvorgänge an den Organstrukturen während des Zyklusgeschehens gilt es zu differenzieren, um eine Verwechslung mit pathologischen Prozessen oder Trächtigkeit auszuschließen. Da eine lückenlose

Dokumentation dieser Thematik in der vorliegenden Literatur bisher fehlt, wurde als Inhalt für das Lernprogramm die Sonografie der unveränderten weiblichen Geschlechtsorgane von nicht graviden Hunden und Katzen gewählt. Besonderer Wert wurde dabei auf die vollständige Erörterung des Inhaltes sowohl beim Hund als auch bei der Katze gelegt. Hierfür bot sich die Einteilung in folgende zwei große Themenkomplexe an: **Eierstöcke** und **Gebärmutter**.

Als wichtige, in der Literatur bisher unerwähnt gebliebene Erkenntnis, wird die unproblematische und sichere sonografische Differenzierung von Gebärmutterhals, -körper und -hörner bei der Katze gezeigt. Dieses Organ ist bei juvenilen und adulten Katzen viel einfacher und besser echografisch darzustellen als bei der Hündin.

Die Themenkomplexe sind in Kapitel unterteilt, deren Inhalt nun kurz erläutert wird.

5.1.1 Kapitel Spezies

Bis vor kurzem galt die Sonografie der unveränderten weiblichen Geschlechtsorgane der Katze bei zahlreichen Autoren als unmöglich (SCHMIDT, 1986; KÄHN, 1991; BARR, 1992; FRITSCH und GERWING, 1993; STÜTZEL, 1994; FERRETTI, 2000). Aus diesem Grund bestand einer der Schwerpunkte des Lernprogramms darin, die Begebenheiten bei der Katze genauso ausführlich zu besprechen wie beim Hund. Dem Anwender sollte darüber hinaus der direkte Vergleich zwischen den aufgeführten Tierarten ermöglicht werden, und zu jedem Kapitel und Unterkapitel findet sich ein Gegenstück bei der anderen Spezies. Mit Hilfe der Registerkarte (siehe Kap. 4.2.4.5), die sich auf jeder Hauptseite befindet, ist der schnelle und einfache Link auf die entsprechende Hauptseite bei der anderen Spezies gewährleistet. Zudem gibt es die Möglichkeit, vor Beginn eines Themenkomplexes die gewünschte Tierart zu wählen (siehe Kap. 4.1.1.1).

5.1.2 Kapitel Grundlagen

Im Kapitel „Grundlagen“ soll durch die Wiederholung der Anatomie und Topografie dem Ultraschallneuling das Auffinden der Organstrukturen erleichtert werden. Auch in den Lehrbüchern wird kurz auf wichtige Voraussetzungen für die Sonografie der Geschlechtsorgane eingegangen. Allerdings beschränken sich die Hinweise üblicherweise auf die Rasur und die Lagerung des Tieres sowie die Schallpositionen

(MATTON und NYLAND, 1995; GÜNZEL-APEL et al., 1996; LÜERSSSEN und JANTHUR, 1996; POULSEN NAUTRUP et al., 1996). Für eine sichere Herangehensweise an die spezielle Untersuchung der weiblichen Geschlechtsorgane sind weitere Punkte zu berücksichtigen, wie beispielsweise die Topografie. Das Kapitel „Grundlagen“ wurde in die folgenden Unterkapitel eingeteilt: **Anatomie** mit den Unterkapiteln „Topografie“, „Makroskopie“, „Histologie“ sowie **Schallposition** mit den Unterkapiteln: „Schallkopfposition“ und „Schallkopfführung“.

Die **Topografie** der weiblichen Geschlechtsorgane von Hund und Katze wurde anhand von digitalen Kollagen, bestehend aus einer Tierfotografie, Kontrastmittelröntgenaufnahme und anatomischer Skizze (nach KÖNIG und LIEBICH, 1999; nach BUDRAS und FRICKE, 1987) erklärt. Dem Anwender sollte die Organanatomie und –topografie anhand einer realitätsnahen, vertrauten Situation gezeigt werden. Mit der Tierfotografie ist die Patientenpositionierung bei einer Ultraschalluntersuchung nachempfunden worden. Das Röntgenbild stellt den kaudalen Bauch- und Beckenraum dar, und durch Kontrastmittelgabe sind wichtige topografische Bezugspunkte bei der Sonografie der weiblichen Geschlechtsorgane, nämlich Nieren und Harnblase, hervorgehoben. Die Skizze zeigt die Organe schematisch und farbig hinterlegt auf. Die Beschriftung und der Begleittext erläutern die wichtigen Organstrukturen und topografischen Bezugspunkte nach SCHUMMER und VOLLMERHAUS (1995), BREILING (1994).

Für die Umsetzung des Unterkapitels **Makroskopie** wurde die Gegenüberstellung anatomischer Schnittpräparate, frischer Organpräparate zu entsprechenden Sonogrammen gewählt. Hierdurch soll der Anwender sein Auge schulen und langsam auf das nachfolgende Kapitel „Zweidimensionale Sonografie“ vorbereitet werden, das ausschließlich Ultraschallabbildungen oder –sequenzen enthält.

Histologische Schnitte wurde im Themenkomplex „Eierstöcke“ vorgestellt. Die hormonell bedingten Auf- und Abbauvorgänge des Organgewebes lassen sich mit Hilfe histologischer Schnitte prägnant darstellen. Anatomische Schnittpräparate oder frische anatomische Präparate bieten sich für die Darstellung der Binnenstruktur dieses sehr kleinen Organs weniger an. Auch schematisierte Skizzen sind mit der Aussagekraft histologischer Schnitte nicht zu vergleichen. Die Beschriftung erfolgte nach LIEBICH (2004) und LEISER (1990).

Im Unterkapitel Schallposition sollte auf die Besonderheiten bei der Vorbereitung des Patienten und der korrekten Führung des Schallstrahls im Rahmen der

Ultraschalluntersuchung der weiblichen Geschlechtsorgane eingegangen werden. Um eine gute Auflagefläche und damit eine optimale Ankopplung des Schallstrahls zu erreichen, sind die ausreichende Rasur, des für Schallausschüngen sorgenden, Haarkleides und die Verwendung von Schallgel notwendig. Dies ist allgemein bekannt und daher wird im Lernprogramm auf Besonderheiten der Patientenvorbereitung bei der sonografischen Untersuchung der weiblichen Geschlechtsorgane eingegangen. Die Hinweise zur Rasur und Patientenpositionierung sind mit Hilfe von Tierfotografien aufgeföhrt.

Schwierigkeit bereitet dem Ultraschallneuling die korrekte **Schallkopfföhung** und damit das sichere Auffinden der Organstruktur. Die in der Literatur (STÜTZEL, 1994; GÜNZEL-APEL et al., 1996) aufgeföhrtten Abbildungen zur Schallstrahlausrichtung sind auf die Untersuchung am Patienten schwer zu übertragen, da schon minimale Kipp- oder Drehbewegungen des Schallkopfes das Schallfenster verschieben. Im erstellten Lernprogramm ist mit Hilfe von Standbildern die optimale Ausrichtung des Schallstrahls erklärt. In Filmsequenzen wird das Auffinden der Organstruktur vom topografischen Bezugspunkt aus, bis hin zur gewünschten Struktur, gezeigt. Um dem Anwender die Umsetzung der gezeigten Bewegung zu erleichtern, laufen zwei Filmsequenzen (in verschiedenen Größen) parallel zueinander ab. Ein Film zeigt die Schallkopfföhung am Patienten, der andere die entsprechende sonografische Filmsequenz. Die Beschriftung in der Filmsequenz sowie der Begleittext, beschreiben die Strukturen, die Ausrichtung des Schallstrahls und die Schallkopfföhung.

5.1.3 Kapitel Zweidimensionale Sonografie

5.1.3.1 Bildeinstellung

Der technische Aspekt der Bildeinstellung trägt maßgeblich zur Qualität der erzeugten Ultraschallbilder bei. In Lehrbüchern finden sich hierfür eigene Technikkapitel, in denen allerdings nicht auf die unterschiedlichen Organsysteme eingegangen wird. Dieses Unterkapitel des Lernprogramms widmet sich den wichtigsten Grundeinstellungen am Ultraschallgerät, die bei der Sonografie der weiblichen Geschlechtsorgane von großer Bedeutung sind, wie zum Beispiel die Wahl der Schallfrequenz und Eindringtiefe. In der Literatur (KÄHN, 1991; FRITSCH und GERWING, 1993) ist die Verknüpfung von negativen Äußerungen zur

Darstellbarkeit der weiblichen Geschlechtsorgane beim Kleintier, in Kombination mit der Verwendung von niedrigen Schallfrequenzen (5 MHz), auffallend. Andere Autoren (HAYER, 1991; LÜERSEN, 1992; MATTON und NYLAND, 1995; GÜNZEL-APEL, 1996, POULSEN-NAUTRUP, 1996, LÜERSEN und JANTHUR, 1996; KAWAUCHI, 1998), die sich intensiv mit der gynäkologischen Sonografie beschäftigten und denen eine verbesserte Gerätetechnik (7,5 – 13 MHz Bereich) zur Verfügung stand, berichten von positiven und differenzierten Untersuchungsergebnissen.

5.1.3.2 Themenkomplex Eierstöcke bei der Hündin

In dem im Rahmen dieser Dissertation erstellten Programm finden sämtliche Zyklusstadien, vom Proöstrus über den Östrus mit Ovulation und dem Metöstrus bis hin zum Anöstrus, gleichermaßen Beachtung und werden in Standbildern und Filmsequenzen dokumentiert. In jüngster Zeit wurden verschiedene Studien über Follikelreifung, Ovulation und Gelbkörperanbildung veröffentlicht (HAYER, 1991; LÜERSEN, 1992; BOYD, 1993; HAYER et al., 1993; Dieterich, 1994). Darin sind Betrachtungen des Organs im Anöstrus nicht enthalten, und bislang haben sich nur wenige Autoren (MATTON und NYLAND, 1995; YEAGER und CONCANNON, 1996; GÜNZEL-APEL et al., 1996) dieser Thematik angenommen. Bildhafte Dokumentationen sind dabei die Ausnahme.

5.1.3.3 Themenkomplex Gebärmutter bei der Hündin

Der sonografischen Untersuchung der Gebärmutter sind Grenzen gesetzt und die folgenden Literaturstellen lassen eine gewisse Systematik im Untersuchungsgang vermissen. Daher wurde im Lernprogramm die Einteilung der Darstellungen der Gebärmutter im Östrus, nach Trächtigkeit und im Anöstrus vorgenommen. Zusätzlich enthält dieser Themenkomplex die Sonografie der Scheide. Zur Darstellung der Gebärmutter boten sich Filmsequenzen an, welche im Vorhinein durch ein entsprechendes Standbild erläutert werden. Im bewegten Bild ergibt die Abgrenzung zum umliegenden Gewebe, zum Beispiel durch Darmperistaltik oder Pulsation der Abdominalgefäße, ein deutlicheres Bild. Durch die eingeblendete Beschriftung im Film sind die Strukturen leicht zu differenzieren. Veröffentlichungen zur

Ultraschalldarstellung der Gebärmutter bei der Hündin beziehen sich zumeist auf die Themen Trächtigkeit oder Pathologie (KÄHN, 1991; BARR, 1992; FRITSCH und GERWING, 1993). Andere Autoren (MATTON und NYLAND, 1995; LÜERRSEN und JANTHUR, 1996; YEAGER und CONCANNON, 1996) untersuchten die Gebärmutter im Zyklusverlauf: Die vergleichende Betrachtung der Veröffentlichungen zur Sonografie der physiologischen Gebärmutter lässt eine gewisse Uneinheitlichkeit bezüglich der erfassten Parameter erkennen. Nach LÜERRSEN und JANTHUR (1996) erhöht eine Organvergrößerung, die in der Läufigkeit oder nach Trächtigkeit auftritt, die Möglichkeit, den Gebärmutterkörper sonografisch erfassen zu können, auf 50 %; die Gebärmutterhörner sind jedoch nur ausnahmsweise zu verfolgen (LÜERRSEN und JANTHUR, 1996). YEAGER und CONCANNON (1996) schränken die sonografische Darstellbarkeit der Gebärmutter auf den Gebärmutterkörper im Östrus und gelegentlich im Pro- oder Postöstrus ein. MATTON und NYLAND (1995) halten die Sonografie der Gebärmutter der Hündin generell nur in Ausnahmefällen für erfolgreich (MATTON und NYLAND, 1995). Als Grund für die Schwierigkeiten, den nicht graviden Uterus sonografisch darstellen zu können, nennen die aufgeführten Autoren den geringen Durchmesser des Organs, die variable Organlage und die leichte Verwechslung mit Darmschlingen oder Gefäßen (MATTON und NYLAND, 1995; LÜERRSEN und JANTHUR, 1996; YEAGER und CONCANNON, 1996). Das Lernprogramm zeigt auf, wie diese Problematik durch eine systematische Herangehensweise an die Ultraschalluntersuchung und einer entsprechenden Gerätetechnik auszuräumen ist.

5.1.3.5 Themenkomplex Eierstöcke bei der Katze

Aufgrund der verbesserten Gerätetechnik der heutigen Zeit, die neben hochauflösender Schallköpfe (7,5 – 13,5 MHz) auch geringe Eindringtiefen (1,5 cm) bietet - und mit genügend Erfahrung des Untersuchers - ist die sonografische Untersuchung der Eierstöcke der Katze ebenso erfolversprechend und anwendbar wie beim Hund. Der Themenkomplex „Eierstöcke“ im Part „Katze“ ist daher genauso ausführlich und gleich aufgebaut, wie im Part „Hund“. Die Dokumentation der sonografischen Eierstocksuntersuchung bei der Katze erfolgte 1998 durch KAWAUCHI und GÜNZEL-APEL et al.. In zwei Studien gelang es ihnen die physiologischen Ovarbefunde vom gesamten Zyklus der Katze sonografisch zu

erfassen und sie dokumentieren dies in Schrift und Bild (KAWAUCHI, 1998; GÜNZEL-APEL et al., 1998). Diesen Untersuchungsergebnissen steht die Meinung zahlreicher Autoren gegenüber, die die Sonografie des felines Genitaltraktes sogar noch in den neunziger Jahren als unmöglich ansahen (SCHMIDT, 1986; KÄHN, 1991; BARR, 1992; FRITSCH und GERWING, 1993; STÜTZEL, 1994; FERRETTI, 2000). Aufgrund der geringen Organgröße sind hochfrequente Schallköpfe (10 – 15 MHz) für eine Untersuchung notwendig (GÜNZEL-APEL, 1996). MATTON und NYLAND (1995) schließen sich dieser Aussage an, zeigen aber in ihrem Literaturbeitrag ausschließlich Abbildungen von der Hündin. YEAGER und CONCANNON (1996) berichten über einen Einzelfall, bei dem die Darstellung von Funktionskörpern bei einer Zuchtkatze erfolgreich war.

5.1.3.6 Themenkomplex Gebärmutter bei der Katze

Im Lernprogramm finden sich Filmsequenzen und Standbilder von Sonografien des nicht graviden, gesunden Uterus der Katze im Östrus, Anöstrus, Puerperium, juvenil und der Scheide. Der Inhalt dieses Themenkomplexes bei der Katze entspricht der Gliederung des Hundeparts und ist genauso ausführlich mit Erläuterungen in Bezug auf Nachbarorgane, Bildeinstellung, etc. aufgebaut und soll den Anwender motivieren selbst die Sonografie des weiblichen Genitaltraktes der Katze zu erlernen. Zu dieser Thematik erwähnen Autoren lediglich die Notwendigkeit hochauflösender Schallköpfe für die Untersuchung zu verwenden (YEAGER und CONCANNON, 1996; MATTON und NYLAND, 1995; LÜERRSEN und JANTHUR, 1996). Nähere Erläuterungen zur Ultraschalldiagnostik oder Bildmaterial fehlen in diesen Beiträgen und es wird stattdessen auf die Begebenheiten bei der Hündin geschwenkt. Die einzige Abbildung eines nicht graviden, gesunden Uterus bei der Katze findet sich in einem Lehrbuch in einem Beitrag von LÜERRSEN et al. (1996) im Kapitel „Harnblase“ als Nebenbefund. Im Kapitel „Gebärmutter“ von LÜERRSEN und JANTHUR (1996) im selben Lehrbuch ist keine sonografische Abbildung des felines Uterus aufgeführt.

5.1.4 Kapitel Dopplersonografie

Die Dopplersonografie ermöglicht die Darstellung von Blutflussgeschwindigkeiten. Dies erlaubt, im Zusammenhang mit der Eierstocksuntersuchung, die Erfassung der Umbauvorgänge im Zyklusverlauf als farbige Bilddarstellung mit Hilfe des Farbdopplers und als Diagramm mit Hilfe des PW-Dopplers (KÖSTER, 1999, KÖSTER et al., 2001). Um den Ansprüchen des fortgeschrittenen Sonografen gerecht zu werden, wurde die Dopplerdiagnostik im Lernprogramm aufgegriffen und befindet sich im Themenkomplex „Eierstöcke“. Dabei konnte auf die Originaldaten von KÖSTER (1999) zurückgegriffen und in das Programm eingearbeitet werden.

5.2 Ergonomie

5.2.1 Richtlinien und Grundsätze der ergonomische Gestaltung von Software-Design

Das ergonomische Layout des Lernprogramms wurde unter Berücksichtigung der Richtlinien EN ISO 9241 (1993 – 1999) und EN ISO 14915 (2002 und 2003), dem SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN des Landesverband „Software“ und dem Landesverband Bayern (2004) und weiteren Literaturhinweisen zur Software-Ergonomie entwickelt.

5.2.2 Farbe

Es sollte für das Lernprogramm eine Hintergrundfarbe (siehe Kap. 4.2.1.1) ausgewählt werden, die vom Auge als angenehm empfunden wird und den Anwender vor schnellen Ermüdungserscheinungen bei der Arbeit am Bildschirm schützt. Da nur eine geringe Anzahl Farbrezeptoren auf der Retina für blaues Licht empfindlich sind, wirkt dieser Farbton als Hintergrundfarbe beruhigend (WANDMACHER, 1993). Beachtet man die gebräuchlichen Farbkodierungen so werden der Farbe Blau Pflichtenhandlungen zugeordnet und sollen beim Betrachter Aufmerksamkeit erwecken. Andere Farbkodierungen wirken sich eher störend auf das Arbeiten aus, zum Beispiel versinnbildlicht die Farbe Rot einen Notzustand, die Farbe Gelb wiederum einen kritischen Zustand (SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN, 2004 und EN ISO 9241-12, 1998). Neutrale Farben, wie Weiß oder Grau sind im Allgemeinen als Hintergrundfarbe gut geeignet (EN ISO 9241-8, 1997;

EN ISO 9241-12, 1998). Der Schwerpunkt des Lernprogramms ist auf die Präsentation von Ultraschallbildern gelegt, welche den Ton Schwarz, verschiedene Grautöne und Weiß beinhalten (bei Farbdoppleraufnahmen erscheinen zusätzlich Blau- und Rottöne). Diese in neutralen Farben gehaltenen Abbildungen gewinnen laut EN ISO 9241-8 (1997) daher auf einem bunten Hintergrund an Ausdruckstärke, und der Blick des Anwenders ist auf das Wesentliche gerichtet. Zusätzlich sprach die beruhigende Wirkung eines blauen Seitenhintergrundes, welche auch von MURCH (2004) hervorgehoben wird, für die getroffene Farbwahl des Hintergrundes: Mittelblau.

5.2.3 Schrift

Im Lernprogramm findet die serifenlose Schriftart „Verdana“ in Texten, Überschriften und Beschriftungen Verwendung (siehe Kap. 4.2.1.2); im Bedienungsmenü die Schriftart „Arial“, welche sich vom Verdana-Schriftbild nur durch einen geringeren Buchstabenabstand unterscheidet. Dies führt zu einer Platzeinsparung, die im begrenzten Schriftfeld der Menüleiste einen großen Vorteil bietet. In der Literatur (WANDMACHER, 1998; SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN, 2004) werden serifenlosen Schriftarten, wie „Verdana“ und „Arial“ in einer multimedialen Anwendung der Vorzug gegeben, allerdings sollte die Wahl auf einen Schrifttyp fallen, der durchgängig benutzt werden kann. Die Schriftgröße entspricht den Anforderungen nach ISO 9241-3 (1992) und dem SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN (2004). Die Schriftfarbe bewirkt durch einen ausreichenden Kontrast zum Hintergrund (STEINBORN, 2004; SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN, 2004) und zu den Ultraschallbildern (WANDMACHER, 1993; SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN, 2004) eine gute Lesbarkeit. Für die Farben der Menüleiste und Bedienungselemente wurden ausschließlich Farbtöne, die von Weiß bis Türkisblau reichen, gewählt, da nach SHNEIDERMAN (1987), VAN NES (1988), EN ISO 9241-12 (1998) mehr als vier Grundfarben auf einer Programmseite durch die starke Aufmerksamkeitslenkung von Farbe, und der begrenzten Gedächtniskapazität des Anwenders für Farbtöne, Unruhe in das Gesamtbild bringen. Die Textlinks sind durch rote Farbe gekennzeichnet und gewährleisten auch farbfehlsichtigen Anwendern durch den Intensitätsunterschied der Textfarbe (Hellblau) zur Linkfarbe (kräftiges Rot), der gewählten Farbtonkombination sowie der

Einrahmung des aktiven Links mit roten Balken eine leichte Erkennung und gute Lesbarkeit des Links (www1.informatik.uni-jena.de, 2004). Die Hervorhebung der Schrift sollte nach Empfehlungen von WANDMACHER (1998), SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN (2004) nicht durch Farbe oder Schreibweise in Großbuchstaben erfolgen, sondern durch eine Änderung des Schrifttyps (kursiv oder fett). Da im Text des Lernprogramms wichtige Stichwörter durch Fettschrift hervorgehoben werden, fiel die Wahl bei der Gestaltung der Kennzeichnung von Textlinks auf das „Highlighten“. Bei Berührung des Links mit dem Mauszeiger wird eine Änderung der Schriftfarbe und eine Einrahmung des Wortes mit farbigen Balken aktiviert. Im gängigen Umgang mit Textlinks ist die Kennzeichnung dieser durch Farbhervorhebung allseits bekannt und dürfte daher vom Anwender gut akzeptiert werden.

5.2.4 Bedienungselemente

Die Bedienungselemente des Lernprogramms (siehe Kap. 4.2.2) sind als Drucktasten gestaltet worden. Hierbei wird ein definierter Bereich der Programmseite graphisch hervorgehoben und mit einem Symbol oder Text gefüllt, welcher die Funktion der Taste eindeutig versinnbildlicht bzw. erklärt. Nach dem SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN (2004) ist die Klarheit des Icons/Schlüsselwortes für eine sichere und einfache Bedienungsführung entscheidend. Die Aktivität der Taste wird signalisiert, indem - bei Berührung der Schaltstelle mit dem Mauszeiger - die Intensität des Blautons verstärkt wird (Buttons der Hauptseite) bzw. der Farbton Weiß zu Rot wechselt (Buttons der Vergrößerungsseite). Zusätzlich erscheint dabei ein weißes Kästchen mit Kurzinformationen zur betreffenden Schaltstelle. Jedem Schaltelement ist ein bestimmter Aufgabentyp zugeordnet, der das gesamte Programm hinweg beibehalten und in den Informationsseiten ausführlich erklärt wird. Dies entspricht den Anforderungen zur Bediensicherheit von EBERLEH (1994); SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN (2004); EN ISO 9241-14 (1999). Die Anordnung der Bedienelemente erfolgte nach den Prinzipien des SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN (2004). Dabei werden die Symbole nach Häufigkeit der Benutzung und Wichtigkeit bei der Benutzerführung nach einem bestimmten System (siehe Kap. 2.2.2.3.3) angeordnet.

5.2.5 Steuerungselemente

Im Lernprogramm wird in jeder Filmsequenz für eine Dauer von drei Sekunden eine Beschriftung eingeblendet und wieder ausgeblendet. Möchte der Anwender die Beschriftung längere Zeit betrachten, so ist die Pause- oder Stopp-Taste in der Bedienungsleiste zu betätigen. Der Schieberegler ermöglicht den Film in Zeitlupe vorwärts oder rückwärts zu bewegen. Jederzeit ist das Anhalten und erneute Abspielen der Filmsequenz möglich. Der Anwender soll nach EN ISO 14915-2 (2003) durch die Mediensteuerungsfunktion bei der Bewältigung der Benutzeraufgabe unterstützt werden.

Im Lernprogramm werden ein bis vier Bilder auf einer Programmseite aufgeführt. Die variierenden Bildformate sollen für den Anwender keine Einschränkung in der Betrachtung der Sonografien bedeuten. Daher sind alle Abbildungen und Filmsequenzen nach Anklicken des Lupensymbols (siehe Kap. 4.2.3.1) am Bildrand zusätzlich in einer fast bildschirmfüllenden Vergrößerung angeboten. Eine Funktion zur Vergrößerung oder Verkleinerung der Bilder fördert nach EN ISO 9241-16 (1999) die Aufgabenbewältigung durch den Anwender.

5.2.6 Bedienungsführung

Bei der Gestaltung eines effektiven Dialogsystems zwischen Mensch und Computer sind nach EN ISO 9241-10 (1996) folgende Grundsätze zu berücksichtigen. Der Benutzer soll durch das System bei der Aufgabenbewältigung unterstützt werden ohne die Fähigkeit der selbstständigen Dialogsteuerung zu verlieren. Dafür ist eine konsistente Dialoggestaltung Voraussetzung, die dem Arbeitsgebiet, den Erfahrungen und dem individuellen Interesse des Anwenders angepasst ist (EN ISO 9241-10, 1996). Die Navigationsstruktur wird hinsichtlich der Zielsetzung einer erfolgreichen Aufgabenbewältigung und im Rahmen der technischen Möglichkeiten gewählt (EN ISO 14915-1, 2002; EN ISO 14915-2, 2003).

5.2.6.1 Navigation

Die Navigation des Lernprogramms kann auf unterschiedliche Arten erfolgen und bietet damit jeder Benutzergruppe eine angemessene Bedienungsführung. Dem Computerneuling oder Sonografieanfänger ist das Durcharbeiten des Programms Seite für Seite mit Hilfe der Vorwärts- und Rückwärtspfeile zu empfehlen. Dem computererfahrenen Anwender oder fortgeschrittenen Sonografen bieten ein umfangreiches Menü, die Viewerleiste, die Registerkarten und Textlinks eine anspruchsvolle Navigation. Mit Hilfe des Backtrace-Buttons, der immer auf die zuletzt angezeigte Seite zurückführt, wird einer Desorientierung des Anwenders entgegen gewirkt. Navigationshilfen dienen nach EN ISO 14915-1 (2002) zur effizienten Informationsabfrage in Form von Inhaltsverzeichnis, Indizes uvm. Im Lernprogramm findet sich auf jeder Hauptseite die Schaltstelle „Anhang“, welche auf eine Anhangseite mit einem eigenständigen Menü linkt. Dieses enthält sämtliche Navigationshilfen als eigenständige Unterpunkte: Informationsseiten, Index, Impressum und Literatur.

5.2.6.2 Menü

Bei der Menügestaltung fiel die Wahl auf ein Aktionsmenü (pull-down Menu, siehe Kap. 2.2.2.5.3). Auf jeder Programmseite ist das Menü entsprechend der geöffneten Seite aufgeklappt und zeigt durch die Markierung mit einem Doppelpfeil das Unterkapitel an (OBERQUELLE, 1994; EBERLEH, 1994; EN ISO 9241-14, 1999). Um den Inhalt des Hauptfensters ohne Ablenkung durch das aufgeklappte Menü betrachten zu können, ist es auf die drei Themenkomplexe zu reduzieren und jeder Zeit erneut zu allen Unterpunkten der Spezies aufklappbar. Oberquelle (1994) erwähnt den Zwiespalt bei der Menügestaltung zwischen dem Anspruch des minimalen Platzverbrauchs und der notwendigen Anzahl sichtbarer Unterpunkte. Auf eine logische Gliederung der Menüpunkte wurde nach EN ISO 9241-14 (1999) geachtet.

5.2.7 Gestaltungsprozess

5.2.7.1 Nutzungskontextanalyse

In der Nutzungskontextanalyse, zur anwenderorientierten Softwaregestaltung wird die Anwendergruppe definiert, die Zielsetzung der Aufgabe und die Nutzungsumgebung festgelegt (ZIEGLER, 1994; EN ISO 9241-11, 1998, SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN, 2004). Das erstellte multimediale Lernprogramm soll sowohl dem Ultraschallanfänger, als auch dem versierten Sonografen, die physiologische Sonografie der weiblichen Geschlechtsorgane vermitteln. Die Benutzergruppen setzten sich aus Studenten höherer Semester der Tiermedizin und praktischen Tierärzten mit und ohne Ultraschallerfahrung zusammen. Das Lernprogramm soll überall, also auch direkt in einer tierärztlichen Praxis, zum direkten Vergleich bei der eigenen Ultraschalluntersuchung genutzt werden. Die technische Voraussetzung dieses internetbasierten Lernprogramms entspricht der Verwendung eines üblichen Personal Computer, und für die Benutzung notwendige Programme – wie zum Beispiel dem Media Player - werden auf der CD-ROM bereitgestellt.

5.2.7.2 Visualisierung

Zu Beginn des visuellen Gestaltungsprozesses wurden Gestaltungsideen und Navigationsart anhand von Papierprototypen umgesetzt. Diese ermöglichen Änderungen mit wenig Aufwand und geringen Kosten. Erst nach gründlicher Überarbeitung folgte ein interaktiver, programmierter Prototyp, an welchem die Gestaltungsideen getestet und gegebenenfalls geändert werden konnten. Diese schrittweise Vorgehensart zur Reduzierung der Produktionskosten von multimedialen Anwendungen wird auch von SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN (2004) und EN ISO 14915-1 (2002) vertreten.

5.2.7.3 Evaluation

Folgende Methoden kamen zur Überprüfung der Beziehung zwischen Benutzer und Aufgabe beim erstellten Lernprogramm zum Einsatz:

- Subjektive Evaluationsmethode: Das Programm wurde Studenten der Tiermedizin, Tierärzten mit und ohne Ultraschallerfahrung auf

Ultraschallfortbildungen und aus dem Bekanntenkreis präsentiert und fand großen Zuspruch.

- Objektive Evaluationsmethode:
An den aufwändigen Beobachtungsinterviews beteiligten sich ebenfalls Studenten der Tiermedizin und praktische Tierärzte aus dem Bekanntenkreis. So konnten Kritikpunkte angenommen, Programmpunkte ausgebaut und Anregungen angenommen werden.
- Leitfadensorientierte Evaluationsmethode:
In Zusammenarbeit mit Informatikern, Softwaredesignern, Psychologen und Medienexperten aus dem Bekanntenkreis konnte die Gestaltung des Softwaredesigns optimiert werden.

Von einer Evaluation durch eine statistische Auswertung von Fragebögen wurde abgesehen, da mit Hilfe der Kombination der oben erwähnten Evaluationsmethoden eine ganzheitliche Aussage über die software-ergonomische Qualität getroffen werden konnte und das ergonomische Design unter Berücksichtigung der Ergebnisse optimiert wurde.

5.3 Didaktik

5.3.1 Multimediadidaktik

Im Lernprogramm sind Grundsätze der behavioristischen und der konstruktivistischen Psychologie umgesetzt worden. Dem Ultraschallanfänger und Computerneuling soll primär Wissen vermittelt werden (Instruktionsparadigma). Dies erfolgt beim schrittweisen Durcharbeiten des Lernprogramms Seite für Seite in einer angeleiteten und zuverlässigen Art und Weise und entspricht damit den Grundsätzen der Mediendidaktik (SKINNER, 1986; KERRES, 2000). Der fortgeschrittene Sonograf und versierte Computerbenutzer soll mit Hilfe des vielseitigen, interaktiven Angebotes zum selbst gesteuerten und problemorientierten Lernen aufgefordert werden (Problemlösungsparadigma). Die Orientierung des Anwenders wird durch die ausführliche Seitenkennzeichnung, Backtrace-Pfeil und zahlreiche Verlinkungsarten unterstützt. Die Multimediadidaktik sieht Lernen als einen aktiven, konstruktivistischen Prozess an, in welchem Wissen stets neu konstruiert wird. Die

verfügbare Information soll vom Lernenden in eigenständiger Organisation strukturiert werden, so neues Wissen erzeugt oder vorhandenes Wissen erweitert werden. (JONASSEN, 1991; DÖRR und STRITTMATTER, 2002; Schulmeister, 1991; MERRIL et al., 1990).

Das erstellte Lernprogramm ist als multimedial anzusehen, da es dem Anwender viele Interaktionsmöglichkeiten bietet, zum Beispiel in Form von Registerkarten, die zum direkten Vergleich der Spezies dienen, zahlreichen Textlinks, einem umfangreichen Menü und einer Viewerleiste. Nach MERRIL et al. (1990) sollen neue Technologien (Hypertext, Visualisierung, usw.) ein problembezogenes, kreatives und aktives Lernen ermöglichen und den Lernenden zu einem selbst initiierten, selbständigen Weiterlernen hinführen (MERRIL et al., 1990). Verschiedene Codierungsarten, wie Bildprojektionen, Standbilder von Sonografien, Filmsequenzen, etc. stellen den Inhalt in der jeweils angemessenen und optimalen Art dar. Im Lernprogramm steht die Wissensvermittlung durch Bilder und deren Beschriftung im Vordergrund. Der Text ist kurz gehalten, enthält nur essentielle Informationen und rechtfertigt daher keine teure, aufwendige Textuntermalung durch einen Sprecher.

5.3.2 Psychologische Grundlagen

Im erstellten Lernprogramm wird vom Anwender epistische Neugier, also das Bestreben neues Wissen über die Sonografie der weiblichen Geschlechtsorgane von Hund und Katze erlernen zu wollen, vorausgesetzt. Sowohl für den Anfänger als auch für den Fortgeschrittenen wird das Lernprogramm dem Anspruch der Problemkomplexität gerecht. Zum Beispiel erfährt der Anfänger nach der gründlichen Erarbeitung des Grundlagenkapitels beim Themenkomplex „Eierstöcke“ im Part „Hund“ wie sich beim entsprechenden Kapitel im Part „Katze“ ein Wiedererkennungswert deutlich macht und er damit seine eigene Kompetenzsteigerung erfährt. Dem Fortgeschrittenen bietet sich diese Situation, wenn er zum Beispiel das Kapitel der „sonografischen Untersuchung des felinen Uterus“ im Lernprogramm bearbeitet und diese am eigenen Ultraschallgerät nachvollziehen kann. Die Kontrolle des Lernenden erfolgt nicht durch das System, sondern ist ihm selbst überlassen. Er kann selbst bestimmen, ob er beim Aktivieren der Bildbeschriftung diese als Eigenkontrolle nutzt oder als Wissensvermittlung. Es

wurde bewusst auf eine Erfolgskontrolle durch Testfragen verzichtet, da nicht die extrinsische Motivation (Bestätigung durch Leistungsdruck, zum Beispiel wie bei Schulnoten), sondern die intrinsische Motivation – das eigene Interesse an der Aufgabe - gefördert werden sollte. Die menschliche Informationsverarbeitung ist Gegenstand zahlreicher psychologischer Forschungen zur Multimediantzung. Ausreichende Kenntnisse hierzu wirken sich bei der Gestaltung des Softwaredesigns positiv auf die spätere Akzeptanz des Lernprogramms durch den Anwender aus. In der traditionellen Instruktion zeigt sich bei Lernenden eine deutliche Tendenz zu einer gesteigerten Lernunlust, die anstelle von Interesse tritt (STARK und MANDL, 2000; GRÄBER, 1992; HÄUSSLER und HOFFMANN 1995). Ursachenforschung zur ungewollten Demotivierung von Lernenden ist durch Prenzel (1997) erfolgt. Bei der extrinsischen Motivation stehen die durch die Tätigkeit erwünschten Konsequenzen im Vordergrund, bei der intrinsischen Motivation hingegen die Handlung selbst. Der Lernende soll in seiner Aufgabe aufgehen (SÜSSENBACHER, 1992). Das unterstützen situierte Lernumgebungen, die nicht auf Leistungsorientierung abzielen, sondern mit ihrer Lern- bzw. Bewältigungsorientierung einen Aufforderungscharakter verkörpern (SCHIEFELE und SCHIEFELE, 1997). Die Lernumgebung soll den Anforderungen und der Zielsetzung des Lernenden entsprechen, die Problemsituation konkret formulieren und die Aufgabenbewältigung durch den Lernenden ermöglichen (STARK und MANDL, 2000). Auch PRENZEL (1997) hält eine klare Zielformulierung, welche sich mit der eigenen Zielvorstellung des Lernenden vereinbaren lässt, für die Motivationserhaltung wichtig (PRENZEL, 1997). STARK und MANDL (2000) fassen als motivationsförderliche Punkte die epistische Neugier, Problemkomplexität und Selbstwirksamkeitserwartung zusammen (STARK und MANDL, 2000).

Emotion

Das Lernprogramm präsentiert seinen Lerninhalt schwerpunktmäßig in bildhafter Form. Die Abbildungen von anatomischen Präparaten, Schallpositionen und Sonografien wecken beim Anwender Erinnerungen an frühere Situationen, Buchbeiträge, Fortbildungen und gleichzeitig eine aktive Erwartungshaltung. Diese steigert die Aufmerksamkeitsleistung (KLIMSA, 2002) und dadurch die Bereitschaft und Fähigkeit des Anwenders zur Aufgabenbewältigung (KERRES, 2001).

5.3.3 Lernen

5.3.3.1 Lebenslanges Lernen

Das multimediale Lernprogramm auf CD-Rom entspricht einer kostengünstigen und flexiblen Art der Weiterbildung. An die Verwendung eines Personal Computers gebunden, kann es ohne weitere Einschränkungen benutzt werden. Zuhause, in der Praxis, auf einer Zugfahrt usw. Dies führt zu einer erheblichen Zeit- und Kosteneinsparung, wenn man zum Beispiel den Aufwand eines Fortbildungsbesuchs dagegen setzt. Das Lernen mit einem multimedialen Lernprogramm ist individuell den Bedürfnissen und Möglichkeiten des Anwenders anzupassen. Es bietet Vorzüge, wie zum Beispiel freie Zeit- und Ortswahl, Vertiefung beliebiger Schwerpunkte, eigene Festlegung des Lerntempos. Im Gegenzug fordert diese Lernweise vom Anwender die Fähigkeit, die Lehrfunktion mit Unterstützung von Informationsquellen selbst zu übernehmen (PRENZEL und HEILAND, 1990). Voraussetzung hierfür ist ein entsprechendes Grundwissen und der Wunsch nach eigenständiger und eigenverantwortlicher Gestaltung des Lernens (NENNINGER et al., 1994).

5.3.3.2 Lernen mit Multimedia

Im erstellten Lernprogramm erfolgt aufgrund seiner Thematik - die Sonografie als ein bildgebendes Untersuchungsverfahren - die bildhafte Kodierung des Lerninhaltes. Die Information ist im Bild auf zwei Arten kodiert und sollte daher vom Benutzer möglichst exakt und vollständig extrahiert werden können. Der Darstellungskodes präsentiert das visuelle Argument in realitätsnaher und klarer Form. Der Steuerungskode, als verbale Doppelung des Darstellungskodes, besteht aus Bildlegende, Bildbeschriftung und Bildüberschriften (STROTHOTTE, 1994). Durch die farbige Hervorhebung interessanter Bildbereiche mittels Schraffur wird die Extraktion der Information zusätzlich unterstützt. Durch ein Standbild nur unzulänglich darstellbare Sachverhalte können in einer multimedialen Anwendung als bewegtes Bild präsentiert werden (WEIDENMANN, 2002). Da bei einer reinen Darbietung von Filmsequenzen die Gefahr der kognitiven Überlastung des Benutzers besteht (WEIDENMANN, 2002; PAECHTER, 1997), wurde davon abgesehen, und die Wahl, ob Standbild oder Filmsequenz, an der darzustellenden Einheit

festgemacht. Der erläuternde Begleittext beschränkt sich auf wesentliche Fakten. Der Ergänzung dienen deskriptive und instruktive Legenden, welche die Aufmerksamkeit auf bestimmte Bildbereiche lenken (WEIDENMANN, 1994). Eine vertiefende Erklärung zu bestimmten Begriffen wird über Hypertextverlinkung - als nicht-lineare Repräsentation von Informationen in einem Netzwerk aus Knoten und Verknüpfungen - zugänglich gemacht (TERGAN 1997; URHAHNE und SCHANZE, 2003). Textlinks des Lernprogramms sind durch eine farbliche Kennzeichnung hervorgehoben. Die von CONKLIN (1987) angesprochenen Gefahr, der durch Interaktivität und Hypertext provozierten Desorientierung, wird im vorliegenden Lernprogramm durch aufwendige Seitenkennzeichnung und der Funktion des Backtrace-Buttons entgegengewirkt. Ebenso sollen ausführliche Informationsseiten zur Programmbedienung, die auf jeder Hauptseite anklickbar sind, vor einer kognitiven Überlastung des Anwenders - hervorgerufen durch „lost in hyperspace“ - vermieden werden (CONKLIN, 1987; URHAHNE und SCHANZE, 2003). Im erstellten Lernprogramm wurde auf eine auditive Textuntermalung verzichtet, da eine reine Kombination von Bildern mit Audio nach WEIDENMANN (2002) zwar die Aufmerksamkeit des Betrachters auf den Bildinhalt richtet, aber die Interaktivität des Lernprogramms durch fehlende Textlinks beeinträchtigt würde. Daher wurde besonderen Wert auf die optimale Bildpräsentation der einzelnen Inhalte gelegt und der Begleittext auf prägnante Aussagen beschränkt.

5.4 Multimediale Lernprogramme

Die Thematik des erstellten Lernprogramms „die Sonografie der unveränderten weiblichen Geschlechtsorgane von nicht graviden Hunden und Katzen“ weist in der konventionellen Fachliteratur eine gewisse Unvollständigkeit der Sachverhalte auf. Die wenigen Beiträge zur Sonografie des felines Genitaltraktes, zu Darstellungen des kaninen Genitaltraktes im Anöstrus oder zum Gesäuge beider Spezies sind als unzureichend zu werten. Im Rahmen dieser Dissertation sollte ein multimediales Lernprogramm auf CD-ROM entwickelt werden mit dem Anspruch, die Sonografie der weiblichen Geschlechtsorgane von Hund und Katze unter physiologischen Bedingungen in einer qualitativ hochwertigen und nahezu vollständigen Form zu präsentieren. Im Vorfeld galt es zu prüfen, ob ein entsprechendes Produkt bereits besteht. Nach gründlicher Recherche zu vorhandenen Lernprogrammen auf CD-

ROM, fanden sich vier Lernprogramm zur abdominalen oder gynäkologischen Sonografie von Hund und Katze und wurden zum Vergleich herangezogen.

5.4.1 Lehrinhalt

Der Lehrinhalt des erstellten Lernprogramms enthält neben der Sonografie der unveränderten weiblichen Geschlechtsorgane von nicht graviden Hund und Katze, mit Darstellungen der Eierstöcke in allen Zyklusphasen und der Sonografie der Gebärmutter im Anöstrus und Östrus, auch ein ausführliches Grundlagenkapitel und ein Kapitel zur Dopplersonografie. Die Darstellung der physiologischen Begebenheiten des Genitaltraktes von Hund und Katze stellen, aufgrund der schwer vom umliegenden Gewebe abgrenzbaren und eher unscheinbaren Strukturen, auch für den fortgeschrittenen Sonografen eine anspruchsvolle Aufgabe dar.

Unter denen zum Vergleich herangezogenen Lernprogrammen enthält THEISE (1999) einen Beitrag mit Grundlagen zur gynäkologischen Untersuchung der Hündin (THEISE, 1999). BODUNGEN (1999) erwähnt zu Anfang jeden Kapitels Rasur und Schallposition, leider verzichtet das Lernprogramm *Die Sonografie des Abdomens beim Hund* vollständig auf die Abhandlung der weiblichen Geschlechtsorgane (BODUNGEN, 1999). Die anderen Programme befassen sich ausschließlich mit der sonografischen Untersuchung. Die Ultraschalluntersuchung zum physiologischen Zyklusgeschehen wird von THEISE (1999) mit einem Standbild und vier Filmsequenzen zu den Eierstöcken der Hündin (alle Zyklusstadien), von GREEN (1998) mit jeweils einer Filmsequenz zu Eierstöcken und Gebärmutter allerdings ohne Speziesangabe (Östrus) und von NYLAND (1996) mit jeweils zwei Standbildern zu Eierstöcke (Prööstrus und Östrus) und Gebärmutter (Östrus) der Hündin belegt. Explizit aufgeführte Beiträge zur Sonografie der Genitale der Katze finden sich in keinem Beitrag. Bei der Hündin wird die Gebärmutter ausschließlich im Östrus dargestellt und bei den Eierstöcken findet sich lediglich eine Abbildung im Anöstrus. Beiträge zur Pathologie und Trächtigkeit finden sich in geringem Umfang in den Lernprogrammen von GREEN (1998) und NYLAND (1996). Diese Zusammenfassung zeigt die gleichen, unvollständigen Ausführungen der Thematik in multimedialen Lernprogrammen, wie in der gebundenen Literatur.

5.4.2 Bild- und Filmmaterial

Im erstellten Lernprogramm wurde besonderen Wert auf die Qualität der Ultraschallbilder gelegt. Mit neuester Gerätetechnik unter Berücksichtigung der optimalen Bildeinstellung (richtige Wahl der notwendigen Schallfrequenz, der Eindringtiefe, Grautonabstufungen) wurden aussagekräftige Sonografien erstellt. Die Qualität der wenigen Sonogramme in den verglichenen Lernprogrammen ist bei THEISE (1999) und GREEN (1998) aus folgenden Gründen als schlecht zu bezeichnen. Bei der geringen Organgröße verhindern Schallauslöschungen durch den Darm und eine unzureichende Bildeinstellung (Organ ist nicht im Bildmittelpunkt dargestellt) die Abgrenzung der gesuchten Struktur zu umliegenden Organen. Die Beschriftung im Lernprogramm von GREEN (1998) ist in einer Sequenz zu kurz zum Lesen (für ca. eine Sekunde). In einem zweiten Film bleibt die Legende die gesamte Zeit stehen. Dies hat durch die Bewegung der Bilder ein Verschieben des Schriftzuges - weg von der ursprünglich benannten Struktur - zur Folge. Die Beschriftungsweise folgt keinem Schema und wirkt sich daher störend auf den Lerneffekt aus. NYLAND (1996) und THEISE (1999) verzichteten auf eine Beschriftung der Sonogramme.

5.4.3 Ergonomische Qualität

Hinreichende Kenntnisse zur ergonomischen Softwaregestaltung waren essentiell bei der Produktion des Lernprogramms im Hinblick auf die Bedienungsfreundlichkeit und damit auf die Akzeptanz durch den Benutzer. Der Programmstart erfolgt automatisch nach Einlegen der CD in das CD-ROM-Laufwerk. Die Autoinstallationsroutine ermöglicht auch einem Computeranfänger einen einfachen und schnellen Start. Bei GREEN (1999) und THEISE (1999) erwies sich der Programmstart als Hürde, die nur von einem Anwender mit Computerkenntnissen genommen werden kann. Beim mehrmaligen Testen der Anwendung von GREEN (1999) wurden unterschiedliche Seiten des Programms als vermeintliche Startseite geöffnet - dies führte zu einer starken Desorientierung und beeinträchtigte die Motivation nachhaltig. Die Installation des Lernprogramms von THEISE (1999) bereitete große Schwierigkeiten, da neben den Administratorrechten für die Computerbenutzung auch eine große Menge an freiem Speicherplatz auf dem Rechner notwendig war. Ein nicht versierter

Computerbenutzer steht leicht vor „für ihn unlösbaren Problemen“ beim Programmstart. Die Lernprogramme von BODUNGEN (1999) und NYLAND (1996) bieten einen für jedermann nachvollziehbaren und einfachen Start. Die Navigation des erstellten Lernprogramms ist auf die Ansprüche eines Anfängers in Bezug auf die Sonografie und/oder Computerbenutzung (Bearbeitung des Programms Seite für Seite) ebenso ausgerichtet wie für einen versierten Sonografen bzw. Computerbenutzer (Angebot zahlreicher Verlinkungen). Die Bedienelemente und Navigationshilfen (siehe Kap. 4.2.2) sind nach der Wichtigkeit ihrer Funktionen angeordnet und klar gekennzeichnet. Das ausführliche Menü enthält sämtliche Themenkomplexe, Kapitel und Unterkapitel. Dadurch ist eine gute Übersicht zum Programminhalt gewährleistet. Die ausführlichen Informationsseiten zur Bedienungsführung sind von jeder Hauptseite aus zu erreichen. Ein Menü und Navigationshilfen, zum Beispiel in Form von Index oder Impressum, enthalten alle aufgeführten Programme. Die Bedienelemente bei GREEN (1999) und NYLAND (1996) beschränken sich auf sehr wenige Schaltstellen, welche den Bedienungsablauf durch wechselnde Funktionen der Buttons negativ beeinflussen. THEISE (1999) präsentiert zahlreiche und in ihrer Funktion eindeutig gekennzeichnete Schaltstellen, die eine gut geführte Navigation durch das Programm gewährleisten. Die Schriftarten variieren von einer (THEISE, 1999) über zwei (BODUNGEN, 1999) bis hin zu vier verschiedenen Arten (GREEN, 1999). Beim selbst erstellten Lernprogramm wurden aufgrund einer, im Menü notwendigen, Platzeinsparung zwei unterschiedliche, sehr ähnliche Schriftarten gewählt, deren Unterschied mit dem Auge kaum wahrnehmbar ist und nur aus einer Verringerung des Buchstabenabstandes besteht. Bei den zum Vergleich herangezogenen Lernprogrammen hat es den Anschein, die unterschiedlichen Schriftarten sollten zur Layoutauflockerung dienen. Dies spricht gegen die Auffassung von Softwareergonomen (Wandmacher, 1998; SOFTWARE ERGONOMIE LEITFADEN, 2004; Tinker, 1955). Der Hintergrund ist in den unterschiedlichsten Farben (petrol, blau, lila-weiß) gestaltet worden, hebt sich von den gewählten Schriftfarben (schwarz, blau, weiß) ab und unterstützt die Betrachtung der aufgeführten Sonogramme positiv. Wichtig ist ein gewisser Kontrast zwischen Hintergrund- und Schriftfarbe einerseits und den sonografischen Bildern andererseits. Dies ist in allen getesteten Lernprogrammen gegeben und die Farbwahl entspricht den Grundsätzen der ergonomischen Richtlinien (WANDMACHER, 1993; EN ISO 9241-8, 1997; EN ISO

9241-12, 1998) nach welchen auch die Farbwahl (verschiedene Blautöne und Weiß) des selbst erstellten Lernprogramms gestaltet wurde.

5.4.4 Didaktik

Der Motivations- und Aufmerksamkeitserhalt ist mit Abstufungen und bis auf eine Ausnahme (GREEN, 1999) in den getesteten Anwendungen gegeben. Im Lernprogramm von GREEN (1999) wird die Motivation durch den schwierigen Programmstart, der fehlerhaften Navigation und der mangelhaften Bildqualität stark reduziert. Leider ist speziell die Sonografie der weiblichen Geschlechtsorgane in allen Lernprogrammen sehr knapp gehalten und der interessierte Anwender findet keine zufriedenstellenden Ausführungen zu dieser Thematik. Dies wird von ihm als demotivierend empfunden, da seine Ansprüche und Zielvorstellungen nicht erfüllt werden konnten. Außerdem sind die aufgeführten Inhalte eher für den fortgeschrittenen Ultraschalluntersucher geeignet. Die Besprechung von Grundlagen zur sonografischen Untersuchung der weiblichen Geschlechtsorgane fehlt gänzlich. Die Inhalte sind von physiologischen zu pathologischen Begebenheiten aufgebaut (GREEN, 1999; THEISE, 1999). Die Gestaltung des Inhaltes von einfachen zu schweren Sachverhalten wird im selbst erstellten Lernprogramm unter der Gliederung von Grundlagen (Anfänger, Wiederholung für Fortgeschrittene) zu komplexeren Themen verstanden (zweidimensionale Sonografie; Dopplersonografie). Eine gewisse Interaktivität und damit die Möglichkeit des Anwenders, selbstgesteuert und problemorientiert Lernen zu können, ist bei allen Lernprogrammen gegeben, insbesondere bei THEISE (1999). Die Überprüfung des Benutzers durch das System in Form eines Quizes erfolgt bei NYLAND (1996). Darauf verzichtet das erstellte Lernprogramm zugunsten einer individuellen und eigenständigen Lernweise des Anwenders. Die Verwendung von Metadaten ist grundlegend für die Multimedialität eines Lernprogramms. Bezüglich der eigenen Anwendung sind dies: Standbild, Bewegtbild mit und ohne Audio, Text und Hypertext. Die getesteten Programme kombinierten folgende Metadaten miteinander:

GREEN (1998): bewegtes Bild und Text

BODUNGEN (1999): Standbild und gesprochener Text

THEISE (1999): Standbild, bewegtes Bild, Text, gesprochene Begrüßung und Hypertext

NYLAND (1996): Standbild, Text und Hypertext

Nicht die vollständige Erfüllung der in Kap. 2.1.2 aufgeführten Definitionen zur Multimedialität ist maßgeblich für eine gute Medienpräsentation, sondern die Qualität der Anwendung selbst. Die getesteten Lernprogramme (BODUNGEN, 1999; NYLAND, 1996; GREEN, 1998; THEISE, 1999) weisen unterschiedliche Mängel auf. BODUNGEN (1999) verzichtet leider auf einen Beitrag zu den weiblichen Geschlechtsorganen. GREEN (1998) bedarf aufgrund seiner fehlerhaften Bedienungsführung und mäßiger Bildqualität einer vollständigen Überarbeitung. NYLAND (1996) bietet eine qualitativ hochwertige Ausführung, leider ist auch hier das Kapitel zum weiblichen Genitaltrakt sehr kurz gefasst und enthält keine Angaben zur Thematik bei der Katze. THEISE (1999) beschäftigt sich mit der gynäkologischen Untersuchung der Hündin und die Sonografie wird als Diagnostikum neben vielen anderen - zum Beispiel der Zytologie der Vaginalschleimhaut - in Kurzform aufgeführt.

5.5 Ausblick

Das erstellte Lernprogramm ist, aufgrund der ausführlichen Besprechung der Grundlagen, der vollständigen Erörterung der zweidimensionalen Sonografie der physiologischen Begebenheiten der weiblichen Geschlechtsorgane von Hund und Katze und der Dopplersonografie an die Grenzen des, im Rahmen einer Lern-CD-ROM umsetzbaren, Inhaltes gestoßen. Es wurde auf die Darstellung der Trächtigkeit verzichtet, da diese Thematik einer, ihrer Komplexität gerecht werdenden, Abhandlung bedarf. Eine angemessene Erörterung der pathologischen Veränderungen dieses Organsystems erfordert eine umfangreiche Sammlung gut dokumentierter Fallbeispiele, die sich nur in längerfristiger Kooperation mit entsprechenden Instituten und praktischen Tierärzten erstellen ließe. Auf Grundlage des entworfenen und multimedial umgesetzten Gestaltungskonzeptes wäre die Erstellung von zwei weiteren multimedialen Lernprogrammen zur Gynäkologie von Hund und Katze – Trächtigkeit und Pathologie - sinnvoll. Eine lebenslange, eigenständige Weiterbildung ist in der heutigen Zeit notwendig, um sich den ständig verändernden Anforderungen im Berufsleben stellen zu können. Lernprogramme auf CD-Rom bieten eine zeit- und ortsungebunde, kostengünstige Alternative zu Fortbildungsveranstaltungen und finden immer größeren Zuspruch. Das erstellte

Lernprogramm soll anderen Softwaredesignern ein positives Beispiel sein, wie mit wenigen Mitteln, unter Berücksichtigung von ergonomischen Grundregeln, Multimedialdidaktik und Auswahl bestgeeigneter Medien zur Umsetzung des Inhaltes, ein ansprechendes und effektives Lehrmedium entstehen kann. Der Ultraschallneuling und der fortgeschrittene Sonograf finden eine passende Hilfestellung bei der Ultraschalluntersuchung.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Die Sonografie der unveränderten weiblichen Geschlechtsorgane von Hund und Katze bereitet in der alltäglichen Kleintierpraxis aufgrund der geringen Organgröße, der variablen Topografie und der zyklusabhängig sehr unterschiedlichen Morphologie der Organe Schwierigkeiten. Literaturstellen zur Sonografie des weiblichen Genitale der Katze sind in äußerst geringer Zahl vorhanden und wenig aussagekräftig. Das erstellte Lernprogramm soll dem praktischen Tierarzt beim Erlernen der Sonografie des weiblichen Genitale beider Spezies eine umfassende Unterstützung bieten.

Für die im Rahmen der Dissertation angefertigten Ultraschallaufnahmen standen 29 Hündinnen unterschiedlicher Größe und 14 Europäische Kurzhaarkatzen zur Verfügung. Dabei wurden die Tiere innerhalb mehrerer Zyklen und in regelmäßigen Abständen sonografisch untersucht. Juvenile, trächtige und Tiere - sechs bis zwölf Wochen nach der Geburt - sind ebenfalls in die Untersuchungen mit einbezogen worden. Die Ultraschallaufnahmen und -filme sind mit dem Sonografiesystem Elegra (Siemens Erlangen) erstellt worden, das mit multifrequenten Linearschallköpfe in einem Frequenzbereich von 7,5 – 13,5 MHz ausgestattet ist. Das Programmgerüst basiert auf HTML-Dateien.

Für den Sonografieanfänger erläutert das vorliegende Lernprogramm die Organtopografie, die Schallpositionen sowie die daraus resultierenden Sonogramme von Ovar und Uterus. Histologische Schnitte und anatomische Schnittpräparate werden den Ultraschallaufnahmen gegenübergestellt. Der Text ist kurz und prägnant gehalten, da beschriftete Standbilder und beschriftete Filmsequenzen von hoher Qualität den Inhalt wiedergeben. Physiologische Besonderheiten und typische Fragestellungen werden thematisiert. Die umfangreiche textliche und bildliche Vernetzung des Lernprogramms bietet dem Anwender unterschiedliche Möglichkeiten sich mit dem Inhalt vertraut zu machen. Dabei verhindert die eindeutige Seitenkennzeichnung eine Desorientierung des Benutzers. Die Sonografie der weiblichen Geschlechtsorgane kann nach Tierarten getrennt durchgearbeitet oder die Befunde der beiden Spezies direkt miteinander verglichen

werden. Für den erfahrenen Sonografen bietet das Lernprogramm mit dem Kapitel der Dopplersonografie einen interessanten Aspekt in der Weiterbildung.

Das im Rahmen dieser Dissertation erstellte Lernprogramm ermöglicht es, die Sonografie des weiblichen Genitale von Hund und Katze detailliert und umfassend zu erlernen. Die Standbilder und Filmsequenzen sind in hoher Qualität angefertigt und Themen, die bisher in der Literatur wenig oder nicht berücksichtigt wurden, aufgeführt.

7 SUMMARY

Multimedia learning software of ultrasonography of unaffected female genitalia of non-gravid dogs and cats

Annette Bruder

Ultrasonic examination of unaffected genitalia of the female dog and cat can pose problems to the practicing veterinarian due to small organ size, variable topography and morphological changes in the course of the oestrous cycle. Literature of ultrasonography dealing with the genital organs of the female cat is scarce and gives only limited information. The present multimedia learning tool intends to offer an extensive support for veterinarians intending to learn the use of ultrasonography in the field of small animal gynaecology.

For the purposes of this study 29 bitches of different sizes and 14 European shorthair domestic cats were available. The animals have been examined by ultrasonography during several oestrous cycles and in regular intervals. Juvenile and pregnant animals plus puppies six to twelve weeks after birth were included in the study. Ultrasound pictures and clips have been realized with the ultrasonographic system Elegra (Siemens Erlangen), equipped with multi-frequency transducers with a frequency range of 7.5 – 13.5 MHz. The framework of the computer program is based on HTML – files.

The present learning software introduces the beginner of ultrasonography to topographical anatomy, positioning of the transducer and resulting ultrasonograms of uterus and ovary. Histological and gross anatomical slices are compared with the corresponding ultrasonograms. The text is kept short and terse since inscribed high quality images and film sequences present the main contents. Species specific physiological features and frequently asked questions are taken up. Extensive cross-linking of text and pictures in this program allows several ways to acquire the contents. Clear indexing prevents the user from losing orientation. Ultrasonographic

examination of female genital organs can be carried out for each species separately or findings of both species may be compared directly. For the experienced ultrasonographer the chapter „Dopplersonografie“ provides an interesting opportunity of continuing education. The multimedia learning tool created in the course of this doctoral thesis allows the user to learn ultrasonic examination of the female genitalia of dog and cat in detail. Images and clips are of high quality and cover topics rarely or not found in literature.

8 LITERATURVERZEICHNIS

BALLSTAEDT, S.-P. (1997):

Textverstehen als angeleitetes Denken.

In: GRUBER, H. und A. RENKL (Hrsg): *Wege zum Können – Determinanten des Kompetenzerwerbs*.

Verlag Hans Huber, Bern, S. 104-115

BALLSTAEDT, S.-P., MANDL, H., SCHNOTZ, W. und TERGAN S.-O. (1981):

Texte verstehen – Texte gestalten.

Urban und Schwarzenberg, München

BARR, F. (1992):

Geschlechtsapparat.

In: BARR, F. (Hrsg.): *Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze*.

Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York, S. 77 - 89

BÖNNINGHAUSEN, H. FREIHERR v. (1936):

Die Bänder des weiblichen Geschlechtsapparates des Hundes.

Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

BODUNGEN von, A. und U. von Bodungen (1999):

Die Sonografie des Abdomens beim Hund.

Abteilung für Unterrichtsmedien der Universität Bern, CD-ROM

BOYD, J.S., J.P. RENTON, M.J.A. HARVEY, D.A. NICKSON, P.D. ECKERSALL and J.M. FERGUSON (1993):

Problems associated with ultrasonography of the canine ovary around the time of ovulation.

Journal of Reproduction and Fertility Supplement, 47, 101-105

BREILING, F. (1994):

Makroskopische Anatomie der weiblichen Geschlechtsorgane.

In: BREILING, F.: *Vergleichende makroskopisch-fotografische transversale Schnittanatomie der abdominalen Organe von Hund und Katze*.

Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss., S. 81-90

BROCKHAUS (2000):

Der Brockhaus von A-Z in drei Bänden.

F.A. Brockhaus GmbH, Mannheim, Band A-GOZ.

BUDRAS, K.-D. und W. FRICKE (1987):
Peritonäalverhältnisse der Geschlechtsorgane; Organa genitalia.
In: BUDRAS, K.-D. und W. FRICKE (Hrsg.): *Atlas der Anatomie des Hundes: Lehrbuch für Tierärzte und Studierende*. 2. vollst. überarb. u. erw. Aufl.
Schlütersche Verlagsanstalt und Druckerei – GmbH & Co. -, Hannover, S.27-28

Comenius, J.A. (1960):
Große Didaktik.
Küppers, Düsseldorf

CONKLIN, J. (1987):
Hypertext: An introduction und survey.
Computer, 20 (9), 17-41

DEL CAMPO, C.H. und O.J. GINTHER (1974):
Arteries and veins of uterus and ovaries in dogs and cats.
American Journal of Veterinary Research, 35, 409-415

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMIERUNG E. V. (1993):
Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten.
Teil 3: *Anforderungen an visuelle Anzeigen* (ISO 9241-4: 1992)
Deutsche Fassung EN 29241-3: 1993.
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. (1999):
Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten.
Teil 14: *Dialogführung mittels Menü* (ISO 9241-14: 1997)
Deutsche Fassung EN ISO 9241-14: 1999.
Beuth Verlag GmbH

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMIERUNG E. V. (1999):
Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten.
Teil 16: *Dialogführung mittels direkter Manipulation* (ISO 9241-16: 1999)
Deutsche Fassung EN ISO 9241-16: 1999.
Beuth Verlag GmbH

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMIERUNG E. V. (2002):
Software-Ergonomie für Multimedia-Benutzerschnittstellen.
Teil 1: *Gestaltungsgrundsätze und Rahmenbedingungen* (ISO 14915-1: 2002)
Deutsche Fassung EN ISO 14915-1: 2002.
Beuth Verlag GmbH

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

DIETERICH, J. (1994):
Anwendung der Sonografie zum direkten Ovulationsnachweis und zur Erhebung zyklischer Ovarbefunde bei der Hündin.
Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

DÖRR, G. und P. STRITTMATTER (2002):
Multimedia aus pädagogischer Sicht.
In: ISSING, L.J. und P. KLIMSA (Hrsg.): *Information und Lernen mit Multimedia und Internet: Lehrbuch für Studium und Praxis*. 3. , vollst. überarb. Aufl.
Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, München, Wien, S. 29-42

DOHMEN, G. (1996):
Das lebenslange Lernen. Leitlinien einer modernen Bildungspolitik.
Printec, Kassel

EBERLEH, E. (1994):

Bedienelemente.

In: EBERLEH, E., H. OBERQUELLE und R. OPPERMANN (Hrsg.): *Einführung in die Software-Ergonomie: Gestaltung graphisch-interaktiver Systeme: Prinzipien, Werkzeuge, Lösungen.*

Walther de Gruyter, Berlin, New York, S. 158-161

ENGLAND, G.C.W. and W.E. ALLAN (1989):

Real-Time sonographic imaging of the ovary an uterus of the dog.

Journal of Reproduction and Fertility Supplement, 39, 91-100

ENGLAND, G.C.W. and A.E. YEAGER (1993):

Ultrasonographic appearance of the ovary and uterus of the bitch during oestrus, ovulation and early pregnancy.

Journal of Reproduction and Fertility Supplement, 47, 107-117

EULER, D. (1994):

(Mult)meidales Lernen – Theoretische Fundierungen und Forschungsstand.

Unterrichtswissenschaft, 22 (4), 291-311

FERRETTI, L.M., S.M. NEWELL, J.P. GRAHAM, G.D. ROBERTS (2000):

Radiographic and ultrasonographic evaluation of the normal feline postpartum uterus.

Veterinary Radiology & Ultrasound, 3, 287 - 291

FRIEDRICH, H. F. und H. MANDL (1990):

Psychologische Aspekte autididaktischen Lernens.

Unterrichtswissenschaft, 3, 197-218

FRIEDRICH, G. und G. PREISS (2003):

Neurodidaktik: Bausteine für eine Brückenbildung zwischen Hirnforschung und Didaktik.

Pädagogische Rundschau, 57, 181-199

FRITSCH, R. und GERWING, M. (1993):

Uterus; Ovar.

In: FRITSCH, R. und GERWING, M. (Hrsg.): *Sonografie bei Hund und Katze.*

Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, S. 70 - 86

GÖTZ, K. und O. HÄFNER (1992):

Didaktische Organisation von Lehr- und Lernprozessen.

Deutscher Studien Verlag, Weinheim

GRÄBER, W. (1992):

Interesse am Unterrichtsfach Chemie, an Inhalten und Tätigkeiten.
Chemie in der Schule, 39, 354-358

GREEN, R.W. (1998):

Small Animal Ultrasound on CD-ROM.
LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS. CD-ROM

GÜNZEL-APEL, A.-R., M. JANTHUR und J. DIETERICH (1996):

Eierstöcke.
In: POULSEN NAUTRUP, C. und R. TOBIAS (Hrsg.): *Atlas und Lehrbuch der
Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze.* 3., unveränd. Aufl.
Schlütersche GmbH & Co.KG, Verlag und Druckerei, Hannover, S. 248-259

GÜNZEL-APEL, A.-R., R. KAWAUCHI, C. POULSEN NAUTRUP und H.J. HEDRICH
(1998):

*Sonographic presentation of the physiologic ovarian function in the anovulatory and
pseudopregnant cycle of the cat.*
Tierärztliche Praxis. Ausgabe. Kleintier. 26 (4), 275 - 283

GUTHRIE, J. T. und MOSENTHAL, P. (1987):

Literacy as multidimensional: Locating information and reading comprehension.
Educational Psychologist, 22, 279-297

HÄUSSER, P. und HOFFMANN, L. (1995):

Physikunterricht – an Interessen von Jungen und Mädchen orientiert.
Unterrichtswissenschaft, 23, 107-126

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

*Emotionsinduktion durch visuelle Reize: Validierung einer Stimulationsmethode auf
drei Reaktionsebenen.*
Psychologische Rundschau, 44, 143-161

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

*Lernen in authentischen Situationen versus Lernen mit Texten. Zum Aufbau
anwendbaren Wissens in der Schriftsprachdidaktik.*
Unterrichtswissenschaft, 2, 108-130

HAYER, P. J. (1991):

*Untersuchungen zur sonographischen Darstellbarkeit der Follikelreifung, Ovulation
und Gelbkörperanbildung beim Hund.*
Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

HAYER, P.J., A.-R. GÜNZEL-APEL, D. LÜERSSEN und H.-O. HOPPEN (1993):
Ultrasonographic monitoring of follicular development, ovulation and the early luteal phase in the bitch.

Journal of Reproduction and Fertility Supplement, Suppl. 47, 93-100

HERRMANN, T., A. KIENLE und N. REIBAND (2003):

Metawissen als Voraussetzung für den Wissensaustausch und die Kooperation beim Wissensmanagement.

Zeitschrift für Medienpsychologie, 1, 3-12

INABA, T., MATSUI, N., SHIMIZU, R. und IMORI, T. (1984):

Use of echography in bitches for detection of ovulation and pregnancy.

Veterinary Record, 115, 276-277

ISSING, L.J. (1994):

Von der Mediendidaktik zur Multimedia-Didaktik.

Unterrichtswissenschaft, 22, 267-284

ISSING, L.J. (2002):

Instruktions-Design für Multimedia.

In: ISSING, L.J. und P. KLIMSA (Hrsg.): *Information und Lernen mit Multimedia und Internet: Lehrbuch für Studium und Praxis*. 3. , vollst. überarb. Aufl.

Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, München, Wien, S. 151-176

JONASSEN, D.H. (1991):

Objectivism versus constructivism: Do we need a new philosophical paradigm?

Educational Technology Research & Development, 3, 5-14

KÄHN, W. (1991):

Die Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze.

In: Kähn, W. (Hrsg.): *Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik: gynäkologische Untersuchung und Reproduktion.*

Schlütersche Verlagsanstalt und Druckerei – GmbH & Co, Hannover, S. 227 - 233

KAWAUCHI, R. (1998):

Untersuchungen zur sonographischen Darstellbarkeit physiologischer Ovarbefunde im anovulatorischen und pseudograviden Zyklus der Katze.

Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

KERRES, M. (2000):

Information und Kommunikation bei mediengestütztem Lernen.

Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, 1, 111-129

KERRES, M. (2001):

Didaktische Aufbereitung der Lehrinhalte.

In: KERRES, M. (Hrsg.): *Multimediale und telemediale Lernumgebungen – Konzeption und Entwicklung*.

Oldenburg Verlag, München, Wien, S. 145-185

KERRES, M. (2002):

Technische Aspekte multi- und telemedialer Lernangebote

In: ISSING, L.J. und P. KLIMSA (Hrsg.): *Information und Lernen mit Multimedia und Internet: Lehrbuch für Studium und Praxis*. 3. , vollst. überarb. Aufl.

Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, München, Wien, S. 151-176

KLIMSA, P. (2002):

Multimedienutzung aus psychologischer und didaktischer Sicht.

In: ISSING, L.J. und P. KLIMSA (Hrsg.): *Information und Lernen mit Multimedia und Internet: Lehrbuch für Studium und Praxis*. 3. , vollst. überarb. Aufl.

Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, München, Wien, S. 5-17

KÖNIG, H.E. und H.-G. LIEBICH (1999):

Weibliche Geschlechtsorgane (Organa genitalia feminina).

In: KÖNIG, H.E. und H.-G. LIEBICH (Hrsg.): *Anatomie der Haussäugetiere: Lehrbuch und Farbatlas für Studium und Praxis, Bd. II, Organe, Kreislauf- und Nervensystem*.

Schattauer Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, S. 135-151

KÖSTER, K. (1999):

Dopplersonographische Untersuchung des Hundeovars im Zyklusverlauf.

Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

KÖSTER, K., C. POULSEN NAUTRUP und A.-R. GÜNZEL-APEL(2001):

A Doppler ultrasonographic study of cyclic changes of ovarian perfusion in the Beagle bitch.

Journal of Reproduction and Fertility 122, 453 - 461

LEISER, R. (1990):

Weibliche Geschlechtsorgane

In: MOSIMANN, W. und T. KOHLER (Hrsg.): *Zytologie, Histologie und mikroskopische Anatomie der Haussäugetiere*.

Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, S. 232-248

LEMPERT, W. und F. ACHTENHAGEN (2000):

Entwicklung eines Programmkonzepts „Lebenslanges Lernen“.

Unterrichtswissenschaft, 2, 144-161

LIEBICH, H.-G. (2004):

Weibliche Geschlechtsorgane (Organe genitalia feminina).

In: LIEBICH, H.-G. (Hrsg.): *Funktionelle Histologie der Haussäugetiere: Lehrbuch für Studium und Praxis*. 4. Aufl.

Schattauer GmbH, Stuttgart, New York, S. 293-310

LÜERSSEN, D. (1992):

Untersuchung zur sonographischen Darstellbarkeit des Hundeovars.

Kleintierpraxis 37, 809-816

LÜERSSEN, D. (1994):

Ultraschalldiagnostik des weiblichen Genitale des Hundes.

Kleintierpraxis 39, 539-552

LÜERSSEN, D. und M. JANTHUR (1996):

Gebärmutter und Scheide.

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

Schlütersche GmbH & Co.KG, Verlag und Druckerei, Hannover, S. 260

LÜERSSEN, D., A. PRÜFER und M. JANTHUR (1996):

Harnblase.

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

Schlütersche GmbH & Co.KG, Verlag und Druckerei, Hannover, S. 229

LURIJA, A.R. (1992):

Das Gehirn in Aktion. Einführung in die Neuropsychologie.

Rowohlt Verlag, Reinbek

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

Begriffsbestimmung von Emotion und Kognition.

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

Urban und Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore, S.3

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

Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen.

In: ISSING, L.J. und P. KLIMSA (Hrsg.): *Information und Lernen mit Multimedia und Internet: Lehrbuch für Studium und Praxis*. 3. , vollst. überarb. Aufl.

Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, München, Wien, S. 139-150

MATTON, J.S. und T.G. NYLAND (1995):
 Ultrasonography of the Genital System.
 In: NYLAND, T. G. und J. S. MATTON (Hrsg): *Veterinary Diagnostic Ultrasound*.
 W.B. Saunders Company, Philadelphia, S. 231-249

MERKT, H. (1948):
Die Bursa ovarica der Katze. Mit einer vergleichenden Betrachtung der Bursa ovarica des Hundes, Schweines, Rindes, Pferdes sowie Menschen.
 Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

MERRIL, M.D., Z. LI und M.K. Jones (1990):
 Second generation instructional design (ID 2).
 Educational Technology, 30 (2), 5-27

MURCH, G.M. (1984):
Physiological principles for the effective use of color.
 IEEE Computer, Graphics und Applications, 4, 49-54

NENNINGER, P., G. A. STRAKA, G. SPEVACEK, M. WOSNITZA (1996):
Die Bedeutung motivationaler Einflußfaktoren für selbstgesteuertes Lernen.
 Unterrichtswissenschaft, 3, 250-267

NYLAND, T. and C. McConnell (1996)
Small Animal Abdominal Ultrasonography
 University of California. CD-ROM

OBERQUELLE, H. (1994):
 Menüstrukturen.
 In: EBERLEH, E., H. OBERQUELLE und R. OPPERMANN (Hrsg.): *Einführung in die Software-Ergonomie: Gestaltung graphisch-interaktiver Systeme: Prinzipien, Werkzeuge, Lösungen.*
 Walther de Gruyter, Berlin, New York, S. 123-130

OPPERMANN, R. und H. REITERER (1994):
 Methoden der Evaluation.
 In: EBERLEH, E., H. OBERQUELLE und R. OPPERMANN (Hrsg.): *Einführung in die Software-Ergonomie: Gestaltung graphisch-interaktiver Systeme: Prinzipien, Werkzeuge, Lösungen.*
 Walther de Gruyter, Berlin, New York, S. 342-349

PAECHTER, M. (1997):
Auditive und visuelle Texte in Lernsoftware.
 Zeitschrift für Unterrichtswissenschaften, 3, 223 – 240

POULSEN NAUTRUP, C. (2001):

Gesäuge.

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

Schlüttersche GmbH & Co.KG, Verlag und Druckerei, Hannover, S. 322-328

PRENZEL, M. (1997):

Sechs Möglichkeiten der Demotivierung von Lernenden.

In: GRUBER, H. und A. RENKL (Hrsg.): *Wege zum Können – Determinanten des Kompetenzerwerbs*.

Verlag Hans Huber, Bern, S. 32 - 44

PRENZEL, M. und A. HEILAND (1990):

Motivationale Prozesse beim autodidaktischen Lernen

Unterrichtswissenschaft, 2, 219-236

PYTER, M. und L. ISSING (1996):

Textpräsentation in Hypertext – Empirische Untersuchung zur visuellen versus audiovisuellen Sprachdarbietung in Hypertext.

Unterrichtswissenschaft, 2, 177-185

PYYSAALO, R., KRUPPA, K. und H. Mandl (2001):

Problemorientiertes Lernen in computergestützten Lernumgebungen: Internationale best-practice Beispiele.

Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie, LMU München, Praxisbericht Nr. 25, 1-49

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

Lernen mit Multimedia.

Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie, LMU München, Forschungsbericht Nr. 77, 1-49

SALOMON, G. (1984):

Television is „easy“ and print is „touch“: The differential investment of mental effort in learning as a function of perceptions and attributions.

Journal of Educational Psychology, 76, 647-658

SCHIEFELE, U. und H. SCHIEFELE (1997):

Interesse und Textpräsentation

In: GRUBER, H. und A. RENKL (Hrsg.): *Wege zum Können – Determinanten des Kompetenzerwerbs*.

Verlag Hans Huber, Bern, S. 14-31

SCHMIDT, S., D. SCHRAG und B. GIESE (1986):
Ultraschalldiagnostik in der Gynäkologie beim Kleintier.
 Tierärztliche Praxis, 14, 123-141

SCHULMEISTER, R. (1999):
Virtuelles Lernen aus didaktischer Sicht
 Zeitschrift für Hochschuldidaktik, 4, 17-43

SCHUMMER, A. und B. VOLLMERHAUS (1995):
 Weibliche Geschlechtsorgane.
 In: HABERMEHL, K.-H., B. VOLLMERHAUS und H. WILKENS (Hrsg.): *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Bd. II, Eingeweide. 7.*, unveränd. Aufl.
 Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin – Wien, S. 376-402

SHNEIDERMAN, B. (1987):
Designing the user interface: Strategies for effective human-computer interaction.
 Addison-Wesley Publishing Company, Massachusetts

SKINNER, B.F. (1968):
The technology of teaching.
 Apple Century Crofts, New York

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

STARK, R. und H. MANDL (2000):
 Konzeptualisierung von Motivation und Motivierung im Kontext situierten Lernens.
 In: SCHIEFELE, U. und K.-P. WILD (Hrsg.): *Interesse und Lernmotivation: Untersuchungen zu Entwicklung, Förderung und Wirkung.*
 Waxmann Verlag, Münster, München, S.95 – 111

STROTHOTTE, T. (1994):
 Informationsfluß durch Bilder in der Mensch-Computer-Interaktion.
 In: WEIDENMANN, B. (Hrsg.): *Wissenserwerb mit Bildern.*
 Verlag Hans Huber, Bern, S. 195-214

STÜTZEL, K. (1994):
 Schallfenster Gynäkologie.
 In: STÜTZEL, K. (Hrsg.): *Abdominelle Sonografie bei Hund und Katze.*
 Verlag Medicus-Partner, Budapest, S. 90 - 118

SÜSSENBACHER, G. (1992):

Motivation und computergestützter Unterricht. Didaktische Fallen, kommunikative Chancen.

Zeitschrift für Hochschuldidaktik, 3-4, 284-293

TERGAN, S.-O. (1997):

Lernen mit Texten, Hypertexten und Hypermedien- Retrospektive und State of the Art.

In: GRUBER, H. und A. RENKL (Hrsg.): Wege zum Können – Determinanten des Kompetenzerwerbs.

Verlag Hans Huber, Bern, S. 236-249

THEISE, B., A. MÜNNICH und W. HEUWIESER (1999):

Gynäkologie der Hündin, Grundlagen für Tierärzte.

GKF – Gesellschaft zur Förderung Kynologischer Forschung e.V., VETION.de, Lehmanns Fachbuchhandlung. CD-ROM.

URHAHNE, D. und S. SCHANZE (2003):

Wie lässt sich das Lernen mit Hypertext effektiver gestalten? Empirischer Vergleich einer linearen und einer netzwerkartigen hypermedialen Lernumgebung.

Zeitschrift für Unterrichtswissenschaften, 4, S.359-377

VAN NES, F.L. (1988):

The legibility of visual display texts.

In: VAN DER VEER, G.C. und G. MULDER (Eds.): Human computer Interaction: Psychonomic Aspects.

Springer-Verlag, Berlin, S. 14-25

B. VOLLMERHAUS (1994):

Weibliche Geschlechtsorgane.

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

Blackwell Wissenschafts-Verlag Berlin – Wien

WANDMACHER, JENS (1993):

Software-Ergonomie.

Walter de Gruyter, Berlin

WEIDENMANN, B. (2002):

Multicodierung und Multimodalität im Lernprozess;

Abbilder in Multimedianawendungen.

In: ISSING, L.J. und P. KLIMSA (Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia und Internet: Lehrbuch für Studium und Praxis. 3. , vollst. überarb. Aufl.

Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, München, Wien, S. 45-62; S. 83-96

WEIDENMANN, B. (1990):

Wissenserwerb in Bildern- Forschung für eine visuelle Lernkultur.
Zeitschrift für Unterrichtswissenschaft, 2, 234-242

WEIDENMANN, B. (1994):

Informierende Bilder; Medien und Lernmotivation: Machen Medien hungrig oder satt?
In: WEIDENMANN, B. (Hrsg.): Wissensserwerb mit Bildern - Instruktionale Bilder in
Printmedien, Film/Video und Computerprogrammen.
Verlag Hans Huber, Bern, S. 9-58 und S. 117-133

www1.informatik.uni-jena-de/Lehre/SoftErg/vor_p110.htm.

Wie hilft man bei Farbfehlsichtigkeit? S.11, Stand 2004

YEAGER, A. E. and P. W. CONCANNON (1996):

Uterus; Ovaries.

In: GREEN, R.W. (Hrsg.): *Small Animal Ultrasound*

Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia, S. 265-292 und S. 293-304

ZIEGLER, J. (1994):

Aufgabenanalyse und Systementwurf; Navigationsstruktur: Bestimmung der
Zugriffsmöglichkeiten.

In: EBERLEH, E., H. OBERQUELLE und R. OPPERMANN (Hrsg.): *Einführung in die
Software-Ergonomie: Gestaltung graphisch-interaktiver Systeme: Prinzipien,
Werkzeuge, Lösungen.*

Walther de Gruyter, Berlin, New York, S. 271-294 und S. 290-292

9 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1:	ID1-Modell	23
Abb. 2:	Menü im zugeklappten Zustand	57
Abb. 3:	Menü – Eierstöcke und Kapitel	58
Abb. 4:	Menü – Gebärmutter und Kapitel	58
Abb. 5:	Speziesseite	58
Abb.: 6	Textlink Speziesseite	58
Abb. 7:	Registerkarte	59
Abb. 8:	Registerkarte aktiv	59
Abb. 9:	Registerkarte inaktiv	59
Abb. 10:	Menü – Eierstöcke Grundlagen	59
Abb. 11:	Menü – Gebärmutter Grundlagen	59
Abb. 12:	Menü – Topografie	60
Abb. 13:	Menü – Makroskopie	60
Abb. 14:	Menü – Histologie	60
Abb. 15:	Topografie Eierstöcke Hund	61
Abb. 16:	Lupensymbol	61
Abb. 17:	unbeschriftete Vergrößerungsseite	61
Abb. 18:	beschriftete Vergrößerungsseite	61
Abb. 19:	Schaltstellen der Vergrößerungsseite	62
Abb. 20:	Makroskopie Gebärmutter Hund	62
Abb. 21:	Histologie Eierstöcke Katze	63
Abb. 22:	Menü – Gebärmutter Schallposition	63
Abb. 23:	Schallposition Eierstöcke Katze	64
Abb. 24:	Menü - Eierstöcke Hund Zweidimensionale Sonografie	65
Abb. 25:	Menü – Eierstöcke Katze Zweidimensionale Sonografie	65
Abb. 26:	Bildeinstellung – Eierstöcke Hund	66
Abb. 27:	Proöstrus Eierstöcke Hund Vergrößerungsseite ohne Legende	66
Abb. 28:	Proöstrus Eierstöcke Hund Vergrößerungsseite mit Legende	66
Abb. 29:	Östrus Eierstöcke Hund Vergrößerungsseite ohne Legende	67
Abb. 30:	Östrus Eierstöcke Hund Vergröße rungsseite mit Legende	67
Abb. 31:	Ovulation Eierstöcke Hund Vergrößerungsseite ohne Legende	67
Abb. 32:	Ovulation Eierstöcke Hund Vergrößerungsseite mit Legende	67
Abb. 33:	Metöstrus Eierstöcke Hund Vergrößerungsseite ohne Legende	68
Abb. 34:	Metöstrus Eierstöcke Hund Vergrößerungsseite mit Legende	68
Abb. 35:	Anöstrus Eierstöcke Hund Vergrößerungsseite ohne Legende	68
Abb. 36:	Anöstrus Eierstöcke Hund Vergrößerungsseite mit Legende	68
Abb. 37:	Trächtigkeit Eierstöcke Hund Hauptseite	69
Abb. 38:	Menü – Gebärmutter Zweidimensionale Sonografie	69
Abb. 39:	Bildeinstellung Gebärmutter Katze ohne Legende	70
Abb. 40:	Bildeinstellung Gebärmutter Katze mit Legende	70
Abb. 41:	Östrus Gebärmutter Katze ohne Legende	70
Abb. 42:	Östrus Gebärmutter Katze mit Legende	70
Abb. 43:	Anöstrus Gebärmutter Katze ohne Legende	71

Abb. 44:	Anöstrus Gebärmutter Katze mit Legende	71
Abb. 45:	Juvenile Gebärmutter Katze Hauptseite	71
Abb. 46:	Puerperium Gebärmutter Katze mit Legende	72
Abb. 47:	Puerperium Gebärmutter Katze ohne Legende	72
Abb. 48:	Scheide Gebärmutter Katze mit Legende	72
Abb. 49:	Scheide Gebärmutter Katze ohne Legende	72
Abb. 50:	Menü – Eierstöcke Hund Dopplersonografie	73
Abb. 51:	Farbdoppler Eierstöcke Hund Hauptseite	73
Abb. 52:	PW-Doppler Eierstöcke Hund Hauptseite	74
Abb. 53:	Repräsentativer Seitentyp	75
Abb. 54:	Vorwärts- und Rückwärtspeil	76
Abb. 55:	Backtrace-Button	77
Abb. 56:	Anhang-Button	77
Abb. 57:	Drucken-Button	78
Abb. 58:	Exit-Button	78
Abb. 59:	Schaltflächen Vergrößerungsseite	79
Abb. 60:	Hauptseite mit hervorgehobenen Schaltflächen	80
Abb. 61:	Vergrößerungsseite	80
Abb. 62:	Lupensymbol	81
Abb. 63:	Videobedienleiste	81
Abb. 64:	Pull-Down-Menü	82
Abb. 65:	Viewerleiste	83
Abb. 66:	Textlinks	84
Abb. 67:	Bildseitentyp 1	85
Abb. 68:	Bildseitentyp 2	86
Abb. 69:	Bildseitentyp 3	86
Abb. 70:	Slideshow Typ 1	87
Abb. 71:	Slideshow Typ 2	87
Abb. 72:	Slideshow Typ 3	88
Abb. 73:	Filmseite Typ 1	89
Abb. 74:	Filmseite Typ 2	89
Abb. 75:	Filmseite Typ 3	90
Abb. 76:	Vergrößerungsseite ohne Legende	90
Abb. 77:	Vergrößerungsseite mit Legende	91
Abb. 78:	Vergrößerungsseite für Videos	91
Abb. 79:	Informationsseite	92
Abb. 80:	Anhangseite	92

10 TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 1:	Farbkodierung	10
Tab. 2:	Gynäkologische Sonografie	44
Tab. 3:	Bild- und Filmmaterial	45
Tab. 4:	Ergonomische Qualität	47
Tab. 5:	Didaktik	48

11 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

A.	= Arteria
ca.	= zirka
DIN	= Deutsches Institut für Normierung
EN	= Europäische Norm
etc.	= et cetera
HTML	= Hypertext Markup Language
ISO	= International Organization for Standardization
JPEG	= Joint Photographic Experts Group
KB	= Kilobyte
MB	= Megabyte
MHz	= Megahertz
Mini DV	= Mini Digital Video
MPEG	= Moving Pictures Experts Group
MOD	= Magnetoptische Disketten
mm	= Millimeter
PSD	= Standarddateiformat von Photoshop
pt	= Point
PW- Doppler	= Pulsed-Wave-Doppler
Px	= Pixel
RAM	= Random Access Memory
S-VHS	= Super Video Home System
TIFF	= Tagged Image File Format
u. ä.	= und ähnliches
usw.	= und so weiter
µm	= Mikrometer
V.	= Vena
www	= World Wide Web

12 DANKSAGUNG

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 freundlich Aufnahme im Institut für Tieranatomie.

Mein besonderer Dank gilt Frau Prof..Dr. C. Poulsen Nautrup für die Überlassung des Themas, die Korrektur der Dissertation und die wertvollen Erfahrungen während der Zeit der Dissertationsanfertigung.

Herrn Prof. Dr. R. Stolla, ehemaliger Vorstand der Gynäkologischen und Ambulatorischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München danke ich für die freundliche Genehmigung, die klinikeigenen Beagle, für die Anfertigung des Bildmaterials schallen zu dürfen. Sowie seinem Mitarbeiter, Dr. J. Ehlers, für das Bedrucken der CD-ROM`s.

Frau Prof. Dr. E. Kienzle, Leiterin des Lehrstuhl für Tierernährung und Diätetik der Ludwigs-Maximilians-Universität München, danke ich für die Bereitstellung der Hunde und Katzen aus dem Bestand des Instituts für die Anfertigung der Ultraschallaufnahmen.

Frau Prof. Dr. Matis, Leiterin der Chirurgischen Tierklinik der Ludwigs-Maximilians-Universität München, und ihren Mitarbeitern, danke ich für die Bereitstellung des Ultraschallsystems und der freundlichen Aufnahme in der Chirurgischen Tierklinik.

Bei Frau Prof. Dr. S. Kölle, Institut für Veterinär -Anatomie, -Histologie und – Embryologie der Justus-Liebig-Universität Giessen, möchte ich mich herzlich für die Überlassung histologischer Schnittpräparate bedanken.

Frau Dr. K .Köster danke ich für die Bereitstellung ihrer wissenschaftlichen Ergebnisse zur Dopplersonografie des Hundeovars.

Herrn Dr. T. Schafhauser danke ich für die freundliche Unterstützung bei der Beantwortung technischer Fragen.

Verena Hocke, Nicola Streck und Nina Weißflog werden mir als großartige Teamkolleginnen und Freundinnen in Erinnerung bleiben.

Mein besonderer Dank gebührt Dirk Janik für seine moralische Unterstützung und seine zahlreichen, kreativen Ideen sowie konstruktiven Vorschläge zu meiner Arbeit.

Meinen Eltern möchte ich, für den beständigen Rückhalt und für das Vertrauen das sie in mich setzten, danken.

Für die Unterstützung bei der Durchsicht der Arbeit danke ich Patricia Kuban und Sandra Lauinger.