

Aus dem Veterinärwissenschaftlichen Department  
der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

---

Arbeit angefertigt unter der Leitung von  
Univ. Prof. Dr. C. Poulsen Nautrup

**Erstellung eines multimedialen Lernprogramms  
zur kardialen Auskultation von  
Hund und Katze**

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

von  
Bea Alice Löhr  
aus  
Oelde

München 2012

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

Dekan: Univ. Prof. Dr. Joachim Braun

Referent: Univ. Prof. Dr. Cordula Poulsen Nautrup

Korreferent: PD Dr. Dr. habil. Gerhard Wess

Tag der Promotion: 21. Juli 2012

*Meiner Familie*

**INHALTSVERZEICHNIS**

<b>I</b>	<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>1</b>
<b>II</b>	<b>LITERATURÜBERSICHT</b> .....	<b>3</b>
	1. Grundlagen für die Erstellung eines Lernprogramms zum Thema: Kardiale Auskultation bei Hund und Katze.....	3
	1.1. Veterinärmedizinische Lehrmedien zur Thematik.....	3
	1.2. Humanmedizinische Lehrmedien zum Thema kardiale Auskultation .....	4
	1.3. Akustische Grundlagen .....	5
	2. Allgemeine Definitionen.....	5
	2.1. Multimedia.....	5
	2.2. Multimediales Lernen .....	6
	3. Einsatz und Wirkung von multimedialem Lernen .....	6
	4. Anforderungen bei der Erstellung von Lernprogrammen .....	8
	4.1. Ergonomische Anforderungen an eine Lernsoftware.....	8
	4.1.1. ISO- Normen.....	9
	4.1.2. Performanz .....	10
	4.1.3. Konsistenz und Layout.....	11
	4.1.4. Typographie .....	13
	4.1.5. Farbgestaltung .....	14
	4.1.6. Grafiken und Komprimierung .....	15
	4.1.7. Gebrauchstauglichkeit – Usability .....	17
	4.1.8. Menüführung und Navigation .....	18
	4.1.9. Zusammenfassung der ergonomischen Anforderungen .....	19
	4.2. Didaktische Anforderungen an eine Lernsoftware .....	21
	4.2.1. Lernziel .....	22
	4.2.2. Kognitive Theorien zu multimedialem Lernen.....	22
	4.2.3. Zusammenfassung der didaktischen Anforderungen .....	25
	5. Überlegungen zur technischen Umsetzung einer Lernsoftware .....	26
<b>III</b>	<b>MATERIAL UND METHODEN</b> .....	<b>28</b>
	1. Technisches Equipment .....	28
	1.1. Aufnahmeapparatur .....	28
	1.2. Personal Computer (PC) .....	28
	1.3. Verwendete Software .....	28
	1.4. Dokumentation .....	29
	2. Audios .....	29
	2.1. Aufnahmetechnik .....	29

2.2.	Untersuchte Tiere.....	30
2.3.	Aufnahmepreparierungen .....	31
2.4.	Audiobearbeitung .....	31
2.5.	Originalaufnahmen.....	34
2.6.	Computergenerierte Herztöne und Geräusche.....	35
3.	Phonokardiogramm Animationen .....	35
3.1.	Visualisierung der Audios.....	35
3.2.	Bildbearbeitung .....	36
3.3.	Videoproduktion und Formatierung .....	38
4.	Sonstige Fotos und Abbildungen.....	39
5.	Sonstige Animationen und Videos.....	40
6.	Layout und Drehbuch.....	41
7.	Programmierung in HTML .....	41
<b>IV</b>	<b>ERGEBNISSE .....</b>	<b>42</b>
1.	PhonoBasics – ein multimediales Lernprogramm.....	42
2.	Inhaltsübersicht der einzelnen Hauptkapitel .....	42
3.	Umsetzung ergonomischer Anforderungen .....	44
3.1.	Konsistenz und Layout.....	44
3.1.1.	Hauptseiten.....	45
3.1.2.	Hauptseiten-Typen.....	46
3.1.3.	Vergrößerungsseiten.....	51
3.2.	Orientierung und Navigation.....	52
3.3.	Übersicht fester Bildelemente und Icons in PhonoBasics .....	54
3.4.	Zusammenfassung der Umsetzung ergonomischer Anforderungen .....	55
4.	Umsetzung der didaktischen Anforderungen.....	58
4.1.	Lernziel .....	58
4.2.	Zusammenfassung der Umsetzung didaktischer Anforderungen .....	58
5.	Systemvoraussetzungen .....	60
5.1.	Plattform.....	60
5.2.	Lautsprecher, Kopfhörer.....	61
<b>V</b>	<b>DISKUSSION .....</b>	<b>62</b>
1.	Vorteile bei der Wahl von E-Learning in der Lehre der Auskultation.....	62
2.	Bisheriges Literatur- und Medienangebot in der Lehre der Auskultation .....	63
3.	PhonoBasics im Vergleich mit bereits vorhandenen Lehrmedien zur Auskultation bei Hund und Katze.....	64

3.1.	Inhaltlicher Vergleich .....	64
3.2.	Vergleich der inhaltlichen Gliederung .....	69
3.3.	Vergleich des multimedialen Angebots.....	69
3.4.	Vergleichende Betrachtung der Umsetzung der ergonomischen Anforderungen zwischen PhonoBasics und bereits vorhandenen veterinärmedizinischen E-Learning-Angeboten zur Auskultation .....	73
3.5.	Vergleichende Betrachtung der Umsetzung der didaktischen Anforderungen in PhonoBasics und bereits vorhandenen veterinärmedizinischen Lernprogrammen zur Auskultation.....	78
4.	Bedarf an Lernprogrammen zur Thematik .....	81
5.	Systemvoraussetzungen .....	82
5.1.	Plattform.....	82
<b>VI</b>	<b>AUSBLICK .....</b>	<b>85</b>
<b>VII</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>87</b>
<b>VIII</b>	<b>SUMMARY .....</b>	<b>89</b>
<b>IX</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>91</b>
<b>X</b>	<b>DANKSAGUNG .....</b>	<b>96</b>

**ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS**

AVI	Audio Video Interleaved
Bit	Binary Digit
BMP	Windows Bitmap
bzw.	beziehungsweise
CD-ROM	Compact Disc-Read Only Memory
CSS	Cascadian Stylesheets
CTML	Cognitive Theory Of Multimedia Learning
d. h.	das heißt
DIN	Deutsches Institut für Normung
DPI	Dots Per Inch
DVD	Digital Versatile Disc
EKG	Elektrokardiogramm
EN	Europäische Norm
FLV	Flash Video Format
GIF	Graphics Interchange Format
GB	Gigabyte
HTML	Hypertext Markup Language
Hz	Hertz
ISO	International Organization for Standardization
JPEG	Joint Photographic Experts Group
Kap.	Kapitel
KB	Kilobyte
KHz	Kilohertz

LMU	Ludwig-Maximilians-Universität München
MB	Megabyte
MIDI	Musical Instrument Digital Interface
MOD	Magnetic Optical Disc
MPEG	Moving Pictures Experts Group
MP3	MPEG Audio Layer III
PC	Personal Computer
PKG	Phonokardiogramm
PNG	Portable Network Graphic
pt	point
RAM	Random Access Memory
RAW	Raw Image Format
s	Sekunde
SD-Card	Secure Digital Card
USB	Universal Serial Bus
v. a.	vor allem
WAVE	Waveform Audio File Format
WWW	World Wide Web
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<b>Abbildung 1:</b> Gestaltungsregeln für Programmierer nach RIEKERT (2007).....	12
<b>Abbildung 2:</b> Kognitive Theorie multimedialen Lernens nach MAYER (2001,47) aus NIEGEMANN (2008).....	24
<b>Abbildung 3:</b> Screenshot eines Originalaudios vor der Bearbeitung in Steinberg Cubase AI4 .....	32
<b>Abbildung 4:</b> Screenshot desselben Audios nach Nebengeräuschentfernung und Einblendung der Lautstärke der Einzelabschnitte mit Fade In/ Fade Out in Steinberg Cubase AI4 .....	33
<b>Abbildung 5:</b> Screenshot einer typischen verwendeten Einstellung des Equalizers in Steinberg Cubase AI4.....	34
<b>Abbildung 6:</b> Screenshot eines bearbeiteten Audios bei einem Ausschnitt von 1,5 Sekunden (Skala) mit einem Filter von 100 Hz in „The Meditron Analyzer“ Software.....	36
<b>Abbildung 7:</b> Screenshot einer Vorlage mit importierter JPEG Datei des Phonokardiogramms in CorelDRAW® X3.....	37
<b>Abbildung 8:</b> Screenshot eines fertig bearbeiteten Bildes des Phonokardiogramms in CorelDRAW® X3.....	38
<b>Abbildung 9:</b> Screenshot eines Projekts zur Erstellung der Phonokardiogramm Animation in Ulead® Video Studio 10.....	39
<b>Abbildung 10:</b> Typischer Aufbau einer Hauptseite mit reinem Textanteil im Zentrum der Seite (Variante (a)).....	45
<b>Abbildung 11:</b> Variante (b) der Hauptseite .....	47
<b>Abbildung 12:</b> Variante (c) der Hauptseite.....	48

<b>Abbildung 13:</b> Variante (d) der Hauptseite.....	<b>48</b>
<b>Abbildung 14:</b> Variante (e) der Hauptseite.....	<b>49</b>
<b>Abbildung 15:</b> Variante (f) der Hauptseite.....	<b>49</b>
<b>Abbildung 16:</b> Variante (g) der Hauptseite.....	<b>50</b>
<b>Abbildung 17:</b> Variante (h) der Hauptseite.....	<b>50</b>
<b>Abbildung 18:</b> Typischer Aufbau einer Vergrößerungsseite mit einem Phonokardiogramm-Film im Zentrum der Seite.....	<b>52</b>
<b>Abbildung 19:</b> Logo.....	<b>54</b>
<b>Abbildung 20:</b> Hauptnavigationsleiste.....	<b>54</b>
<b>Abbildung 21:</b> Button: „Backtrack Button“, zurück zur zuvor angesehenen Seite.....	<b>54</b>
<b>Abbildung 22:</b> Button: Seite zurück.....	<b>54</b>
<b>Abbildung 23:</b> Button: Seite vor.....	<b>54</b>
<b>Abbildung 24:</b> Icon: Lupe, zur Vergrößerung von Bildern.....	<b>54</b>
<b>Abbildung 25:</b> Icon: Filmrolle, zur Vergrößerung von Filmen.....	<b>54</b>
<b>Abbildung 26:</b> Exit, Programm beenden.....	<b>54</b>

## TABELLENVERZEICHNIS

<b>Tabelle 1:</b> Literaturübersicht: Kardiale Auskultation bei Hund und Katze.....	<b>3 – 4</b>
<b>Tabelle 2:</b> Literaturbeispiele: Kardiale Auskultation des Menschen.....	<b>4</b>
<b>Tabelle 3:</b> Zusammenfassung der ergonomischen Anforderungen an eine Lernsoftware.....	<b>19 – 21</b>
<b>Tabelle 4:</b> Quellen kognitiver Belastung auf Basis von Informationen von SWELLER (2005).....	<b>23</b>
<b>Tabelle 5:</b> Zusammenfassung didaktischer Regeln für ein erfolgreiches Lernen am Computer.....	<b>25</b>
<b>Tabelle 6:</b> Zusammenfassung der Umsetzung ergonomischer Anforderungen in PhonoBasics.....	<b>55 – 57</b>
<b>Tabelle 7:</b> Zusammenfassung der Umsetzung didaktischer Regeln in PhonoBasics.....	<b>58 – 59</b>
<b>Tabelle 8:</b> Vergleichende Betrachtung des Inhalts mit Bewertung des Umfangs verschiedener Lehrangebote zur kardialen Auskultation bei Hund und Katze.....	<b>65 – 66</b>
<b>Tabelle 9:</b> Vergleichende Betrachtung von multimedialem Angebot in verschiedenen Lehrangeboten zur kardialen Auskultation bei Hund und Katze.....	<b>70</b>
<b>Tabelle 10:</b> Vergleichende Betrachtung der umgesetzten ergonomischen Anforderungen in ausgewählten E-Learning-Angeboten zum Thema kardiale Auskultation bei Hund und Katze.....	<b>74 – 77</b>
<b>Tabelle 11:</b> Übersicht der Umsetzung didaktischer Regeln in PhonoBasics und im Lernprogramm von Cadore et al (2002).....	<b>78 – 80</b>

# I EINLEITUNG

Trotz moderner diagnostischer Verfahren in der Kardiologie, wie beispielsweise Elektrokardiographie und Echokardiographie, ist bis heute die Auskultation des Herzens ein essentieller Bestandteil jeder allgemeinen Untersuchung. Auffällige Befunde während der Auskultation geben üblicherweise erst die Indikation für weiterführende Diagnostik, die so initiiert wird. Dies gilt insbesondere für die Tiermedizin.

Die kardiale Auskultation bleibt auch in Zukunft von hoher Relevanz, denn sie bietet unbezwingbare Vorzüge (SMITH et al. 2006). So kann das kardiale System nicht invasiv, ohne große Beeinträchtigung des Patienten, ortsungebunden, sehr schnell und kostengünstig evaluiert werden. Dies verschafft beispielsweise bei Erstuntersuchungen aller Welpen eines Wurfes entscheidende Vorteile.

Im Studium der Veterinärmedizin werden die Grundlagen zur Auskultation des Herzens bereits zu Beginn des klinischen Studienteils im Rahmen der Propädeutik gelehrt. Jedoch ist aufgrund eingeschränkter Übungsmöglichkeiten und einer schwierigen verbalen Kommunikation über die akustischen Befunde zwischen Dozent und Studierenden der Lernerfolg begrenzt (KVART und HÄGGSTRÖM 2002). Zudem ist die Tatsache erschwerend, dass sich die kardiovaskulären Töne und Geräusche überwiegend in Frequenzbereichen befinden, die vom menschlichen Gehör nur mühsam wahrgenommen werden können (SMITH et al. 2006). Aus diesen Gründen zählt das Erlernen der Auskultation zu den schwierigsten Techniken, die sich angehende Mediziner aneignen müssen (BROWN et al. 2008).

Folglich ergibt sich ein großer Bedarf an effektiven Bildungsangeboten in diesem Gebiet. Auch bereits langjährig praktizierende Tierärztinnen und Tierärzte besuchen Weiterbildungen zur kardialen Auskultation (POULSEN NAUTRUP 2011).

Ziel dieser Arbeit war es, mithilfe der heutigen technischen Möglichkeiten ein zeitgemäßes Lehrmedium zu konzipieren, das in der Lage ist, grundlegendes Wissen zur kardialen Auskultation bei Hund und Katze zu vermitteln, zu erweitern und zu vertiefen. Davon sollen sowohl Studierende, die mit der Auskultation beginnen, aber auch erfahrene Tierärztinnen und Tierärzte profitieren können.

Die Möglichkeit, mithilfe animierter Phonokardiogramme akustische Signale simultan zum Hörerlebnis darzustellen, sollte die akustische Wahrnehmung der Herztöne und Geräusche erleichtern und verbessern. Außerdem sollten bisher wenig beachtete Sondergebiete wie die Auskultation von Arrhythmien Berücksichtigung finden.

Darüber hinaus sollte die Erstellung der Lernsoftware nach aktuellen ergonomischen und didaktischen Erkenntnissen erfolgen.

## II LITERATURÜBERSICHT

### 1. Grundlagen für die Erstellung eines Lernprogramms zum Thema: Kardiale Auskultation bei Hund und Katze

Für die Erstellung des vorliegenden Lernprogramms zur kardialen Auskultation von Hund und Katze dienten unter anderem zahlreiche Lehrmittelangebote aus der Veterinär- und Humanmedizin als Informationsquelle. Außerdem lieferten Vortragsmaterialien und Interviews mit Frau Professor Dr. Poulsen Nautrup sowie wissenschaftliche Veröffentlichungen weitere wertvolle Hinweise.

#### 1.1. Veterinärmedizinische Lehrmedien zur Thematik

In nahezu allen tiermedizinischen Lehrbüchern der Kardiologie, der allgemeinen und der speziellen inneren Medizin ist ein Kapitel der Auskultation gewidmet. Jedoch finden sich verhältnismäßig wenige Lehrmedien in der Veterinärmedizin, die sich ausschließlich mit der Thematik beschäftigen. Der folgende tabellarische Überblick stellt wichtige Quellen zum Thema kardiale Auskultation bei Hund und Katze zusammen.

Autor, Erscheinungsjahr	Medienform	Hörbeispiele von Auskultationsbefunden
TOBIAS et al. (1990)	Kapitel zum Thema Auskultation	nein
HÄGGSTRÖM et al. (1995)	Wissenschaftliche Veröffentlichung	nein
KITTLESON (1998)	Kapitel zum Thema Auskultation	nein
KVART et al. (1998)	Wissenschaftliche Veröffentlichung	nein
PEDERSEN et al. (1999)	Wissenschaftliche Veröffentlichung	nein
POUCHELON et al. (1999)	Kurzlehrbuch zur kardialen Auskultation	ja (CD-ROM)
SISSON und ETTINGER (1999)	Kapitel zum Thema Auskultation	nein
HEINE et al. (2000)	Wissenschaftliche Veröffentlichung	nein
CADORE et al. (2002)	Lernsoftware	ja (CD-ROM)
KVART und HÄGGSTRÖM (2002)	Lehrbuch zur kardialen Auskultation	ja (CD-ROM)

RISHNIW und THOMAS (2002)	Wissenschaftliche Veröffentlichung	nein
COTÉ et al. (2004)	Wissenschaftliche Veröffentlichung	nein
WESS (2004)	Website	ja (online)
BAUMGARTNER (2005)	Kapitel zum Thema Auskultation	nein
SMITH et al. (2006)	Lehrbuch zur kardialen Auskultation Inklusive Anleitung auf CD-ROM	ja (CD-ROM)
SKRODZKI (2008)	Kapitel zum Thema Auskultation	ja (CD-ROM)
SCHNEIDER (2009a)	Kapitel zum Thema Auskultation	nein
WARE (2009)	Kapitel zum Thema Auskultation	nein
NAYLOR et al. (2009)	Online-Tutorium	ja (online)
BÉLANGER und COTÉ (2010)	Kapitel zum Thema Auskultation	nein
PRÖSEK (2010)	Kapitel zum Thema Auskultation	nein
VÖRÖS et al. (2011)	Online-Tutorium	ja (online)

**Tabelle 1:** Literaturübersicht: Kardiale Auskultation bei Hund und Katze

## 1.2. Humanmedizinische Lehrmedien zum Thema kardiale Auskultation

Da das Lernangebot zum Thema Auskultation des Herzens in der Humanmedizin deutlich umfangreicher als in der Tiermedizin ist, wird im Folgenden nur die für die Erstellung dieses Programms verwendete wertvolle Literatur angegeben.

Autor, Erscheinungsjahr	Medienform	Hörbeispiele von Auskultationsbefunden
LUISADA (1975)	Lehrbuch zur kardialen Auskultation	nein
RAVIN (1976)	Audiokassetten-Tutorium mit Begleitheft	ja (6 Audiokassetten)
FRANKE (1984)	Lehrbuch zur kardialen Auskultation	nein
BROWN et al. (2008)	Lehrbuch zur kardialen Auskultation	ja (CD-ROM)
HTTP://WWW.BLAUFUSS.ORG. (Stand: 7.9.2011)	Online-Tutorium	ja (online)
OEHLER und LÜTHI (Stand: 7.9.2011)	Online-Tutorium	ja (online)

**Tabelle 2:** Literaturbeispiele: Kardiale Auskultation des Menschen

### 1.3. Akustische Grundlagen

Im Zentrum der Lernsoftware stehen Audioaufnahmen von Herztönen und Geräuschen. Daher müssen auch die dafür zugrundeliegenden Erkenntnisse zur akustischen Wahrnehmung des Menschen entsprechend berücksichtigt werden.

Frequenzen von etwa 16-20000 Hertz (Hz) können vom jugendlichen menschlichen Gehör wahrgenommen werden (FRIEDRICH 2008a). Die beste Hörbarkeit liegt etwa zwischen 1000 und 5000 Hz. Unterhalb von 1000 Hz lässt die Fähigkeit zu hören stark nach (SMITH et al. 2006). Da kardiale Signale grundsätzlich niedrige Frequenzen aufweisen, sind sie mitunter schlecht hörbar. Extratöne und manche Herzgeräusche befinden sich meist in Frequenzbereichen unter 500 Hz und werden daher besonders leise vernommen (RAVIN 1976, SMITH et al. 2006).

Durch eine Erhöhung der Lautstärke kann die Hörbarkeit von Herztönen und Geräuschen verbessert werden. Weitere Verbesserungspotentiale liegen in der genauen Auswahl des Wiedergabemediums, also der verwendeten Lautsprecher oder Kopfhörer. Hierbei ist zu beachten, dass diese jeweils für die Wiedergabe eines bestimmten Frequenzbereichs optimiert sind (FRIEDRICH 2008b).

## 2. Allgemeine Definitionen

### 2.1. Multimedia

Die Bezeichnung „Multimedia“ wird in der Literatur unterschiedlich definiert, wobei es sich ursprünglich um einen Marketingbegriff gehandelt hat (WEIDENMANN 1995).

Nach HASEBROOK (1997) stellt es eine Computerapplikation dar, „die neben Bild und Text mindestens ein zeitabhängiges Medium enthält“. Ein solches Medium kann Video, Ton, Animation oder Simulation sein.

Andere Autoren drücken sich allgemeiner aus und verstehen darunter eine gleichzeitige Präsentation von diversen Medien, d. h. eine Kombination von „Wörtern (gesprochener oder gedruckter Text) und Bildern (Illustrationen, Fotos, Animationen oder Videos)“ (MAYER 2005a). Der Begriff ist dehnbar und muss sich nicht zwangsläufig auf Anwendungen am Computer beziehen. So

kann beispielsweise auch das Ansehen eines Films mit einem gleichzeitigen Vortrag eines Referenten darunter verstanden werden.

Grundsätzlich von „Multimedia“ abzugrenzen ist das multimediale Lernen.

## **2.2. Multimediales Lernen**

Dabei handelt es sich um eine vom Lernenden unmittelbar steuerbare Software, „die Informationen durch mehrere Symbolsysteme, d. h. bildlich-analog oder sprachlich-sequentiell vermittelt und dabei verschiedene Sinne anspricht“ (HASEBROOK 1997). Außerdem sollten Möglichkeiten zur direkten Beeinflussung des Programmablaufs geboten werden.

Auch NIEGEMANN (2008) versteht unter „multimedialem Lernen“ „jede Form des Lernens, bei der die Informationen [...] über mehr als einen Sinneskanal aufgenommen werden“.

Für dieses Lernen mittels einer Vielzahl elektronischer Medien am Computer sind verschiedene Bezeichnungen im Sprachgebrauch üblich, insbesondere der Begriff E-Learning wird weitläufig verwendet (REY 2009).

## **3. Einsatz und Wirkung von multimedialem Lernen**

Ein multimediales Lernprogramm bietet laut NIEGEMANN (2001) eine zusätzliche Möglichkeit, zu konventionellen Lehrmethoden Wissen zu vermitteln. In der Vergangenheit ist viel darüber spekuliert worden, ob E-Learning einen deutlichen Vorteil im Wissenserwerb bietet.

REY (2009) weist darauf hin, dass in der Wissenschaft der direkte Vergleich von Medien (z. B. Bücher und Computeranwendungen) nur noch selten vorgenommen wird. Vielmehr werden Kodierungsformen miteinander verglichen. So werden häufig unbewegte Bilder gegenüber Animationen kontrastiert. Dabei wird angenommen, dass sich die dynamischen Visualisierungen positiver auf den Lernerfolg auswirken.

Auch psychologische Studien unterstützen die Annahme, dass kombinierte Darbietungen von Texten und Bildern zu besseren Lernerfolgen führen als das Lernen mit Texten allein (ISSING 2009, MAYER 2005a).

Der Einsatz von Grafiken wird als besonders wertvoll erachtet, da diese vom Betrachter zuerst anvisiert werden. Je größer die Darstellungen sind, desto mehr ziehen sie unabhängig von der Positionierung auf der Seite die Blicke

an. Außerdem besitzen Abbildungen einen hohen Wiedererkennungswert (THESMANN 2010).

BRÄUTIGAM (1999c) verweist darauf, dass die Betrachtung von grafischen Darbietungen in Computeranwendungen die Augen weniger stark ermüden lässt als beispielsweise Textpassagen. Insbesondere die Verwendung von bewegten Grafiken in Form von Videos und Animationen erzeugen laut THESMANN (2010) aufgrund ihres scheinbaren Realismus und ihrer Dynamik eine maximale Beteiligung beim Betrachter. Ein Orientierungsreflex lenkt dabei die Aufmerksamkeit auf das sich bewegende Bild (MANHARTSBERGER und MUSIL 2002).

Der aktuelle Stand der Informationstechnik ermöglicht also hervorragende Bedingungen für ein erfolgreiches multimediales Lernen mit Grafiken und Animationen (ISSING 2009).

Ein weiterer Vorteil eines digitalen Lernangebots ist, dass der Lernende seinem persönlichen Wissensstand und Interessen entsprechend eine Computeranwendung nutzen kann (SCHULZ-ZANDER und TULODZIECKI 2009). Er kann also gezielt einzelne Wissensgebiete vertiefen oder erweitern, ohne sich mit Wiederholungen von bereits Gelerntem zu langweilen.

GEHRER (2002) bewertet beim multimedialen Lernen weiterhin positiv, dass dadurch unabhängig von Ort und Zeit gelernt werden kann. Dies ermöglicht ein individuelles Zeitmanagement und kann insbesondere für Berufstätige vorteilhaft sein.

Allerdings können auch konventionelle Formen der Lehre mit einer angemessenen Gestaltung zu gleichwertigen Ergebnissen führen wie eine Lernsoftware (NIEGEMANN 2001).

Unter anderem ausschlaggebend für die richtige Auswahl eines Mediums ist laut MAYER (2005a) der Inhalt, der übermittelt werden soll. So lassen sich abstrakte Themenfelder mit reinen Texten gut erklären, wohingegen andere Gebiete sich dem Lernenden besser über bildliche Darstellungen erschließen. Multimediales Lernen bietet sich also für bestimmte Thematiken an.

Die Frage nach der Überlegenheit eines Mediums ist folglich nicht mehr ganz angemessen. Es kommt vielmehr auf den Einzelfall und die Konzeption der Lernumgebung, also auf die konkrete Umsetzung der Lernsoftware an (NIEGEMANN 2001).

Im Folgenden soll deshalb auf die Bedingungen eingegangen werden, die zu einer gelungenen Erstellung eines digitalen Lernangebots führen.

#### 4. Anforderungen bei der Erstellung von Lernprogrammen

Bei der Erstellung eines computerbasierten Lernprogramms müssen sowohl ergonomische als auch didaktische Voraussetzungen erfüllt werden, um einen erfolgreichen Einsatz sicherzustellen. Die Zusammenstellung der wichtigsten Anforderungen in diesen Kategorien erfolgt in den nachfolgenden zwei Kapiteln (4.1. und 4.2).

##### 4.1. Ergonomische Anforderungen an eine Lernsoftware

Das Themengebiet der Software-Ergonomie befasst sich mit den Anforderungen, die zu einer benutzungs- und anwendungsfreundlichen und somit „gebrauchstauglichen“ Nutzung und Bedienung einer Computeranwendung führen (HERCZEG 2009). Dementsprechend lassen sich hier entsprechende Richtlinien für die Erstellung einer Lernsoftware ableiten.

„Ziel der Software-Ergonomie ist die Anpassung der Eigenschaften eines Dialogsystems an die psychischen Eigenschaften der damit arbeitenden Menschen“, um erhöhte mentale Belastungen zu vermeiden (RUNDNAGEL 2008).

Da das menschliche Gehirn aus einer Fülle von Informationen immer nur einen selektiven Bereich registriert, muss die Aufmerksamkeit des Betrachters erlangt werden und gezielt gelenkt werden (BÖHRINGER 2008). Deshalb ist es notwendig, bei der Gestaltung einer Lernsoftware das menschliche Wahrnehmungsverhalten zu berücksichtigen. Genau dies wird in die ergonomischen Anforderungen einbezogen und zeichnet ein qualitativ hochwertiges Lernprogramm aus (BÖHRINGER 2008).

International sind diese in den „ergonomische[n] Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten“ von der internationalen Organisation für Standards (ISO) in der Norm DIN EN ISO 9241<sup>1</sup> formuliert worden (HARTWIG 2007). Darin wurden Erkenntnisse über die Möglichkeiten des menschlichen Wahrnehmungs- und Bewegungsapparates berücksichtigt.

---

<sup>1</sup> Im Folgenden als ISO 9241 bezeichnet

#### 4.1.1. ISO- Normen

In der ISO 9241 werden nach HERCZEG (2009) auch die Hauptmerkmale erhoben, die zu einer gebrauchstauglich gestalteten Computeranwendung führen. Allerdings ist die Norm sehr allgemein gehalten und nie vollständig auf dem aktuellsten Stand, so dass sie allein nicht ausreichend ist (MANHARTSBERGER und MUSIL 2002).

Die aus 17 Teilen bestehende Norm enthält Themen wie Bildschirm-, Tastaturanforderungen, Anforderungen für andere Eingabegeräte, Präsentation von Informationen, Menü-Dialoge und Formular-Dialoge (STAPELKAMP 2007). Eine Auswahl der daraus sich ergebenden wichtigsten ergonomisch relevanten Grundlagen für die Erstellung von Lernsoftware ist im Folgenden zusammengestellt worden.

Die nach RUNDNAGEL (2008) für eine benutzerorientierte Software-Gestaltung relevanten DIN-Normen sind DIN EN ISO 9241 Teil 8, 110, 11 bis 17 und 171:

- Teil 8: Anforderungen an die Farbdarstellung
- Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung (früher Teil 10)
- Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit
- Teil 12: Informationsdarstellung
- Teil 13: Benutzerführung
- Teil 14: Dialogführung mittels Menüs
- Teil 15: Dialogführung mittels Kommandosprachen
- Teil 16: Dialogführung mittels direkter Manipulation
- Teil 17: Dialogführung mittels Bildschirmformularen
- Teil 171: Leitlinien für die Zugänglichkeit von Software

Eine weitere Richtlinie, die für die Software-Entwicklung relevant ist, ist die DIN EN ISO 14915 mit dem Titel „Softwareergonomie für Multimedia-Benutzungsschnittstellen“ mit weiteren 4 Leitlinien (RUNDNAGEL 2008):

- Eignung für kommunikatives Ziel – die vom Anbieter vermittelnden Informationen entsprechen den vom Benutzer/Benutzerin erwarteten.
- Eignung für Wahrnehmung und Verständnis – Die Informationen werden leicht verständlich und korrekt vermittelt.
- Eignung für Informationsfindung – Informationen können trotz Unkenntnis über Themengebiete leicht gefunden werden.

- Eignung für Benutzerbeteiligung – Das Programm soll zur Benutzung motivieren und die Aufmerksamkeit des Benutzers erregen.

Jedoch eignen sich die ISO Normen laut STAPELKAMP (2007) nicht, um detaillierte Teilfragen zu beantworten, die sich während der Software-Entwicklung stellen.

Auch HERCZEG (2009) weist darauf hin, dass über die ISO 9241 hinaus eine Vielzahl von software-ergonomischen Kriterien aus Theorie und Praxis Verwendung bei der Software-Entwicklung finden.

In den anschließenden Ausführungen werden deshalb auch zusätzliche Erkenntnisse aus Psychologie, Software-Industrie und Designlehre berücksichtigt. Dabei gelten für die Gestaltung einer ergonomischen computerbasierten Lernsoftware die gleichen Regeln wie für Internetseiten.

#### 4.1.2. Performanz

Die Geschwindigkeit, in der ein PC eine Internetseite oder eine Seite eines Browser-gesteuerten Lernprogramms aufbaut, wird auch als Performanz bezeichnet. Die Performanz ist nach WEINREICH (2002) ein ganz entscheidender Faktor für die Benutzbarkeit eines Systems und sollte deshalb nicht länger als zwei Sekunden dauern.

Eine Möglichkeit die Übertragungszeiten gering zu halten, ist die Optimierung des Quellcodes<sup>2</sup> einer Website (MANHARTSBERGER und MUSIL 2002).

Beispielsweise ist die Verwendung von Stylesheets anzuraten, da dadurch die Codes der einzelnen Seiten kürzer sind und die Websites konstant gestaltet sind, was insgesamt die Ladezeiten minimiert (MANHARTSBERGER und MUSIL 2002).

Des Weiteren sind bei der Einbindung von Grafiken folgende Maßnahmen empfehlenswert, um eine gute Performanz zu erzielen (WEINREICH 2002):

- Die Attribute „height“ und „width“ sollten bei allen Grafiken im Quellcode angegeben werden.
- Grafiken müssen richtig komprimiert werden, was durch ein kleineres Format (Höhe und Breite) erreicht werden kann.
- Grafiken sollten mehrfach verwendet werden.

---

<sup>2</sup> In einer [höheren] Programmiersprache geschriebene Abfolge von Programmanweisungen, die vom Menschen gelesen, aber erst nach einer elektronischen Übersetzung vom Computer verarbeitet werden können

### 4.1.3. Konsistenz und Layout

Das Informationsangebot in einer Lernsoftware sollte eine einheitliche Bedienungsoberfläche besitzen und ein einheitliches Layout aufweisen. Hierdurch wird eine an das menschliche Verhalten angepasste Nutzung ermöglicht. Diese geforderte Konsistenz gehört zu den software-ergonomischen Gestaltungsgrundsätzen der Norm ISO 9241 Teil 110 (BRÄUTIGAM 1999a).

In einer Empfehlung der Firma IBM zur Software-Erstellung wird darauf verwiesen, dass sich ein Anwender an eine Benutzeroberfläche gewöhnt. Deshalb sollte sich der Benutzer in einer nur wenig veränderten Arbeitsumgebung befinden (EBERLEH 1994).

Außerdem ermöglichen ein durchgängig übereinstimmender Aufbau und die Verwendung von gleichartigen Bedienelementen dem Anwender ein schnelleres Zurechtfinden und eine bessere Orientierungsmöglichkeit (BRÄUTIGAM 1999a).

Beim Layout sollten möglichst die im Folgenden angeführten Regeln beachtet werden, damit ein gebrauchstaugliches Lernprogramm entsteht.

Informationen können von übersichtlich platzierten Bildelementen ermüdungsfreier auf dem Bildschirm abgelesen werden (SCHNEIDER 2010a). Deshalb muss für die optimale visuelle Wahrnehmung eine Ausrichtung aller Elemente an Fluchtlinien erfolgen. Dabei sollten möglichst wenige Fluchtlinien vorhanden sein. Eine Reduzierung von Fluchtlinien bedeutet, dass Kanten und Seiten von Elementen aneinander ausgerichtet werden.

Eine weitere wichtige Maßnahme, um die Informationsaufnahme aus digitalen Medien zu erleichtern, ist die Gruppierung von Feldern und Schaltflächen (SCHNEIDER 2010b). Dies wird laut SCHNEIDER (2010b) über die Optimierung der Abstände zwischen den Bildelementen vermittelt, d. h. fachlich zusammengehörige Elemente sollten auch auf dem Bildschirm gemeinsam dargestellt werden. Abstände zwischen verschiedenen Bildbestandteilen müssen kontinuierlich einer definierten Logik folgen, wodurch sich das menschliche Auge besser orientieren kann. Gewünschte Informationen können so leichter gefunden werden.

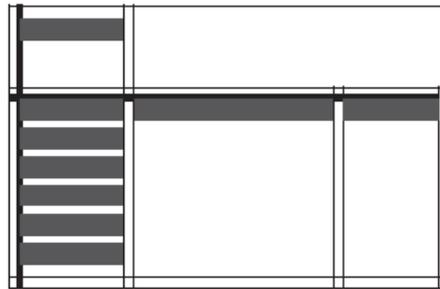
Hinzu kommen gestalterische Aspekte, die eine angenehme Betrachtung ermöglichen. Dazu gehören beispielsweise einheitliche Abstände zwischen den Objekten auf einer Seite (RIEKERT 2007).

Eine allgemeingültige optimale Layoutgestaltung gibt es nach BÖHRINGER (2008) jedoch nicht. Für jedes Medienprodukt muss ein eigenständiges Gestaltungssystem gefunden werden.

RIEKERT (2007) hat einige der gestalterischen Regeln, die bei der Programmierung beachtet werden sollten, übersichtlich zusammengefasst.

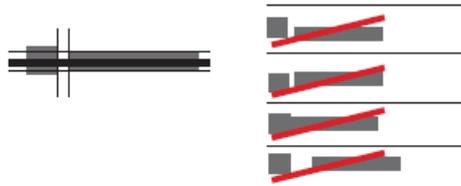
## 1. REGEL

Horizontale und vertikale Gestaltungssachsen einhalten.



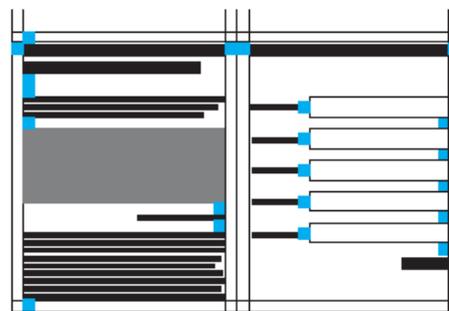
## 2. REGEL

Icons zentriert platzieren



## 3. REGEL

Zwischen einzelnen Elementen Abstand halten



## 4. REGEL

Einheitliche Zwischenabstände verwenden



Abbildung 1: Gestaltungsregeln für Programmierer nach RIEKERT (2007)

#### 4.1.4. Typographie

Bei der Verwendung von Text in Lernprogrammen sollte beachtet werden, dass die Lesbarkeit der Informationen auf dem Bildschirm insbesondere von der Schrift und dem Satz bestimmt wird (SCHNEIDER 2009b).

SCHNEIDER (2009b) fasst die Grundsätze zur ergonomischen Verwendung von Schrift in Software folgendermaßen zusammen:

- Auf Kursiv- und Großschreibung sollte verzichtet werden.
- Eine serifenlose Schrift wird empfohlen und ist besser am Bildschirm lesbar.
- Die Schrift muss ausreichend groß und gut lesbar sein.
- Geglättete Schriften sollten möglichst nicht verwendet werden.

Auch MANHARTSBERGER und MUSIL (2002) weisen darauf hin, dass kursiv geschriebener Text sehr schlecht am Bildschirm lesbar ist. Grund für die schlechte Lesbarkeit ist, dass Kurven oder schräge Linien in geringerer Qualität vom Computer-Monitor dargestellt werden (SCHNEIDER 2009b).

Die Großschreibung von ganzen Wörtern sollte unterlassen werden, weil sonst Hauptwörter nicht schnell genug erkannt werden können und es außerdem im World Wide Web als „SCHREIEN“ empfunden werden kann (MANHARTSBERGER und MUSIL 2002).

Als Serifen werden Bögen und Rundungen an den Endungen der Buchstaben bezeichnet. Es sollten nur serifenlose Schriften bei der Software-Erstellung zum Einsatz kommen, da durch die vergleichsweise geringe Bildschirmauflösung Serifen in einer schlechteren Lesbarkeit resultieren (MANHARTSBERGER und MUSIL 2002). Insbesondere für kleine Schriftgrößen empfiehlt BRÄUTIGAM (1999b) die Verwendung einer serifenlosen Schrift wie „Arial“ oder „Helvetica“. Auf Schriftmischungen, d. h. die gleichzeitige Verwendung verschiedener Schriftarten, möge in Lernprogrammen verzichtet werden, denn diese sind nach BÖHRINGER (2008) aktuellen Modetrends unterworfen und daher für langlebige Dokumente wenig geeignet.

Die erforderliche Mindestschriftgröße ist abhängig von der gewählten Schriftart und der Monitorauflösung - z. B. wenn man von einer typischen Rasterung von 1024x768 Pixel ausgeht, sollte auf keinen Fall eine kleinere Schrift als 8 pt verwendet werden (bei Schriftart Times New Roman nicht kleiner als 9 pt) (SCHNEIDER 2009b).

Für die Hervorhebungen von Textbereichen und Wörtern in digitalen Dokumenten eignen sich laut BRÄUTIGAM (1999b) Fettdruck und Überschriften.

Beim Einsatz von farbigem Text sollte laut STAPELKAMP (2007) berücksichtigt werden, dass bunter Text schlechter lesbar ist. Vor allem blauer Text wird unschärfer wahrgenommen, weil es sich um ein kurzwelligeres Licht handelt als bei anderen Farben.

Als Schriftsatz empfiehlt sich ein linksbündiger Flattersatz, da auf Internetseiten ein qualitativ guter Blocksatz schwer realisierbar ist (BÖHRINGER 2008).

#### **4.1.5. Farbgestaltung**

Auch bei der sonstigen farblichen Gestaltung eines Lernprogramms müssen ergonomische Anforderungen beachtet werden und es gilt das Prinzip der Konsistenz. D. h. es sollte eine durchgehende Verwendung von Farben innerhalb der Software angestrebt werden (MANHARTSBERGER und MUSIL 2002).

Der Einsatz von Farbe auf den einzelnen Seiten sollte insgesamt dezent geschehen (STAPELKAMP 2007, SCHNEIDER 2009c).

So müssen beispielsweise bestimmte Kombinationen von extremen (gesättigten) Farben nach SCHNEIDER (2009c) strikt vermieden werden. Denn eine gemeinsame Verwendung von RGB-Primärfarben (Rot, Gelb, Blau) beispielsweise als Text- und Hintergrundkombination wird vom Auge als Flimmern wahrgenommen (STAPELKAMP 2007). Außerdem werden von den meisten Menschen Objekte in hellen Farben zuerst und länger betrachtet als Objekte in dunklen gesättigten Farben (MANHARTSBERGER und MUSIL 2002).

Farbe sollte insbesondere dazu dienen bestimmte Informationen hervorzuheben und z. B. bei der Gestaltung von Symbolen auf Symbolschaltflächen (Icons) genutzt werden (SCHNEIDER 2009c).

Dabei muss beachtet werden, dass der Kontrast zwischen Hintergrund und Vordergrund immer möglichst groß ist, um eine gute Lesbarkeit zu erzielen (BRÄUTIGAM, 1999b, STAPELKAMP 2007).

Der sogenannte Bunt-Unbunt-Kontrast, wobei es sich um die Kombination von satten, bunten Farben im Vordergrund mit entfärbten Farbtönen (Grautönen) im Hintergrund handelt, ist sehr geeignet (STAPELKAMP 2007). Des Weiteren eignet sich auch ein Hell-Dunkel-Kontrast, um insbesondere Text vom Hintergrund zu differenzieren. Kontraste tragen wesentlich dazu bei, Details erkenn-

bar zu machen und wahrzunehmen. „Ein zu starker Hell-Dunkel-Kontrast kann sich jedoch auf die Augen sehr ermüdend auswirken“ (STAPELKAMP 2007).

Zuletzt sollte bei der Auswahl von Farben in einem Computerprogramm auch die Farbwirkung in die Überlegungen mit einbezogen werden. So werden diese beispielsweise geschlechtsspezifisch laut HOLZSCHLAG (2002) unterschiedlich empfunden – z. B. bevorzugen Männer Blau statt Rot und Frauen Rot statt Blau.

Weiterhin muss bedacht werden, dass die Darstellung von Farben auf dem Computerbildschirm beim Endanwender des Lernprogramms erheblich variieren kann. Einflussfaktoren bezüglich der Farbgenauigkeit, der Helligkeit, der Farbbrillanz und der Kontraststärke sind sowohl abhängig von der Hardware (Monitor) als auch vom Betriebssystem und lassen sich nur sehr bedingt voraussagen (STAPELKAMP 2007). So können sie durch Komponenten wie Grafikkarte und Bildschirmauflösung, aber auch Einstellungen des Internetbrowsers und des PC-Monitors beeinflusst werden. Deshalb kann niemals von einem einheitlichen farblichen Ergebnis ausgegangen werden. Ziel ist es jedoch, die Variabilität gering zu halten, indem die Farben der Software auf verschiedenen Plattformen getestet werden (HOLZSCHLAG 2002).

#### **4.1.6. Grafiken und Komprimierung**

Auch bei der Einbindung von Bildern in die Software müssen bestimmte ergonomische Anforderungen beachtet werden.

Die wichtigste ergonomische Voraussetzung für die Verwendung von Grafiken in Software ist laut BRÄUTIGAM (1999c) die Vermeidung von zu vielen und zu aufwendigen Darstellungen. Außerdem müssen Bilder eine konkrete Funktion einnehmen oder einen wichtigen Informationsgehalt umfassen.

Weiterhin sollten Grafiken zu einer möglichst geringen Speichergröße komprimiert werden, um einen schnellen Seitenaufbau am Bildschirm zu ermöglichen (siehe Kapitel 4.1.2. Performanz).

Beim Erstellen von Animationen sollte darauf geachtet werden, dass glatte, verfolgbare Bewegungen erzeugt werden, die regelmäßig auf den Betrachter wirken (MANHARTSBERGER und MUSIL 2002).

Für einen Einsatz in einer Computeranwendung sollte die Möglichkeit gegeben sein, die Animation nach Bedarf ein- und auszuschalten (MANHARTSBER-

GER und MUSIL 2002). Zu jedem Zeitpunkt darf sich maximal ein animiertes Bild im Browserfenster befinden (THESMANN 2010).

Für die Verwendung von Audios ist nach THESMANN (2010) die Qualität von digitalen Audios bedeutend, welche bei einer hohen Audioauflösung am besten ist. Dies ist nur im Wave und MIDI Format gegeben. Für die Audiobearbeitung schlägt er deshalb Software vor, die beide Dateitypen unterstützt, wie z. B. Produkte aus der Steinberg Cubase Linie.

Auch bei der Implementierung von Videos, Animationen und Audios in ein Programm muss auf die Speichergröße geachtet werden und eine geeignete Komprimierung erfolgen.

Geeignete Komprimierungsformate für Bilder sind laut MANHARTSBERGER und MUSIL (2002) GIF (Graphic Interchange Format) und JPEG (Joint Picture Experts Group), wobei JPEG aufgrund einer höheren Qualität und Farbtiefe für Fotos und Halbtondarstellungen geeigneter ist. Für grafische Elemente, die auf diese Eigenschaften mehr oder weniger verzichten können wie beispielsweise Icons, hat sich als Alternative zum GIF die PNG (Portable Network Graphic) entwickelt (THESMANN 2010). Icons (auch als Piktogramm bezeichnet) sind grafische Symbole, die einen Sachverhalt in vereinfachter, bildhafter Form beschreiben und Informationen geben über etwas Stattgefundenes oder etwas Mögliches (STAPELKAMP 2007).

Für Videos hat sich im Internet das Dateiformat FLV (Flash Video) als Standard für vektorbasierte interaktive Animationen etabliert (THESMANN 2010). Um diese Dateien abspielen zu können, muss ein Adobe Flash-Player auf dem Computer installiert sein. Die Vorteile von Flash Videos liegen in der leichten Einbindung in Websites sowie in der Möglichkeit, qualitativ hochwertige Videodateien in fast Echtzeit über das Internet zu übertragen (<http://www.itwissen.info>. Stand: 25.8.2011).

Audios werden sowohl im Flash Video als auch bei der Verwendung im digitalen Endprodukt ins MP3 (MPEG Audio Layer III) Format konvertiert, welches sich durch eine hohe Wiedergabequalität bei einem Kompressionsfaktor von über 10 auszeichnet (<http://www.itwissen.info>. Stand: 25.8.2011).

#### 4.1.7. Gebrauchstauglichkeit – Usability

Ein wichtiges Thema der Software-Ergonomie ist die Schnittstelle zwischen Mensch und Computer – auch als Dialog bezeichnet. Darunter werden alle Vorgänge verstanden, die eine Person ausführt, um eine Software zu steuern und zu bedienen. Dies erfolgt über eine Bedienoberfläche, die aus „Eingabegeräten“ (z. B. Tastatur und Maus) und „Ausgabegeräten“ (z. B. Computerbildschirm und Lautsprecherboxen) besteht (HERZCEG 2009). Die Bedienoberfläche muss durch eine geeignete Formgebung auf die Benutzungsfunktion zugeschnitten werden (HERZCEG 2009). Nur dies ermöglicht eine erfolgreiche Interaktion zwischen Personen und PC.

Für die Beschreibung dieser Eigenschaft hat sich im deutschen Sprachraum der Begriff "Gebrauchstauglichkeit" als Übersetzung des englischen Begriffs "Usability" durchgesetzt. BURMEISTER (2000) zitiert aus der ISO 9241, wonach die Gebrauchstauglichkeit definiert wird als Ausmaß, in dem ein Produkt durch den Benutzer in einem bestimmten Kontext genutzt werden kann, um Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen.

RUNDNAGEL (2008) fasst die Anforderungen an einen gelungenen Dialog auf Basis der ISO 9241 Teil 110 folgendermaßen zusammen:

- Aufgabenangemessenheit – geeignete Funktionalität, Minimierung unnötiger Interaktionen
- Selbstbeschreibungsfähigkeit – Verständlichkeit durch Hilfen/ Rückmeldungen
- Steuerbarkeit – Steuerung des Dialogs durch Benutzer/Benutzerin
- Erwartungskonformität – Konsistenz, Anpassung an das Benutzermodell
- Fehlertoleranz – erkannte Fehler verhindern; unerkannte Fehler sollten leicht korrigiert werden können
- Individualisierbarkeit – Anpassbarkeit an Benutzer/-innen und Arbeitskontext
- Lernförderlichkeit – Anleitung der Benutzer/innen, Erlernzeit minimal, Verwendung von Metaphern (z. B. Icons)

Dazu gehört auch eine nachvollziehbare Orientierungs- und Navigationsmöglichkeit innerhalb der Computeranwendung.

#### 4.1.8. Menüführung und Navigation

BRÄUTIGAM (2006) setzt für eine gebrauchstaugliche Navigation eine angemessene inhaltlich-fachliche Strukturierung des Dargebotenen voraus. Außerdem sollten „geeignete Hilfen zur Orientierung über die Position der gerade angezeigten Seite“ vorhanden sein. So kann vermieden werden, dass sich ein Anwender durch Klicken auf angelegte Verweise (Links) innerhalb des Programms verliert.

Die Navigation sollte des Weiteren stets verfügbar, unmittelbar verständlich (selbstbeschreibungsfähig) und den Erwartungen der Benutzer entsprechend konform und konsistent konzipiert sein (THESMANN 2010).

Die Navigationselemente werden außerhalb des Texts z. B. in einer Menüleiste, oben oder links am Rand des Bildschirms eingeblendet (BRÄUTIGAM 2006).

Ebenfalls hilfreich bei der Orientierung können grafische Symbole in Form von Icons sein. THESMANN (2010) verweist darauf, dass diese seit 1973, häufig in Verbindung mit einem Hyperlink<sup>3</sup>, Befehle an die Software repräsentieren. Er sieht deren Verwendung insofern vorteilhaft, als dass sie platzsparend und selbsterklärend sind und im Allgemeinen vom Anwender leicht erlernbar und anwendbar sind. Wenn Icons alleine nicht aussagekräftig genug sind, muss die Absicht bzw. die Aussage mit Untertiteln unterstützt werden (STAPELKAMP 2007).

Laut STAPELKAMP (2007) kann mithilfe der Piktogramme die Absicht und die Funktion der Matrix besser erkannt werden und somit zur Orientierung auf einer Website beitragen. Da sich das Kurzzeitgedächtnis des Menschen jedoch nur ca. sieben Elemente gleichzeitig merken kann, empfiehlt er diese Anzahl an Icons innerhalb einer Struktur nicht zu überschreiten.

---

<sup>3</sup> Verknüpfung mit einer anderen Datei oder einer anderen Stelle in derselben Datei [die vom Benutzer z. B. per Mausklick aktiviert werden kann]

#### 4.1.9. Zusammenfassung der ergonomischen Anforderungen

Kategorie	Anforderungen	Quellen
<b>Performanz</b>	Seitenaufbau im Browser unter 2 s	WEINREICH (2002)
	Optimierte Quellcodes z. B. durch Verwendung von Stylesheets	MANHARTSBERGER und MUSIL (2002)
	Anwendung geeigneter Komprimierungsformate für Grafiken, Animationen und Audios	WEINREICH (2002)
<b>Gestaltung/ Layout Konsistenz</b>	Einheitliche auf die Benutzungsfunktion zugeschnittene Bedienoberfläche	EBERLE (1994), BRÄUTIGAM (1999a), HERZCEG (2009)
	Einheitliches Layout	BRÄUTIGAM (1999a)
	Einhaltung einheitlicher Zwischenabstände	RIEKERT (2007)
	Berücksichtigung horizontaler und vertikaler Gestaltungsachsen	RIEKERT (2007)
	Ausrichtung von Bildelementen entlang von Fluchtlinien	SCHNEIDER (2010a)
	Gruppierung von Schaltflächen und Feldern	SCHNEIDER (2010b)
	Optimierung der Abstände zwischen den Elementen	SCHNEIDER (2010b)
	Zentrierte Platzierungen von Icons	RIEKERT (2007)
<b>Typographie</b>	Auswahl einer serifenlosen Schriftart (z. B. Arial, Helvetica)	BRÄUTIGAM (1999b), MANHARTSBERGER und MUSIL (2002), SCHNEIDER (2009b)
	Verwendung einer ausreichend lesbaren Schriftgröße	SCHNEIDER (2009b)
	Schriftsatz: linksbündiger Flattersatz	BÖHRINGER (2008)
	Verwendung von Fettdruck und Überschriften, für Hervorhebungen	BRÄUTIGAM (1999b)
	Vermeidung von Kursivschreibung	MANHARTSBERGER und MUSIL (2002), SCHNEIDER (2009b)
	Vermeidung von Großschreibung ganzer Wörter	MANHARTSBERGER und MUSIL (2002)
	Vermeidung von schlechter lesbarem farbigem Text und flimmerndem blauen Text	STAPELKAMP (2007)
	Keine Verwendung von Schriftmischungen	BÖHRINGER (2008)
	Keine Verwendung von geglätteten Schriften	SCHNEIDER (2009b)

<b>Farbgestaltung</b>	Möglichst kontrastreiche Kombination von Vordergrund- und Hintergrundfarben, z. B. durch Bunt-Unbunt-Kontrast oder Hell-Dunkel-Kontrast	BRÄUTIGAM (1999b), STAPELKAMP (2007)
	Konsistente Farbverwendung	MANHARTSBERGER und MUSIL (2002)
	Dezenter Farbeinsatz	STAPELKAMP (2007), SCHNEIDER (2009c)
	Keine Kombination von Primärfarben in Vorder- und Hintergrund	STAPELKAMP (2007), SCHNEIDER (2009c)
	Vermeidung des Einsatzes von extrem gesättigten Farben	MANHARTSBERGER und MUSIL (2002)
	Variabilität der Farbdarstellung auf verschiedener Hardware testen und möglichst gering halten	HOLZSCHLAG (2002)
<b>Grafiken</b>	Begrenzte Anzahl von Grafiken auf einer Seite	BRÄUTIGAM (1999c)
	Verzicht auf aufwendige Darstellungen	BRÄUTIGAM (1999c)
	Mehrfachverwendungen von Grafiken (bessere Performanz)	WEINREICH (2002)
	Angabe von „height“ und „width“ in Programmierung (bessere Performanz)	WEINREICH (2002)
	Wahl einer geeigneten Komprimierungsform z. B. JPEG für Fotos hoher Qualität und GIF oder PNG für Icons	MANHARTSBERGER und MUSIL (2002), THESMANN (2010)
<b>Animationen</b>	Erzeugung glatter verfolgbarer Bewegungen	MANHARTSBERGER und MUSIL (2002)
	Möglichkeit, Animationen auf der Seite ein- und auszuschalten	MANHARTSBERGER und MUSIL (2002)
	Maximal eine Animation im Browserfenster	THESMANN (2010)
	Verwendung eines geeigneten Komprimierungsformats z. B. FLV	THESMANN (2010), www.itwissen.info, Stand 25.8.2011
<b>Audios</b>	Hohe Qualität und Informationsdichte im Bearbeitungsformat, d. h. WAVE oder MIDI	THESMANN (2010)
	Wählen eines geeigneten Komprimierungsformats z. B. MP3	www.itwissen.info, Stand 25.8.2011
<b>Usability/ Dialogführung</b>	Aufgabenangemessenheit	RUNDNAGEL (2008)
	Selbstbeschreibungsfähige Bedienelemente	RUNDNAGEL (2008)
	Steuerbarkeit	RUNDNAGEL (2008)

<b>Usability/ Dialogführung</b>	Erwartungskonformität	RUNDNAGEL (2008)
	Fehlertoleranz	RUNDNAGEL (2008)
	Individualisierbarkeit	RUNDNAGEL (2008)
	Lernförderlichkeit	RUNDNAGEL (2008)
<b>Menü/ Navigation</b>	Inhaltliche Strukturierung	BRÄUTIGAM (2006)
	Anordnung von Navigationselementen außerhalb des Textes	BRÄUTIGAM (2006)
	Anzeige der Position im Programm	BRÄUTIGAM (2006)
	Verwendung von Icons vorteilhaft für Orientierung	STAPELKAMP (2007)
	Konsistenz	THESMANN (2010)
	Stetige Verfügbarkeit der Navigation	THESMANN (2010)
	Selbstbeschreibungsfähige Menüführung	THESMANN (2010)

**Tabelle 3:**

Zusammenfassung der ergonomischen Anforderungen an eine Lernsoftware

Neben ergonomischen Anforderungen sollten auch didaktische Erkenntnisse bei einer Lernprogrammkonzeption berücksichtigt werden.

#### 4.2. Didaktische Anforderungen an eine Lernsoftware

Ein gebrauchstaugliches optisch ansprechendes Produkt ist die Grundvoraussetzung für einen erfolgreichen Einsatz von E-Learning in der Wissensvermittlung. Darüber hinaus ist jedoch die didaktische Umsetzung der Lernsoftware entscheidend.

Unter Didaktik verstehen JANK und MEYER (2009) die „Theorie und Praxis des Lehrens und Lernens“ mit dem Ziel, das Lernen zu erleichtern und den Lernenden dabei zu unterstützen.

Deshalb sollten für E-Learning Angebote laut BAUMGARTNER et al. (2002) die organisatorischen Rahmenbedingungen des kognitiven Lernprozesses bei der Erstellung mit einbezogen werden.

Die didaktischen Regeln, die bei der Gestaltung von Lernsoftware zum Tragen kommen, ergeben sich aus Erkenntnissen der Psychologie über Informationsverarbeitung und Lernverhalten des Menschen.

MAYER (2005b) konnte beweisen, dass ein erfolgreiches Lernen nur dann stattfinden kann, wenn es auf die kognitiven Prozesse beim Lernen abgestimmt ist und diese unterstützt. In wissenschaftlichen Untersuchungen und Studien konnte er bestätigen, dass mit dem richtigen gemeinsamen Einsatz von Text und visuellem Material der Lerneffekt signifikant höher ist als bei einem reinen Angebot von Wörtern.

ISSING (2009) betont folgende didaktische Anforderungen, die bei der Software-Konzeption erfüllt werden sollten:

- Als erstes ist es unabdingbar ein Lernziel zu formulieren, damit eine Struktur festgelegt werden kann.
- Des Weiteren sollte die Software Aufmerksamkeit erregen und zum Lernen motivieren.
- Informationen und Hilfestellungen sollten ebenfalls angeboten werden.
- Gelerntes muss wiederholt, vertieft, geübt und angewendet werden. Auch Beispiele und Fragen inklusive Antworten sind vorteilhaft.

ISSING (2009) schätzt die Effektivität eines Lernprogramms umso höher ein, desto erfolgreicher dem Lernenden das Lernziel vermittelt werden kann.

#### **4.2.1. Lernziel**

Die Formulierung eines Lernzieles gibt die Richtung an, wie die Software strukturiert werden muss, d. h. in welcher Organisation welcher Inhalt sinnvoll ist (BAUMGARTNER et al. 2002).

STRITTMATTER und NIEGEMANN (2000) verweisen auf die von dem amerikanischen Psychologen Robert Mills Gagné im Jahre 1985 formulierten fünf Lernzielkategorien. Gagné unterschied sprachliches Wissen, kognitive Fähigkeiten, kognitive Strategien, Einstellungen und motorische Fähigkeiten, die angestrebt werden können.

Vorteilhaft ist es, wenn dem Lernenden das Lernziel mitgeteilt wird, denn dadurch entsteht eine Erwartungshaltung, die über die gesamte Dauer der Nutzung einer Lernsoftware anhält (NIEGEMANN 2001).

#### **4.2.2. Kognitive Theorien zu multimedialem Lernen**

Die „Cognitive-Load-Theorie“ von John Sweller und die „Kognitive Theorie multimedialen Lernens“ (CTML- Cognitive theory of multimedia learning) von

Richard E. Mayer versuchen die menschlichen Lernprozesse im Umgang mit Medien zu ergründen (NIEGEMANN 2008). Die wichtigsten Inhalte der beiden Theorien sind nachfolgend kurz zusammengefasst.

Die „Cognitive-Load-Theorie“ setzt eine begrenzte Kapazität des Arbeitsgedächtnisses voraus. Während des Wissenserwerbs werden Informationen aus dem Langzeitgedächtnis im Arbeitsgedächtnis abgerufen und dort mit neuem Wissen kombiniert. Der Theorie liegt die Annahme zugrunde, dass sich dem Wissensstand anpassungsfähige Schemata ausbilden. Es werden drei mögliche Quellen kognitiver Belastung im Arbeitsgedächtnis vermutet: die „Intrinsic Cognitive Load“, die „Extraneous Cognitive Load“ und die „Germane Cognitive Load“ (SWELLER 2005).

„Intrinsic Cognitive Load“	„Extraneous Cognitive Load“	„Germane Cognitive Load“
abhängig vom Schwierigkeitsgrad, der Komplexität und vom Umfang des Lernmaterials	abhängig von der Gestaltung des Lernmaterials	resultiert aus der Bildung kognitiver Schemata und Automatismen
Kognitive Belastung umso geringer, bei einfachen und nicht komplexen Inhalten	Kognitive Belastung umso geringer bei übersichtlichem Informationsangebot, das relevante Informationen leicht auffindbar macht	beeinflusst positiv den Wissenserwerb und die Lernmotivation

**Tabelle 4:**

Quellen kognitiver Belastung auf Basis von Informationen von SWELLER (2005)

REY (2009) weist darauf hin, dass die „Cognitive Load Theorie“ in vieler Hinsicht empirisch belegt werden konnte. NIEGEMANN (2008) resümiert aus der Theorie, dass in der Lehre Rücksicht auf die begrenzte Arbeitsgedächtniskapazität beim Lernen genommen werden muss.

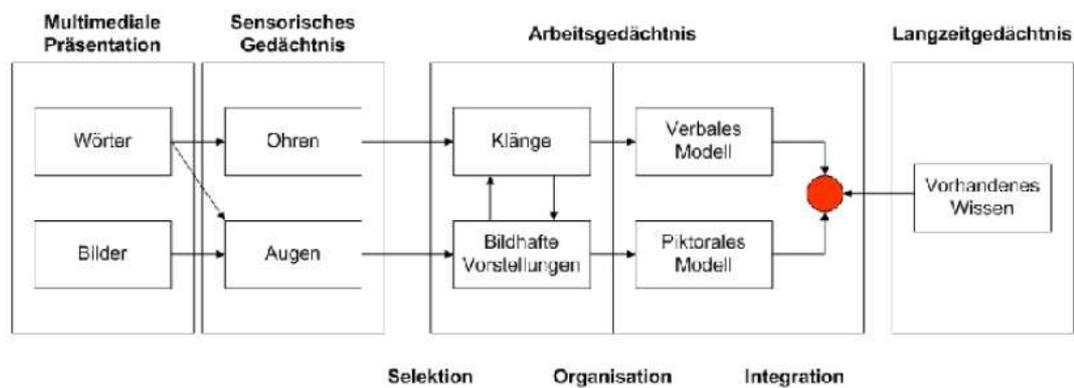
Die „Kognitive Theorie multimedialen Lernens“ (CTML) basiert auf drei grundlegenden Thesen (MAYER 2005b).

Erstens, Informationen werden dual codiert, d. h. die Verarbeitung erfolgt getrennt nach visuell-bildlichen und auditiv-verbale Informationen, können aber vom einen Kanal in den anderen gegenseitig übertragen werden.

Zweitens, jeder Verarbeitungskanal ist von einer begrenzten Kapazität.

Drittens, aktive Beschäftigung mit Lernmaterialien fördert die Bildung einer schlüssigen mentalen Repräsentation in den kognitiven Prozessen.

Multimediales Lernen erfordert vom Lernenden, dass eine Auswahl von wichtigen Informationen aus den dargebotenen Texten und visuellen Angeboten erfolgt. Außerdem sollte er eine verbale oder skizzenhafte Reproduktion von Gelerntem abliefern können. Eine Integration aller Informationen aus beiden Kanälen mit bereits vorhandenem Wissen sollte ebenfalls möglich sein (MAYER 2005b).



**Abbildung 2:**

Kognitive Theorie multimedialen Lernens nach MAYER (2001,47) aus NIEGEMANN (2008)

Nach REY (2009) geht aus dieser Theorie hervor, dass in einem Lernprogramm möglichst beide Kanäle der Informationsverarbeitung angesprochen werden sollten.

Von der „Cognitive-Load-Theorie“ und der „Kognitiven Theorie multimedialen Lernens“ können konkrete Handlungsanweisungen für die Konstruktion von multimedialem Lernen gefolgert werden (NIEGEMANN 2008).

### 4.2.3. Zusammenfassung der didaktischen Anforderungen

Im Folgenden sind die didaktischen Prinzipien für die Konzeption von Lernsoftware in tabellarischer Form zusammengestellt.

Didaktische Leitsätze für Softwaregestaltung	Quellen
Lernziel formulieren und kommunizieren	NIEGEMANN (2001), ISSING (2009)
„Intrinsic Cognitive Load“ möglichst gering halten, d. h. Anteil an komplexen Inhalten möglichst gering halten nach dem Prinzip „weniger ist mehr“	SWELLER (2005), REY (2009)
„Extraneous Cognitive Load“ reduzieren, indem Informationen übersichtlich und leicht auffindbar angeboten werden	SWELLER (2005)
„Germane Cognitive Load“ erhöhen, indem die Bildung von kognitiven Schemata durch die Verwendung von ähnlichen Prozessen gefördert wird	SWELLER (2005)
Rücksichtnahme auf begrenzte Arbeitsgedächtniskapazität, indem Reizüberflutung und übermäßiges Informationsangebot vermieden wird	SWELLER (2005), MAYER (2005b)
Kodierung von Informationen erfolgt dual in getrennten Verarbeitungskanälen (visuell und auditiv): Informationen von einem Kanal können in den anderen übertragen werden, diese sogenannten Kreuz-Kanal Präsentationen des selben Stimulus sind wichtige Erfolgsfaktoren beim Lernen mit Multimedia	MAYER (2005b)
Informationen in einem sinnvollen Kontext und in aufeinander aufbauender Reihenfolge darbieten, damit aktives Lernen ermöglicht wird; Durch Transferieren von neuem mit bereits vorhandenem Wissen kann Erlerntes gefestigt werden	MAYER (2005b)
Aufmerksamkeit erregen und zum Lernen motivieren	ISSING (2009)
Reichhaltige Informationen und Hilfestellungen anbieten	ISSING (2009)
Möglichkeiten zur Wiederholung und Vertiefung von Gelerntem zur Verfügung stellen	ISSING (2009)
Beispiele und Fragen mit Antworten offerieren	ISSING (2009)

**Tabelle 5:**  
Zusammenfassung didaktischer Regeln für ein erfolgreiches Lernen am Computer

## 5. Überlegungen zur technischen Umsetzung einer Lernsoftware

Ein Lernprogramm muss an der Plattform ausgerichtet werden, in der es letztendlich angewendet wird. Dazu gehören der PC und das Speichermedium (z. B. eine CD-ROM), über welches der Endanwender auf die Software zugreift. Die CD-ROM eignet sich besonders gut, da sie genügend Speicherplatz (durchschnittlich 700MB) bietet und der Rechner direkt auf die Daten zugreifen kann. Wichtig ist, dass bei der Programmierung bedacht wird, dass das Produkt für die Plattform kompatibel und nutzbar ist. Da die Nutzer über Computer mit unterschiedlichen Ausstattungen und Leistungen verfügen, ist es sinnvoll, sich an den Rechnern mit den geringsten Leistungseigenschaften zu orientieren, damit das Lernprogramm für möglichst alle anwendbar wird (WENDT 2003).

Für die Programmierung einer Lernsoftware kommt entweder die Programmierung in einer der vielseitig einsetzbaren Programmiersprachen oder das Zurückgreifen auf ein sogenanntes Autorentool<sup>4</sup> in Frage (RISER et al. 2002).

Autorentools bieten üblicherweise dem Autor eines Lernprogramms eine Art Baukasten an, nach dem Seiten gestaltet werden können. Es kann auf verschiedene fertige Vorlagen zurückgegriffen werden, wo dann nur noch der Inhalt eingegeben werden muss. Autorentools werden in unzähliger Anzahl angeboten, zu diesen zählen beispielsweise „Director“, „Flash“<sup>5</sup> und „Toolbook“ (WENDT 2003).

Laut RISER et al. (2002) bietet „Director“ unbegrenzte Möglichkeiten der Gestaltung. Jedoch ist der Einarbeitungsaufwand enorm, da mit einer programm-eigenen Programmiersprache mit dem Namen „Lingo“ gearbeitet wird und keinerlei vorgefertigte Module zur Verfügung gestellt werden (WENDT 2003).

Laut RISER et al. (2002) ist „Flash“ nicht direkt auf die Anforderungen, die bei der Programmierung von E-Learning erforderlich sind, angepasst. Denn es wurde ursprünglich entwickelt, um auf Websites Medien wie Videos großflächig abzuspielen. Es fehlen fertig einsetzbare Lösungen für die Lernsoftware-

---

<sup>4</sup> Darunter wird ein Werkzeug zur Erstellung von digitalen Lerninhalten verstanden (SCHLODFELDT 2010)

<sup>5</sup> „Director“ und „Flash“ von Macromedia, San Francisco (USA) wurde 2005 von Adobe Systems, San Jose (USA) übernommen und werden aktuell als „Adobe Director“ und „Adobe Flash Professional“ bezeichnet (<http://www.adobe.com>, Stand 15.9.2011)

Erstellung, so dass auch hier eine intensive Einarbeitung in Programmiersprachen erforderlich wird. Die Einbindung von „Flash-Filmen“ kann jedoch ratsam sein aufgrund der schnellen und speichergünstigen Formatierung (RISER et al. 2002).

Weniger komplexe, kostengünstige Autorentools bieten hingegen weniger Möglichkeiten in der Gestaltung. Darüber hinaus geht die Nachhaltigkeit und Wiederverwendbarkeit häufig verloren (NIEGEMANN 2008).

„Toolbook“ von Asymetrix Multimedia, Seattle (USA), ist z. B. fokussiert auf die Erzeugung von elektronischen Büchern und ähnelt vom Aufbau eher einer Präsentation von „Microsoft® Office Powerpoint“, was die gestalterischen Möglichkeiten massiv einschränkt (RISER et al. 2002). Dafür wird jedoch wenig Einarbeitungszeit benötigt und es werden komplette Designvorlagen zur Verfügung gestellt (WENDT 2003).

NIEGEMANN (2008) verweist darauf, dass viele Online-Lernmaterialien als Hypertexte<sup>6</sup> angeboten werden, die in Hypertext Markup Language (HTML) verfasst sind.

HTML ist eine leicht erlernbare Datenbeschreibungssprache zur Strukturierung von Texten, in die Grafiken oder multimediale Inhalte integriert werden können. Sie wurde vom Web-Gründer Tim Berners-Lee entwickelt und hat sich zum erfolgreichsten und häufigsten Dateiformat der Welt entwickelt. HTML bietet außerdem Schnittstellen für Erweiterungssprachen wie Cascadian Stylesheets (CSS) oder JavaScript an, wodurch die Realisierung weiterer Designoptionen, Formatierungen oder Interaktionen mit dem Anwender möglich sind. Aufgrund der weiten Verbreitung der Web-Browser sind HTML-Dateien praktisch in jeder Plattform verfügbar (WWW.SELFHTML.ORG. Stand: 5. 9. 2011).

Laut NIEGEMANN (2008) sind HTML Editoren sehr gut bedienbar geworden.

Detaillierte Hilfestellungen bei der Erstellung von Dokumenten in HTML werden z. B. kostenlos auf der Internetseite des Vereins SELFHTML e.V. angeboten auf der Website [www.selfhtml.org](http://www.selfhtml.org).

Lernprogramme, die auf HTML Seiten basieren, werden auch als Browsergesteuert bezeichnet, wobei die Darstellung der Seiten auch offline erfolgen kann.

---

<sup>6</sup> Text, in den multimediale Anwendungen eingebunden sind  
([www.selfhtml.org](http://www.selfhtml.org). Stand 5.9.2011)

### **III MATERIAL UND METHODEN**

#### **1. Technisches Equipment**

Für die Aufnahme der Audiodateien und deren anschließende Bearbeitung wurde die nachfolgend angeführte Hard- und Software verwendet.

##### **1.1. Aufnahmeapparatur**

Zur digitalen Aufnahme von Herztönen und -geräuschen dienten folgende Apparaturen:

- Elektronisches Stethoskop-System Meditron Analyzer der Firma Welch Allyn® inklusive Ableitung des Elektrokardiogramms, ausgestattet mit Universal Serial Bus (USB) für Datenübertragung auf den PC
- Elektronisches Stethoskop der Firma Littmann® mit Infrarotschnittstelle für Übermittlung der Daten

##### **1.2. Personal Computer (PC)**

Die Erstellung des Lernprogramms erfolgte mit einem Sony® Vaio Laptop (Modell VGN-CR21S/W). Dieser PC war ebenfalls Bestandteil der Aufnahmeapparatur für die Audioaufzeichnungen der Herztöne und Herzgeräusche.

Geräteinformationen:

- Intel® Centrino™ Duo Prozessor Technologie
- Mobile Intel® GM 965 Express-Grafikchip
- Grafikkarte: Intel® Graphics Media Accelerator X3100
- 2 GB Arbeitsspeicher
- Festplatte mit 160 GB Speichervolumen
- Betriebssystem Windows® XP Professional Version 2002

##### **1.3. Verwendete Software**

- 3M Littmann® Sound Analysis Software
- Camtasia Studio® 4 der Firma TechSmith
- CorelDRAW® Graphics Suite X3
- GoldWave 2001

- Microsoft® Office Powerpoint 2003
- PSPad Editor
- SnagIt® 8 der Firma TechSmith
- Steinberg Cubase AI 4
- Textcrawler 2.0
- The Meditron Analyzer Software
- Q Lab 7.1
- Ulead® Video Studio 10
- XMedia Recode 2.2.2.0

#### **1.4. Dokumentation**

Die Sicherung der Daten erfolgte zunächst direkt auf dem PC. Eine dauerhafte Audio, Bild- und Filmarchivierung konnte durch Speicherung auf zwei externen portablen Festplatten (Samsung S2 Portable 320 GB und Buffalo Technology Mini Station 500 GB) sichergestellt werden.

Fotos und Videos von Tieren zu Demonstrationszwecken wurden mit einer Canon® EOS 60D angefertigt und mittels SD Card (16GB) zwischengespeichert.

## **2. Audios**

Bevor die Aufnahme der Herztöne und Geräusche am Tier erfolgen konnte, mussten zunächst die Technik und die Kenntnisse im Gebiet der Auskultation im Selbststudium mit entsprechender Literatur sowie unter Anleitung vertieft und erweitert werden. Dabei erwiesen sich insbesondere folgende Lehrbücher und Audioaufnahmen aus der Human- und Tiermedizin als hilfreich:

FRANKE (1984), KVART und HÄGGSTRÖM (2002), LUISADA (1975), RAVIN (1976), SMITH et al. (2006), SISSON und ETTINGER (1999), SKRODZKI (2008), WARE (2009) und weitere.

### **2.1. Aufnahmetechnik**

Hauptsächlich wurde mit dem Meditron Analyzer der Firma Welch Allyn® aufgezeichnet. Dieses elektronische Stethoskop-System leitete gleichzeitig das Elektrokardiogramm (EKG) des Patienten ab.

Die mobile Apparatur umfasste ein Verstärker-Gerät, von dem drei Kabel zur Ableitung des EKGs abgingen und ein weiteres Kabel eine Verbindung zum elektronischen Stethoskop herstellte. Der Verstärker bildete mittels USB zugleich die Schnittstelle zum PC.

Die mit dem elektronischen Stethoskop auskultierten Herztöne und Geräusche sowie das EKG wurden auf den Computer übertragen. Die Auskultation eines Herzgeräusches erfolgte dabei in der jeweiligen Area maxima.

Die „The Meditron Analyzer Software“ ermöglichte es, eine Sequenz von bis zu 25 Sekunden aufzuzeichnen. Die ausgegebene Stereo WAVE-Datei enthielt auf einer Audiospur das EKG und auf der anderen das Phonokardiogramm (PKG).

Ein Teil der Aufnahmen (ca. 5%) wurde mit dem elektronischen Stethoskop von Littmann® durchgeführt. Via Infrarotschnittstelle konnten diese auf den PC übermittelt und gesichert werden. Dabei handelte es sich um Stereo-Dateien im WAVE-Format, die auf beiden Tonspuren die Audioinformationen enthielten.

## **2.2. Untersuchte Tiere**

Es handelte sich überwiegend um Tiere von Privatpersonen, deren Auskultationsbefunde für das Programm verwendet wurden. Diese Hunde und Katzen wurden bei Frau Prof. Dr. Cordula Poulsen Nautrup, am Lehrstuhl für Anatomie, Histologie und Embryologie der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) in München als Patienten zur wissenschaftlichen Dokumentation vorgestellt. Die physiologischen Herztöne stammen teilweise von Tieren vom Lehrstuhl für Tierernährung und Diätetik (Außenstelle Oberwiesenfeld) der Tierärztlichen Fakultät der LMU.

Die Audios sind in einem Zeitraum von zweieinhalb Jahren (2007 – 2010) zusammengetragen worden.

Insgesamt sind die im Programm verwendeten Befunde auf 25 Hunde und elf Katzen zurückzuführen. Es wurden erheblich mehr Tiere untersucht und dokumentiert, deren Aufnahmen jedoch aufgrund Befundgleichheit oder eingeschränkter Aufnahmequalität keine Verwendung fanden.

Es sind Vertreter diverser Rassen und unterschiedlicher Altersgruppen auskultiert worden.

Die für die Audios im Programm Verwendung gefundenen Befunde stammen von folgenden Rassen (Die Anzahl der Tiere der entsprechenden Rasse ist in Klammern vermerkt).

Hunde:

Airdale Terrier (1), Beagle (1), Boxer (1), Briard (1), Cocker Spaniel (1), Dackel (1), Deutsch Drahthaar (1), Deutsche Dogge (1), Golden Retriever (2), Irish Wolfhound (1), Jack-Russel-Terrier (3), Labrador Retriever (2), Malteser (1), Mittelschnauzer (1), Mops (1), Portugiesischer Hirtenhund (1), West-Highland-White-Terrier (1), Whippet (2) und Mischlinge (2)

Die Hunde waren im Alter von neun Wochen bis 16 Jahren.

Katzen:

Abessinierkatze (1), Britisch Kurzhaar (1), Europäisch Kurzhaar (7), Maine Coon (1), Russisch Blau (1)

Die Katzen waren im Alter von zehn Wochen bis 17 Jahren.

### **2.3. Aufnahmevorbereitungen**

Dem Patienten ist zunächst das Equipment für die Ableitung des EKGs angelegt worden. An beide Vordergliedmaßen und an die Hintergliedmaße rechts wurden Krokodilklemmen möglichst fern vom Herzen angebracht. Die Entfettung der Kontaktstellen war zuvor mit Alkohol vorgenommen worden. Elektroden-Gel diente einer besseren Leitfähigkeit.

Die Audios wurden in einem ruhigen Untersuchungsraum am Institut für Tieranatomie erstellt. Wichtig war dabei, dass die Menge an Störgeräuschen zum Zeitpunkt der Aufzeichnung bereits minimal sein sollte. Leise vom Fell verursachte Raschelgeräusche waren nicht relevant, da diese mit der Tonbearbeitungssoftware größtenteils entfernt werden konnten.

### **2.4. Audiotbearbeitung**

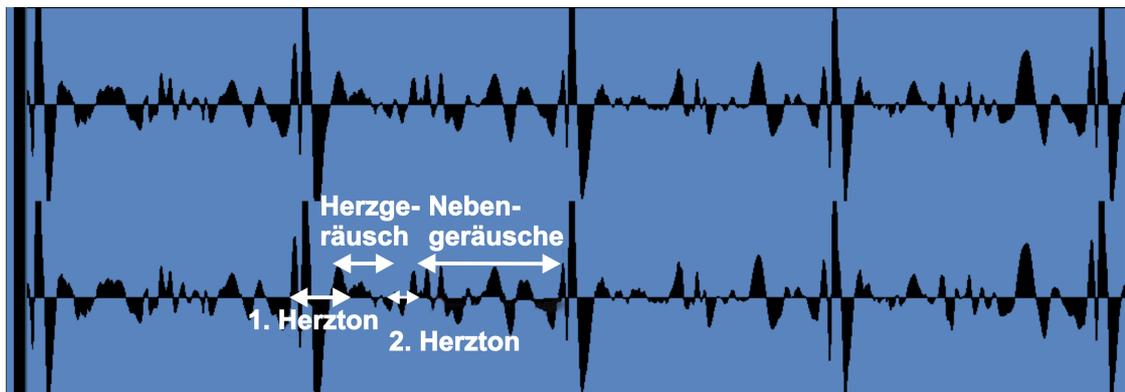
Die in dem erstellten Lernprogramm verwendeten Audios sind auf unterschiedliche Quellen zurückzuführen.

Überwiegend wurden Originalaufnahmen der akustischen Signale des Herzens von Hunden und Katzen aufgezeichnet und für die Demonstration von typischen Auskultationsbefunden verwendet.

Des Weiteren dienten computergenerierte Herztöne und -geräusche zur Grundlage für die weitere Bearbeitung. Letztere stammen aus dem Audio-Sonderservice: Kardiale Auskultation (Humanmedizin) von RAVIN (1976).

Die Tonbearbeitung erfolgte mit der Software Steinberg Cubase AI4 und mit einem Sennheiser Kopfhörer HD 62 TV (Frequenzbandbreite 25 – 20000 Hz).

Alle Aufnahmen wurden bearbeitet, um eine hohe Tonqualität zu gewährleisten. Zentrales Ziel bei der Bearbeitung der Herztöne und -geräusche war es, ein möglichst authentisches Ergebnis bei möglichst wenigen Stör- und Nebengeräuschen zu erzeugen.



**Abbildung 3:**

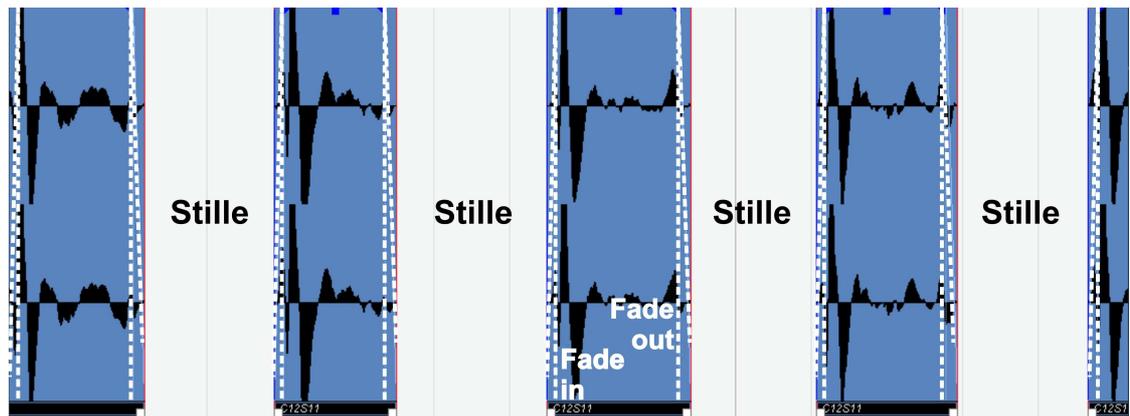
Screenshot eines Originalaudios vor der Bearbeitung in Steinberg Cubase AI4 mit Beschriftung

Im ersten Bearbeitungsschritt musste die Lautstärke der akustischen kardialen Signale optimiert werden, so dass sie maximal deutlich hörbar waren.

Anteile, wie beispielsweise einzelne Herztöne, oder Bereiche der Herzgeräusche sind ebenfalls in ihrer Lautstärke erhöht oder erniedrigt worden.

Im folgenden Schritt erfolgte eine möglichst vollständige Entfernung von störenden Nebengeräuschen, wie beispielsweise vom Fell verursachte Raschelgeräusche. Dies wurde erreicht, indem die Herztöne isoliert und übrige Bereiche zwischen den Herzschlägen gelöscht wurden. Die gelöschten Bereiche waren dadurch automatisch mit Stille versehen. Beim Abspielen solcher harten Übergänge von Stille zu lauten Tönen stellen Kopfhörer oder Lautsprecher jedoch akustisch als unangenehmes „Klicken“ dar. Um dieses zu vermeiden, ist die Lautstärke jedes einzelnen Tonabschnittes mit der Funktion Fade-in/Fade-out<sup>7</sup> ein- und ausgeblendet worden.

<sup>7</sup> Fade-in bedeutet das Einblenden; Fade-out bedeutet das Ausblenden



**Abbildung 4:**

Screenshot desselben Audios, nach Nebengeräuschentfernung und Einblendung der Lautstärke mit Fade In/ Fade Out in Steinberg Cubase AI 4 mit Beschriftung

Anschließend erfolgte die Filterung der Audios mit einem Equalizer<sup>8</sup>. Hierbei wurden insbesondere hohe Frequenzen von über 1200 Hz teilweise herausgenommen und Frequenzen über 2000 Hz überwiegend entfernt. Die Einstellung des Equalizers musste für jede Aufnahme individuell angepasst werden, um den ursprünglichen Klangcharakter akustischer Signale des Herzens erhalten zu können.

Bei kontinuierlichen Herzgeräuschen ist ausschließlich mit Filtern gearbeitet worden, da sonst relevante Anteile des Geräusches verloren gegangen wären. Die überwiegende Anzahl an verwendeten Audios wurde auf sechs Sekunden gekürzt, da sie in einer Wiederholungsschleife im Lernprogramm abgespielt werden. Lediglich ein Anteil der Arrhythmien umfasst eine kürzere oder längere Zeitspanne.

Zuletzt wurden die Audios als 16Bit, 44100KHz Stereo WAVE-Datei exportiert und gespeichert.

<sup>8</sup> [Zusatz]gerät an Verstärkern von Hi-Fi-Anlagen zur Verbesserung des Klangbildes



**Abbildung 5:** Screenshot einer typischen verwendeten Einstellung des Equalizers in Steinberg Cubase AI4

## 2.5. Originalaufnahmen

Grundsätzlich wurden nur solche Originalaufnahmen für die Bearbeitung ausgewählt, die ausgesprochen deutliche akustische Signale des Herzens mit wenigen Störgeräuschen enthielten.

Manche kardialen Befunde, die nicht im Original vorlagen, sind durch Kombination von verschiedenen Aufnahmen imitiert worden.

Die Anteile dieser zusammengesetzten Audios mussten dem natürlichen Befund entsprechend angepasst werden, d. h. Abstände von Herztönen, Lautstärken einzelner Herztöne und Herzfrequenzen wurden verändert. Ein Großteil der im Lernprogramm dargestellten Arrhythmien konnte auf diese Art und Weise erstellt werden. Als Vorlage dafür dienten immer Original-EKGs, an die der Rhythmus und die Länge der Systole und Diastole im Audio ausgerichtet worden sind. Dabei wurde berücksichtigt, dass die Systole im EKG dem Abstand zwischen erstem und zweitem Herzton und die Diastole dem Abstand des zweiten Herztones zum ersten Herzton des folgenden Herzschlages entspricht.

Bei einzelnen Audios, wie dem musikalischen Herzgeräusch und dem musikalisch quietschenden Geräusch eines Hundes, wurden nicht selbst aufgezeichnete Grundlagen verwendet. Stattdessen wurde ein Audio von KVART und HÄGGSTRÖM (2002) und ein Audio von POUCHELON et al. (1999) verwendet, da es sich hierbei um ausgesprochen charakteristische Aufnahmen handelte.

## **2.6. Computergenerierte Herztöne und Geräusche**

Herztöne und Geräusche dieser Kategorie lagen ausschließlich in Form von Audiokassetten vor. Daher mussten diese zunächst digitalisiert werden. Dafür stand die Software GoldWave 2001 zur Verfügung.

Die ursprünglichen Dateien stammten aus der Humanmedizin, deshalb war es notwendig die Herzfrequenzen zu erhöhen, ohne dass die Tonhöhe (Pitch) massiv verändert wurde. Minimale Veränderungen der Tonhöhe wurden teilweise in Kauf genommen, wenn dadurch keine deutliche Klangabweichung vom Original entstand. Durch diese Änderung musste insbesondere das Verhältnis von Systole zu Diastole angepasst werden. Auch hierbei dienten Original-EKGs von Tieren als Vorlage.

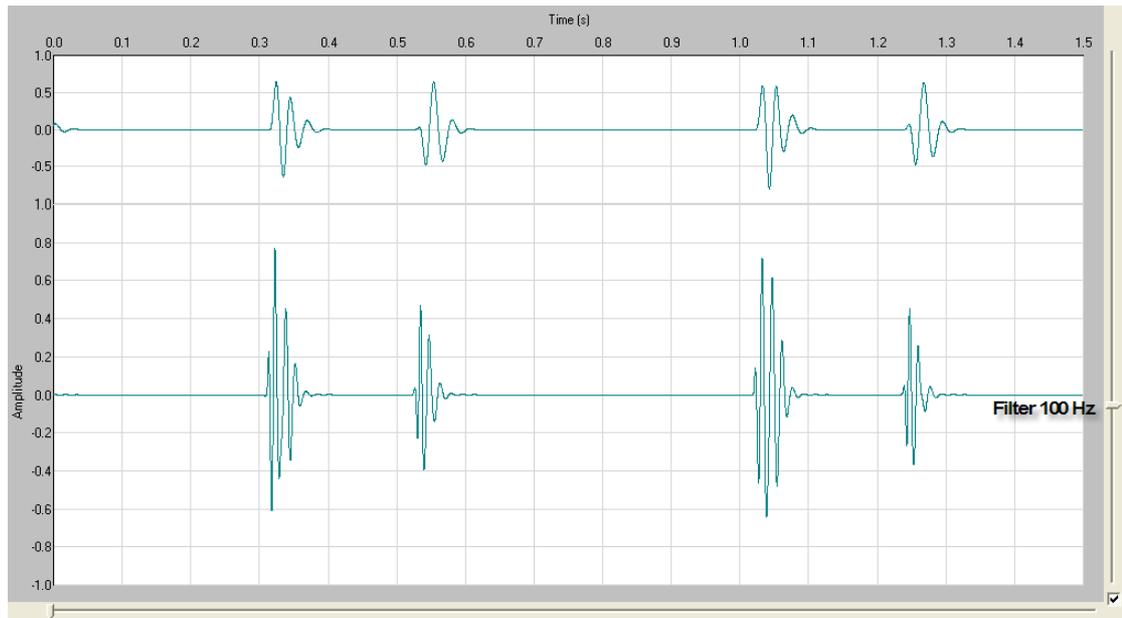
## **3. Phonokardiogramm Animationen**

Zentraler Bestandteil des Programms ist die Visualisierung der akustischen Signale des Herzens von Hund und Katze.

Dafür sind Bilder der einzelnen Audios erstellt worden, die anschließend in der Video Software Ulead® Video Studio 10 mit der entsprechenden akustischen Aufnahme zu einer Animation mit Ton zusammengesetzt wurden.

### **3.1. Visualisierung der Audios**

Die Visualisierung von bearbeiteten Audios als PKG erfolgte mit der Meditron Analyzer Software. Anschließend wurden mit SnagIt® 8 einzelne Bereiche abfotografiert und im JPEG-Format gespeichert.



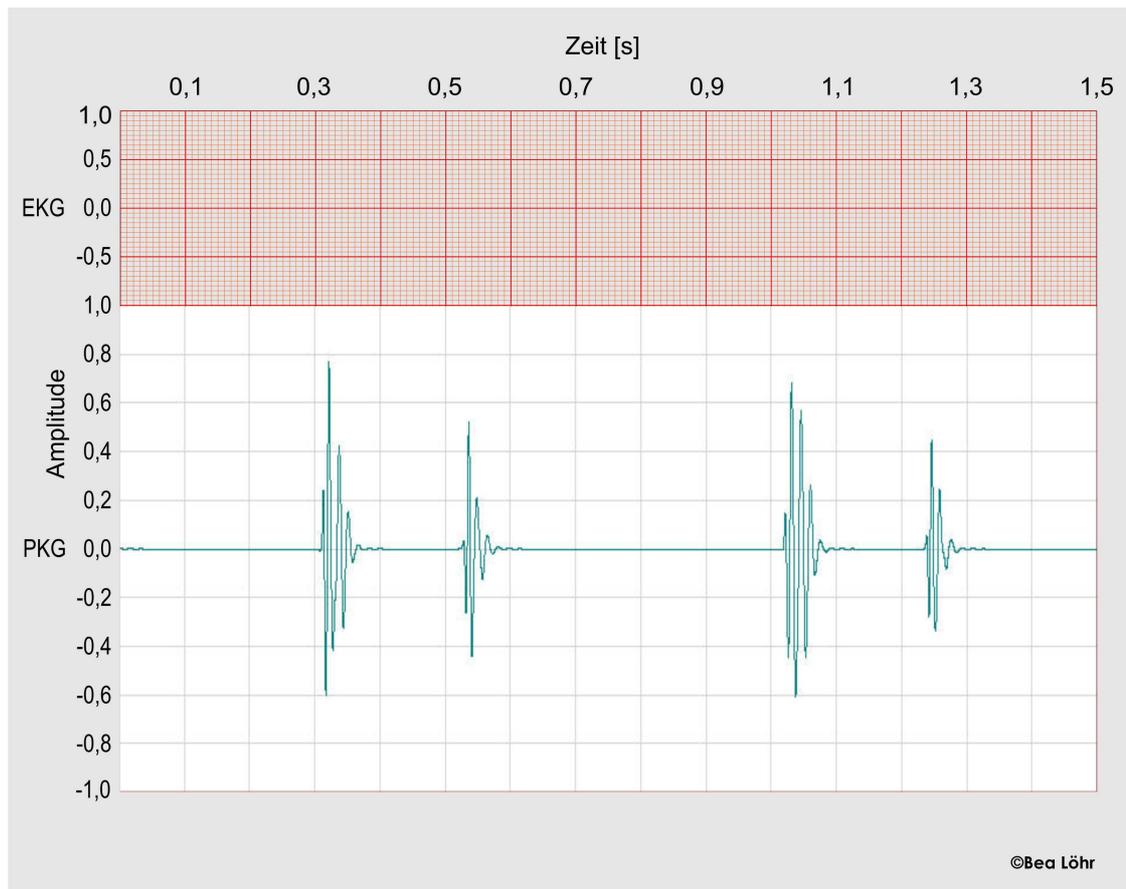
**Abbildung 6:** Screenshot eines bearbeiteten Audios bei einem Ausschnitt von 1,5 Sekunden (Skala) mit einem Filter von 100 Hz in „The Meditron Analyzer“ Software

### 3.2. Bildbearbeitung

Alle im Lernprogramm verwendeten PKGs sind didaktisch aufgearbeitet worden, so dass sie eine eindeutige Beschriftung aufweisen, sich optisch deutlich vom Hintergrund abheben und ein entsprechendes EKG aufweisen.

Zur Bildbearbeitung stand CorelDRAW® Graphics Suite X3 zur Verfügung.

Die einzelnen JPEG-Dateien, die aus der Ansicht vom Meditron Analyzer abfotografiert worden sind, wurden in eine CorelDRAW® Vorlage importiert. Als Hintergrund diente ein rosa Millimeterpapier, wobei ein Kästchen zehn Millisekunden entspricht.



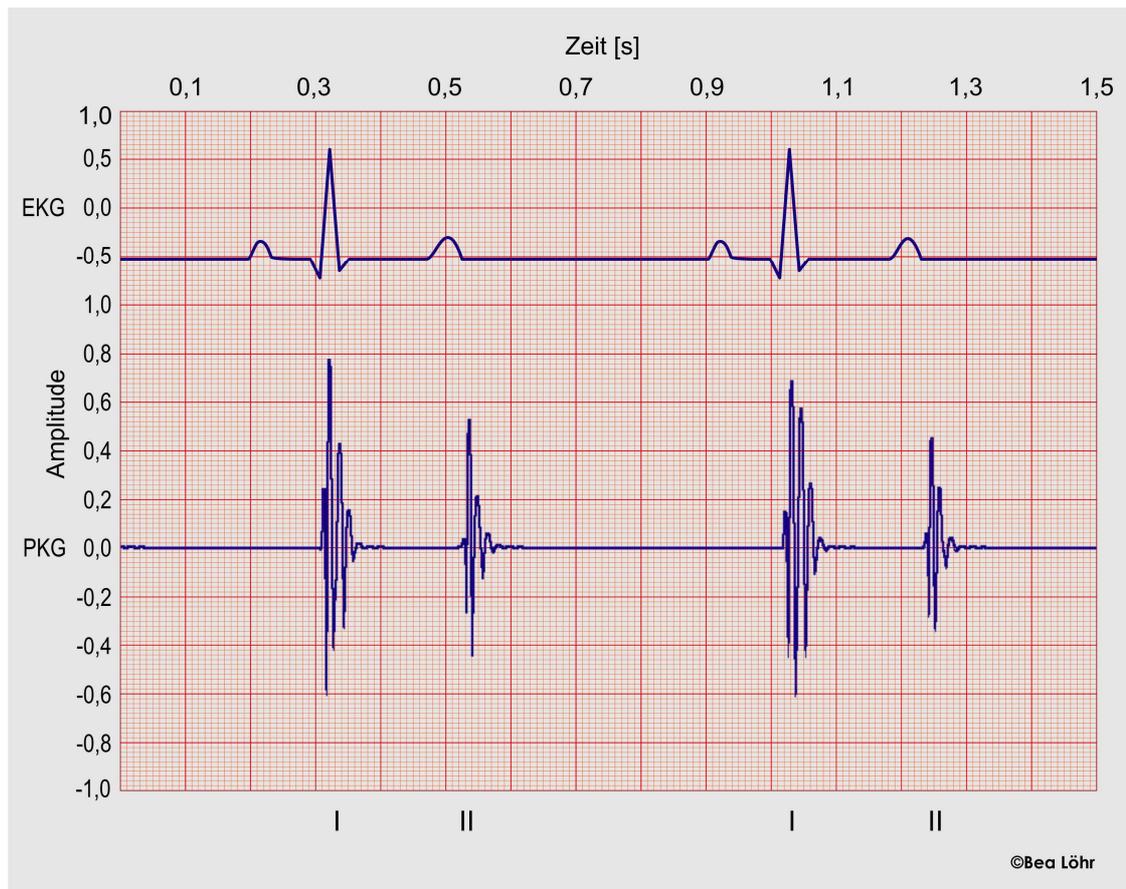
**Abbildung 7:**  
Screenshot einer Vorlage mit einer importierter JPEG-Datei des Phonokardiogramms  
in CorelDRAW® X3

Die Abbildung des PKGs ist durch weitere Bearbeitung in das Bild integriert worden.

Weiterhin erfolgte eine Herztonbeschriftung, wobei die Bezeichnungen römisch I bis IV für die vier möglichen Herztöne Verwendung fanden.

Zuletzt konnte das EKG hinzugefügt werden. Hierbei sind entweder die passenden digitalen (mit dem digitalen Meditron Analyzer System aufgezeichnet) oder analogen (mit einem analogen EKG-Gerät geschrieben) EKGs verarbeitet worden.

Die fertig bearbeiteten Bilder eines Audios waren Grundlage für die weitere Erstellung der Phonokardiogramm-Animationen und wurden in Windows Bitmaps (BMP) ausgegeben. Die Bilder entsprachen einem 4:3 Format mit einer Breite von 3000 Pixel und einer Höhe von 2400 Pixel bei einer Auflösung von 300 DPI.



**Abbildung 8:**  
Screenshot des fertig bearbeiteten Bildes des Phonokardiogramms in CoreIDRAW® X3

### 3.3. Videoproduktion und Formatierung

Für die phonographische Animation kam die Software Ulead® Video Studio 10 zur Anwendung.

Die Software wies verschiedene Spuren zur Medienüberlagerung auf. Das bearbeitete Audio eines Auskultationsbefundes wurde in die Musikspur eingefügt. In die Videospur konnten die entsprechenden zuvor in CoreIDRAW® erzeugten BMP Dateien in chronologischer Reihenfolge eingelesen werden.

In jedem dieser Bilder sollte der genaue Bereich angezeigt werden, der während der Wiedergabe des Audios gehört werden konnte. Das Anzeigen der Position wurde durch einen schwarzen, gestrichelten Balken in der Überlagerungsspur erreicht.



**Abbildung 9:**  
Screenshot eines Projekts zur Erstellung der Phonokardiogramm Animation  
in Ulead® Video Studio 10

Die Ausgabe der erstellten Animation erfolgte im Audio Video Interleave (AVI) Format. Diese AVI Dateien umfassten jeweils etwa 500 MB.

Da das vollständige Lernprogramm maximal den Speicherplatz einer CD-ROM (700 MB) umfassen sollte und ein schneller Seitenaufbau angestrebt wurde, erfolgte eine Komprimierung der Videos in das Flash Video Format (FLV).

Die Komprimierung von AVI zu FLV wurde mit der Software X Media Recorder 2. 2. 2. 0 realisiert. Die komprimierten PKG Animationen benötigen zwischen 3,5 MB und 4 MB Speichervolumen.

#### 4. Sonstige Fotos und Abbildungen

Alle Abbildungen und Fotos im erstellten Lernprogramm sind mithilfe CorelDRAW® Graphics Suite X3 bearbeitet worden.

Störende Hintergründe wurden ausgeschnitten und durch einen im Programm einheitlichen grauen Farbverlauf ersetzt.

Die bearbeiteten Bilddateien mussten in ein für das Lernprogramm kompatibles und Speicherplatz sparendes Dateiformat überführt werden. Beim Komprimieren wurde darauf geachtet, eine bestmögliche Bildqualität bei geringer Dateigröße zu erhalten. Alle Abbildungen und Diagramme wurden daher im JPEG-Format ausgegeben.

Für die Erstellung von Bildern für Ultraschall-PKG Animationen stammte das Videomaterial im RAW Format von auf Magnet-Optical-Disc (MOD) abgespeicherten Aufnahmen eines Ultraschallsystems Sonos 1000 der Firma Philips Healthcare, Hamburg. Mit der Software Q Lab 7.1 wurden Ultraschallsequenzen aufgerufen und die Filmsequenz einer Herzaktion als Einzelbilder im BMP Format ausgegeben. Frequenzabhängig entstanden so 18 - 50 Bilder pro Herzaktion (je niedriger die Herzfrequenz, desto mehr Bilder). Die weitere Bildbearbeitung erfolgte in CorelDRAW®, wobei entsprechende PKG-Abbildungen hereingeprojiziert wurden, welche für die Animationen verwendet werden konnten.

Außerdem erteilten Dan Ricks und Prof. Dr. Don Blumenthal die freundliche Genehmigung, die Herzanimation „Hyperheart“ zur Grundlage für weitere Bearbeitung in der vorliegenden Lernsoftware zu verwenden. Es wurden Standbilder aus der ursprünglichen Videosequenz exportiert und anschließend einzeln in CorelDRAW® bearbeitet. Die BMP Dateien erhielten jeweils ein neues PKG mit einem Balken, der die Position im PKG zum Zeitpunkt der angezeigten Herzphase markiert. Der Hintergrund wurde, wie bei den anderen Bildern, mit einem grauen Farbverlauf versehen.

## 5. Sonstige Animationen und Videos

Die Erstellung von sämtlichen Animationen im Lernprogramm wurde mit der Software Ulead® Video Studio 10 realisiert.

Dabei erfolgte die Kombination von zuvor bearbeiteten Bildern (BMP-Dateien) mit entsprechenden aufbereiteten Audios.

Für Demonstrationen zur Programmbedienung wurden Bildschirmaufnahmen der Programmoberfläche mit Camtasia Studio® 4 aufgezeichnet und einzelne Details mit einer Zoomfunktion hervorgehoben.

Die ausgegebenen Dateiformate in AVI mussten ebenfalls in FLV komprimiert werden. Dadurch konnte die Größe dieser Videos auf maximal 25 MB reduziert werden.

## 6. Layout und Drehbuch

Vor der Programmierung sind zunächst vorbereitende Überlegungen angestellt worden. Dazu gehörten die Analyse der Zielgruppe und das Festlegen der Lernziele mit anschließender Strukturierung der Aufgabe.

Außerdem musste das Layout des Lernprogramms entworfen werden und ein Drehbuch erstellt werden.

Das Layout ist in Zusammenarbeit mit Fiona Weigel, Autorin des Programms „EKG-Basics“, entworfen worden. Hintergrund ist, dass EKG-Basics und PhonoBasics zusammen als Lernreihe angeboten werden sollen. Zur Erstellung der Vorlage dienten Skizzen und Grafikprogramme.

Das Drehbuch für die Lernsoftware wurde mithilfe von Microsoft® Office Powerpoint umgesetzt.

## 7. Programmierung in HTML

Für die Programmierung wurde das Format HTML 4.0 („Hypertext Markup Language“) ausgewählt. In diesem Format erfolgt die Fixierung von Typografie mittels Stylesheets (TAGLINGER 2003). So konnte überwiegend erreicht werden, dass die Seiten in den aktuellen Browsern (z. B. Windows® Internet Explorer, Mozilla Firefox) möglichst identisch dargestellt werden.

Es sind zwölf verschiedene Seitentypen entwickelt worden, die direkt als HTML-Seiten realisiert wurden<sup>9</sup>. Diese Seiten enthielten auch JavaScripts, wobei es sich um Scripts handelte, die zu Anleitungs- und Übungszwecken ohne Copyright© im Internet abrufbar waren.

Nach Modifikation dieser Vorlagen konnte sowohl der Inhalt (Text, Abbildungen, Menü, Submenü und Animationen) als auch die Verlinkung der einzelnen Seiten im Programm vorgenommen werden. Die Eingabe geschah im PSPad Editor.

Für Änderungen, die auf bereits programmierten Seiten im Nachhinein vorgenommen werden mussten, konnten Massenfürträge mit der Software Text-Crawler 2.0 ausgeführt werden. Dadurch war es möglich, mit einem Befehl auf mehreren ausgewählten Seiten Bereiche im Quellcode gesammelt zu verändern.

---

<sup>9</sup>Die Programmierung dieser Seitenvorlagen setzte der Leiter der Rechnerbetriebsgruppe der Tierärztlichen Fakultät der LMU München: Chris van der Meijden um

## IV ERGEBNISSE

### 1. PhonoBasics – ein multimediales Lernprogramm

Das Lernprogramm PhonoBasics auf CD-ROM soll mithilfe der sinnvollen Kombination verschiedener Medien wie Audio, Bild und Videosequenz die Grundlagen der kardialen Auskultation bei Hund und Katze zeitgemäß und möglichst umfassend vermitteln. Der Inhalt ist so aufgebaut, dass Lernende im Selbststudium Schritt für Schritt alle Informationen und Hörbeispiele abrufen können. Zielgruppe dieser Software sind vor allem Studierende der Tiermedizin, die mit der kardialen Auskultation beginnen. Doch auch fertig ausgebildeten Tierärztinnen und Tierärzten soll die Möglichkeit geboten werden, ihr Wissen auf diesem Gebiet zu vertiefen und zu erweitern.

Schwerpunktmäßig werden animierte Phonokardiogramme (PKGs) von akustischen Signalen simultan zum Hörerlebnis dargeboten.

Das Programm beinhaltet 488 Seiten: davon 254 Hauptseiten, 206 Vergrößerungsseiten und 28 Zusatzseiten. Insgesamt enthält die Lernsoftware 207 Abbildungen, 119 Videos und Audios sowie 45 Diagramme. Visuelle und akustische Medien werden teilweise mehrmals auf verschiedenen Seiten verwendet.

### 2. Inhaltsübersicht der einzelnen Hauptkapitel

Das Lernprogramm ist in sechs Hauptkapitel gegliedert:

- ( I ) Einführung & Equipment
- ( II ) Akustische Wahrnehmung
- ( III ) Herztöne & Geräusche
- ( IV ) Frequenz & Rhythmus
- ( V ) Auskultation
- ( VI ) Anhang

Diese Hauptkapitel enthalten Unterkapitel und Unterpunkte. Hörbeispiele können auf den Seiten ebenfalls abgerufen werden. Nahezu alle Abbildungen und Animationen können wahlweise vergrößert werden.

( I ) Im Hauptkapitel „Einführung & Equipment“ werden die Begriffsdefinitionen vorgenommen und der Aufbau sowie die verschiedenen Stethoskope und Funktionen vorgestellt. Auf den geschichtlichen Hintergrund zur Erfindung des

Stethoskops und der kardialen Auskultation wird kurz hingewiesen. Auch erfolgt eine Einführung in die Phonokardiographie. Insbesondere die Interpretation eines PKGs wird beispielhaft erklärt, was sich auf alle folgenden phonokardiographisch animierten Hörbeispiele anwenden lässt. (13 Hauptseiten)

( II ) Das zweite Kapitel „Akustische Wahrnehmung“ beinhaltet die physikalischen und physiologischen Grundlagen, die das Hören ermöglichen und einschränken. Besonderen Wert wird auf die Beschreibung der Frequenzbereiche kardialer Signale gelegt. Erste akustische Beispiele verdeutlichen diese. Auch die Wahrnehmung von verschiedenen Tonintensitäten, -intervallen und das Phänomen der Maskierung von Tönen werden vorgestellt. Zusammen mit dem ersten Hauptkapitel werden die Basisinformationen so komplettiert. (10 Hauptseiten)

( III ) Das dritte Kapitel heißt „Herztöne & Geräusche“ und ist mit 89 Seiten das umfangreichste Kapitel. Hier werden sowohl die physiologischen als auch die pathologischen Herztöne und Geräusche detailliert besprochen. In den Unterkapiteln finden sich zu den einzelnen Themen Texte mit Informationen zur Entstehung, Klangcharakteristik und klinischer Relevanz, falls es sich um pathologische Hörbeispiele handelt. Animierte Phonokardiogramme und Abbildungen verdeutlichen die klinischen Audios. In einigen Fällen unterstreichen Echokardiographien die Entstehung der auditiven Phänomene.

Auch die Orte, an denen die Herzsignale am Tier am deutlichsten sind, die sogenannten „Puncta maxima“ und „Areae maximae“ werden vorgestellt und deren Lage mithilfe von Abbildungen gezeigt. Des Weiteren wird die systematische Beschreibung eines Herzgeräusches als auch die Möglichkeiten der Klassifizierung abgehandelt. (89 Hauptseiten)

( IV ) Das Kapitel „Frequenz & Rhythmus“ beschäftigt sich mit physiologischen und pathologischen Herzfrequenzen und -rhythmen. Auch hier dienen die phonokardiographischen Animationen der Verdeutlichung der akustischen Befunde während der Auskultation. Die PKGs von Arrhythmien sollen dabei nicht durch die gleichzeitige Aufzeichnung des EKGs der Diagnosefindung dienen, sondern lediglich die hörbaren Arrhythmien visuell wiedergeben. Es erfolgt

immer der Hinweis, dass die Diagnose der Rhythmusstörung nur mithilfe eines separat registrierten Ruhe-EKGs gestellt werden kann. (27 Hauptseiten)

( V ) In dem Kapitel „Auskultation“ werden nützliche Hinweise zum Untersuchungsgang gegeben. Ein Auskultationsschema, d. h. eine sinnvolle Untersuchungsreihenfolge wird vorgeschlagen.

Zur Interpretation von Herztönen und Geräuschen werden untereinander verlinkte Entscheidungsdiagramme angeboten, die bei der Befunderhebung zur Diagnosefindung beitragen können. Hierbei wird auf spezifische weiterführende Diagnostik verwiesen. (57 Hauptseiten)

( VI ) Das Kapitel „Anhang“ enthält ein alphabetisches Stichwortregister (Index), Angaben zur Nomenklatur, ein Abkürzungsverzeichnis, ein Quellenverzeichnis, sowie empfehlenswerte Links, eine Danksagung und das Impressum. (41 Hauptseiten)

Darüber hinaus gibt es eine Startseite, die den Lernenden begrüßt und auf die Hinweise zur Programmbedienung verweist. Lernziele werden kommuniziert. Außerdem wird auf einer weiteren Seite die Möglichkeit einer Kalibrierung der Lautstärke angeboten. Es wird angeraten, geeignete Kopfhörer oder externe Lautsprecherboxen während der Anwendung des Programms zu verwenden. (3 Hauptseiten)

Auf den Seiten zur Programmbedienung werden die Einzelfunktionen von PhonoBasics erläutert und mithilfe von Videos demonstriert. (14 Hauptseiten)

### 3. Umsetzung ergonomischer Anforderungen

Um einen erfolgreichen, anwendungsfreundlichen Einsatz der Lernsoftware zu gewährleisten, wurden bei der Erstellung ergonomische Anforderungen berücksichtigt.

#### 3.1. Konsistenz und Layout

Insbesondere bei der Entwicklung des Layouts und der Gestaltung der einzelnen Seitentypen mussten grundlegende Erkenntnisse aus der Computer-Ergonomie mit einbezogen werden.

### 3.1.1. Hauptseiten

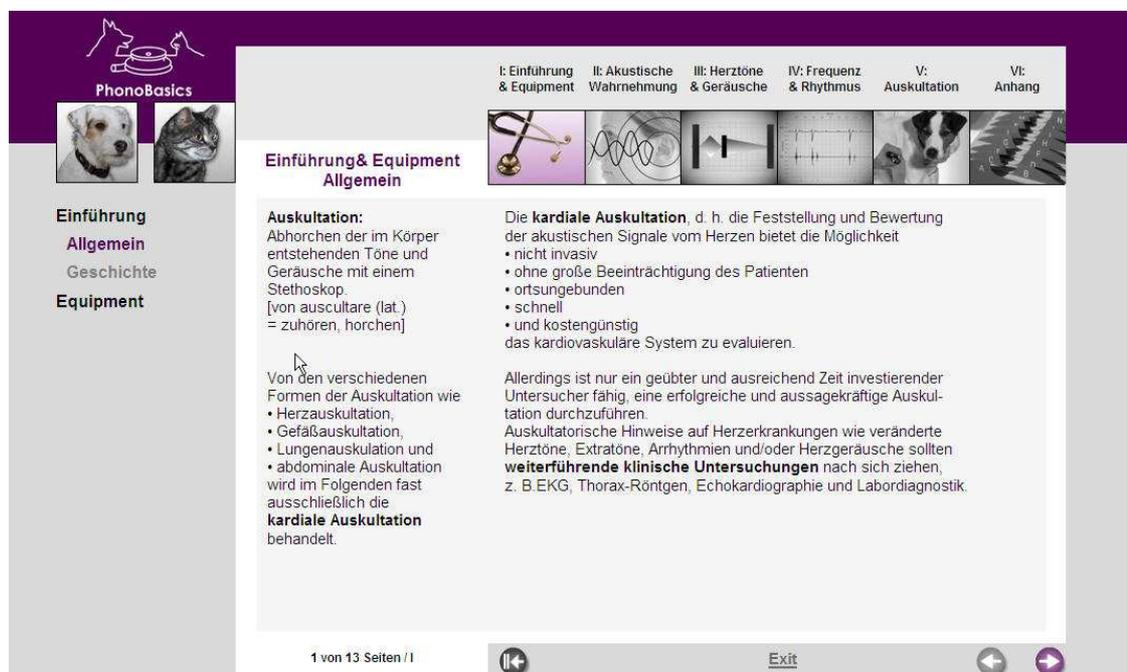
Insgesamt gibt es 254 Hauptseiten. Das Basislayout aller Seiten ist konstant gehalten. Folgende Elemente sind immer an derselben Position lokalisiert, so dass eine einheitliche Bedienoberfläche entsteht:

Oben links auf jeder Hauptseite befindet sich das Logo von PhonoBasics. Unterhalb des Logos sind zwei quadratische Abbildungen von einem Hund und einer Katze angeordnet. Diese werden jeweils farblich angezeigt, wenn der Inhalt der Seite sich auf die jeweilige Tierart bezieht. Auf Seiten, die für Hund und Katze relevant sind, sind beide Bilder farblich dargestellt.

Ein weiterer fester Bestandteil jeder Hauptseite ist die Bildleiste der Hauptnavigation.

Im Zentrum der Seite befindet sich der Inhalt, der einem von acht unterschiedlichen Seitentypen entspricht. Es gibt Seitentypen, die ausschließlich aus Text bestehen und Seiten mit abrufbaren Audios und/ oder Animationen. Darauf wird näher im Kapitel 3.1.2. im Anschluss eingegangen.

Der Hintergrund ist farblich einheitlich gestaltet und überwiegend grau gehalten. Als Akzentuierung des Hintergrundes ist für den oberen Bereich ein dunkelvioletter Kasten gewählt worden.



**Abbildung 10:** Typischer Aufbau einer Hauptseite mit reinem Textanteil im Zentrum der Seite (Variante (a))

### 3.1.2. Hauptseiten-Typen

Es gibt verschiedene Variationen des zentralen Feldes der Hauptseite. Zum einen ist dies notwendig für die unterschiedlichen Inhalte, zum anderen wird das Lernprogramm dadurch abwechslungsreicher. Jedoch ist aus ergonomischen Gründen die Anzahl der Variationen begrenzt.

Folgende acht Varianten der Hauptseiten-Typen kommen vor:

- (a) reine Textseite (siehe Abbildung 10)
- (b) Textblock links, ein visuelles Medium rechts (siehe Abbildung 11)
- (c) Textblock links, zwei visuelle Medien rechts, untereinander angeordnet (siehe Abbildung 12)
- (d) Textblock links, drei visuelle Medien rechts, oben links eins, unten zwei (siehe Abbildung 13)
- (e) Textblock links, drei visuelle Medien rechts; oben zwei, unten eins (siehe Abbildung 14)
- (f) Textblock links, vier visuelle Medien rechts; jeweils oben und unten zwei (siehe Abbildung 15)
- (g) Textblock links, rechts drei bis fünf Lautsprecherbuttons mit hinterlegtem Audio und entsprechender Anzahl kleiner Bilder und Legenden (siehe Abbildung 16)
- (h) Bild links, Text rechts, wird nur im Anhang verwendet (siehe Abbildung 17)

Als visuelle Medien kommen in Frage: Bilder, Diagramme oder Videos. Dabei werden auf einer Seite je nach Variante entweder eine Art des Mediums oder mehrere Arten angezeigt, d. h. auf einer Seite können sowohl Bilder als auch Videos gezeigt werden. Es wird allerdings ausschließlich ein Video pro Seite abgespielt. Wenn also auf einer Seite mehrere visuelle Medien angeboten werden, sind auf der Hauptseite nur Standbilder aus den jeweiligen Videos zu sehen. Abgespielt wird der Film bei Anwahl auf einer separaten Seite (Vergrößerungsseite).

Anzahl visueller Medien und vorkommende Kombinationen auf den einzelnen Hauptseitentypen:

- ein Bild
- ein Video
- ein Bild, ein Video (Standbild aus dem jeweiligen Video)

- zwei Bilder
- zwei Videos (Standbilder aus den jeweiligen Videos)
- ein Bild, zwei Videos (Standbilder aus den jeweiligen Videos)
- drei Bilder
- drei Videos (Standbilder aus den jeweiligen Videos)
- ein Bild, drei Videos (Standbilder aus den jeweiligen Videos)
- zwei Bilder, zwei Videos (Standbilder aus den jeweiligen Videos)
- vier Bilder
- vier Videos (Standbilder aus den jeweiligen Videos)

Abbildungen und Animationen können jeweils vergrößert auf einer separaten Seite betrachtet und beurteilt werden.

The screenshot shows a software interface titled 'PhonoBasics' for 'Hund' (Dog). The main content area is titled 'Areae maximae Hund' and contains the following text:

Herzgeräusche an den Areae maximae und Puncta maxima des Hundes auf der linken Thoraxseite:

**Herzbasis:**

- P: Pulmonalregion**
- A: Aortenregion**

**Herzspitze:**

- B: Bikuspidalregion**
- Linkes Atrium
- Linker Ventrikel

To the right of the text is a diagram of a dog's thorax with colored circles indicating the locations of the heart sounds: P (pulmonary), A (aortic), B (bicuspid), LA (left atrium), and LV (left ventricle). Below the diagram is the caption 'Areae maximae auf der linken Seite des Hundes'.

The interface also features a left sidebar with a menu: Herztöne, Herzgeräusche, Allgemein, Frequenzen, Beschreibung, Allgemein, örtliche Zuordnung, Zeitliche Zuordnung, Qualität, Gradeinteilung, and Klassifizierung. At the top, there is a navigation bar with icons for: I: Einführung & Equipment, II: Akustische Wahrnehmung, III: Herzöne & Geräusche, IV: Frequenz & Rhythmus, V: Auskultation, and VI: Anhang. The bottom of the interface shows '44 von 90 Seiten / III', a magnifying glass icon, and an 'Exit' button.

**Abbildung 11:**  
Variante (b) der Hauptseite

**PhonoBasics**

I: Einführung & Equipment    II: Akustische Wahrnehmung    III: Herzöne & Geräusche    IV: Frequenz & Rhythmus    V: Auskultation    VI: Anhang

**Punctum maximum Hund Pulmonalklappe**

**Herztöne**  
**Physiologisch**  
 1., 2. Herzton  
 Vier Herzöne  
**Puncta maxima**  
 Herztonintensität  
**Pathologisch**  
**Herzgeräusche**

**Lokalisation:**

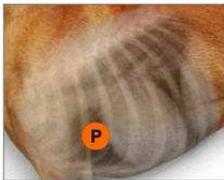
- 3. Interkostalraum, links
- ventral vom Buggelenk
- kranial unter der Ellbogenfalte, evtl. mit kranial gezogener Schultergliedmaße

**1. Herzton:**

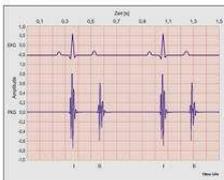
- erscheint kaum länger als der 2. Herzton
- niederfrequent

**2. Herzton:**

- **lauter** als 1. Herzton, betont
- hochfrequent



Punctum maximum Pulmonalklappe, Hund



Normaler 1., 2. Herzton Pulmonalklappe, Hund

9 von 90 Seiten / III    Exit

Abbildung 12:  
Variante (c) der Hauptseite

**PhonoBasics**

I: Einführung & Equipment    II: Akustische Wahrnehmung    III: Herzöne & Geräusche    IV: Frequenz & Rhythmus    V: Auskultation    VI: Anhang

**Zeitliche Zuordnung Systolisch**

**Herztöne**  
**Herzgeräusche**  
 Allgemein  
 Frequenzen  
**Beschreibung**  
 Allgemein  
 örtliche Zuordnung  
 Zeitliche Zuordnung  
 Qualität  
 Gradeinteilung  
 Klassifizierung

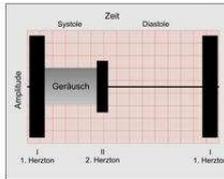
**Charakterisierung:**

- während der Systole
- zwischen 1. und 2. Herzton

**Vorkommen:**

- **Aorten- und Pulmonalstenose**
- **Mitralklappen- und Trikuspidalklappeninsuffizienz**
- **Ventrikelseptumdefekt**

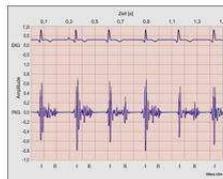
Die meisten Herzgeräusche bei Hund und Katze sind systolisch.



Systolisches Geräusch



Systolisches Geräusch, Hund



Systolisches Geräusch, Katze

55 von 90 Seiten / III    Exit

Abbildung 13:  
Variante (d) der Hauptseite

**PhonoBasics**



**Herztöne**

**Physiologisch**

1., 2. Herzton  
Vier Herztone  
Puncta maxima  
Herztonintensität

**Pathologisch**

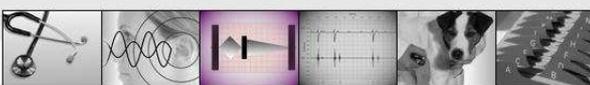
Herzgeräusche

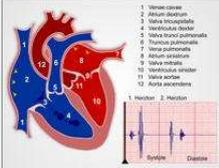
**Physiologisch Vier Herztone**

Hunde, die relative große Herzen, im Sinne eines Sportlerherzens besitzen, können physiologisch bei niedriger Herzfrequenz alle vier Herztone besitzen. Dieses Phänomen kann insbesondere bei großen Hunden beobachtet werden.

Von diesen Ausnahmen abgesehen sind ein 3. oder 4. Herzton bei Hund und Katze ein Hinweis auf eine pathologische Veränderung des Herzens.

I: Einführung & Equipment    II: Akustische Wahrnehmung    III: Herztöne & Geräusche    IV: Frequenz & Rhythmus    V: Auskultation    VI: Anhang

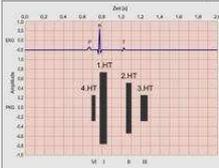




Herzaktion und vier Herztonen



Original PKG Dogge mit 4 Herztonen



Schematisches PKG Dogge mit 4 Herztonen

4 von 90 Seiten / III    [Exit](#)

**Abbildung 14:**  
Variante (e) der Hauptseite

**PhonoBasics**



**Herztöne**

**Herzgeräusche**

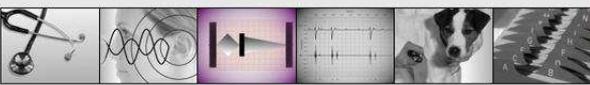
Allgemein  
Frequenzen  
Beschreibung  
**Klassifizierung**  
Allgemein  
Austreibungsgeräusch  
**Rückflussgeräusch**  
Füllungsgeräusch  
Funktionelles  
Geräusch  
Shunt Geräusch

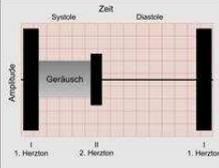
**Rückflussgeräusche systolisch**

Herzerkrankungen, die zu systolischen Rückflussgeräuschen führen:

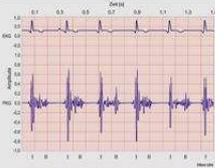
- Mitralklappeninsuffizienz
- Trikuspidalklappeninsuffizienz
- Ventrikel-Septum-Defekt

I: Einführung & Equipment    II: Akustische Wahrnehmung    III: Herztöne & Geräusche    IV: Frequenz & Rhythmus    V: Auskultation    VI: Anhang

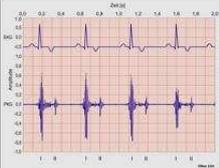




Rückflussgeräusch



Mitralklappeninsuffizienz, Katze



Mitralklappeninsuffizienz, Hund



Ventrikelseptumdefekt, Hund

76 von 90 Seiten / III    [Exit](#)

**Abbildung 15:**  
Variante (f) der Hauptseite

**PhonoBasics**

I: Einführung & Equipment II: Akustische Wahrnehmung III: Herztöne & Geräusche IV: Frequenz & Rhythmus V: Auskultation VI: Anhang

### Herzfrequenz normal

Die **Herzfrequenz** ist die Anzahl der Herzschläge pro Minute [Schl./min.]. Sie wird von vielen Faktoren wie Tierart, Alter, Konstitution, physischer und psychischer Belastung beeinflusst.

**Richtwerte** für Patienten beim Tierarzt sind:

- **adulte Hunde**  
60 - 160 Schl./min.
- **adulte Katzen**  
140 - 210 Schl./min.

Kleine Hunde zeigen meist höhere Herzfrequenzen als die Größeren, da sie einen ausgeprägteren Sympathikotonus beim Tierarzt besitzen. Sportlich trainierte Tiere besitzen niedrige Herzfrequenzen.

1 von 27 Seiten / IV

Exit

**Abbildung 16:**  
Variante (g) der Hauptseite

**PhonoBasics**

I: Einführung & Equipment II: Akustische Wahrnehmung III: Herztöne & Geräusche IV: Frequenz & Rhythmus V: Auskultation VI: Anhang

### Index

**A**

**A** B C D E F G H I K L M N P Q R S T V W Z

- Abgesetztheit
- Abkürzungen
- Adipositas
- Akustische Wahrnehmung
- Amplitude
- Anämie
- Aorteninsuffizienz
- Aortenregion
- Aortenstenose
- Aortenstenose, subvalvulär
- Area maxima
- Areae maximae Hund
- Areae maximae Katze
- ... Ar - Av

1 von 47 Seiten / VI

Exit

**Abbildung 17:**  
Variante (h) der Hauptseite

### 3.1.3. Vergrößerungsseiten

Um die Größe der einzelnen Abbildungen und Animationen für eine bessere Detailerkennbarkeit zu maximieren, werden für fast alle Darstellungen Vergrößerungsseiten angeboten. Durch das Symbol der Lupe unter den Bildern wird auf diese Möglichkeit hingewiesen. Bei Animationen und Filmen verweist das Symbol einer Filmrolle auf die Option, den Film zu vergrößern und abzuspielen.

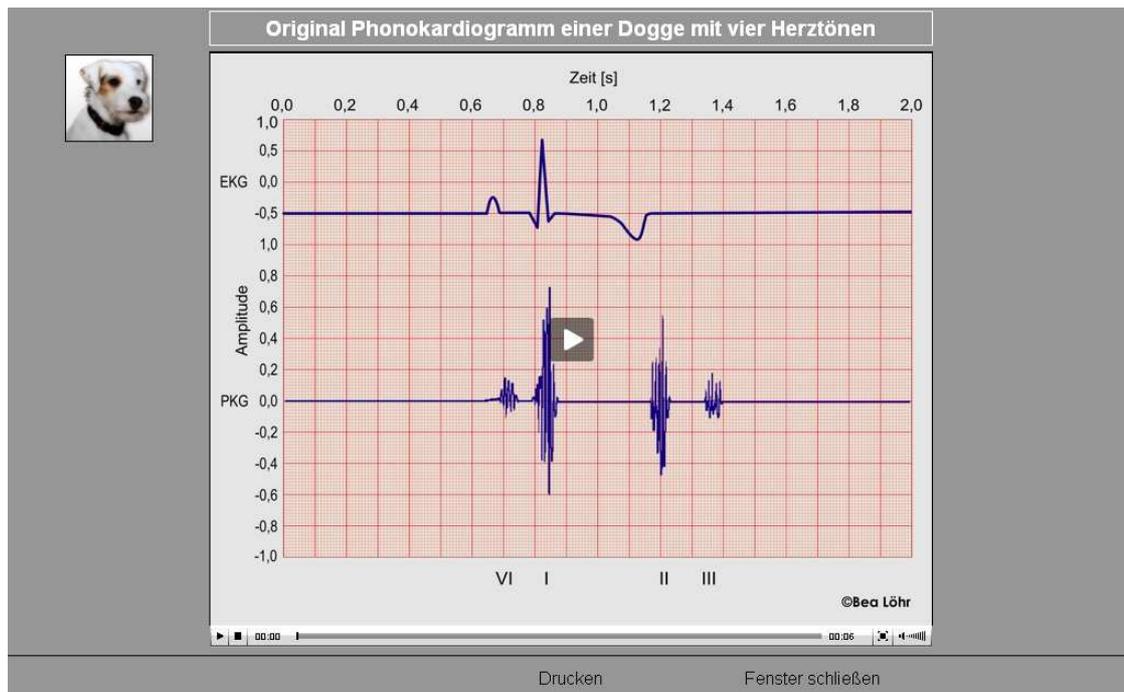
Wenn auf einer Seite mehr als ein Video angeboten wird, ist auf der Hauptseite nur ein unbewegtes Standbild als Platzhalter für den entsprechenden Film dargestellt. Beim Klick auf das Filmrollen-Icon öffnet sich die dazugehörige Vergrößerungsseite und der Film wird abgespielt. Dieses Verfahren ermöglicht die Umsetzung der ergonomischen Anforderung, dass maximal eine Animation pro Browserfenster aktiv ist, um die Aufmerksamkeit des Betrachters nicht zu überstrapazieren.

Auf den Vergrößerungsseiten ist der Hintergrund einheitlich grau gehalten, um einen optimalen Kontrast zum maximierten Bild bzw. Film zu erzielen.

Auf diesem Seitentyp wird das jeweilige Bild oder der entsprechende Film mit einer eindeutigen Überschrift beschrieben.

Oben links ist gegebenenfalls das Symbol Hund oder Katze angezeigt, sofern sich die gezeigte Abbildung oder Animation auf nur eine der beiden Tierarten bezieht oder das Audio von einer der beiden Spezies stammt.

Die Vergrößerungsseiten verfügen über eine eigene Navigation. Es kann entweder die Seite gedruckt werden (Drucken) oder geschlossen werden (Fenster schließen). Nach Schließen des Fensters erscheint die zuvor besuchte Hauptseite, aus der die Vergrößerungsseite hervorging. Auf manchen Vergrößerungsseiten besteht auch die Funktion, eine Legende ein- oder auszublenken (Legende ein/ Legende aus).



**Abbildung 18:**  
Typischer Aufbau einer Vergrößerungsseite mit einem PKG Film im Zentrum der Seite

### 3.2. Orientierung und Navigation

Durch den einheitlichen Aufbau der Haupt- und Vergrößerungsseiten sind auch die Orientierung und die Navigation des jeweiligen Seitentyps identisch. Dies ist eine der essentiellen Anforderungen, damit sich ein Programmanwender schnell zurechtfindet. Im Folgenden wird die Navigation auf den Hauptseiten beschrieben.

Das Logo, oben links auf allen Hauptseiten angeordnet, dient gleichzeitig als Link zurück zur Startseite. Von dieser Seite aus können unter anderem Hinweise zur Programmbedienung abgerufen werden.

Die Navigation der Hauptkapitel erfolgt über die waagerechte Bildleiste oben auf den Seiten. Links werden die jeweiligen Unterkapitel und deren Unterpunkte des Hauptkapitels untereinander angezeigt und können angewählt werden.

Das jeweils ausgewählte Kapitel wird durch eine dunkelviolette Überschrift angezeigt. Das entsprechende Bild des aktiven Hauptkapitels ist, im Gegensatz zu den übrigen Kapitelbildern in Graustufen, farbig dargestellt. Auch das entsprechende Unterkapitel, links im Menü, ist dunkelviolett gekennzeichnet und hebt sich dadurch von den sonstigen schwarzen und grauen Überschriften ab.

Eine eindeutige Nummerierung jeder Seite ist immer sichtbar und gibt zudem an, wie viele Hauptseiten sich im jeweiligen Kapitel befinden.

Die Navigation bietet den Lernenden die Möglichkeit, das Programm von der ersten bis zur letzten Seite in chronologischer Reihenfolge durchzublättern – ähnlich wie in einem Buch. Dafür befinden sich Schaltflächen in Pfeilform unterhalb des Inhaltsfensters.

Es können aber auch gezielt einzelne Themenbereiche über die Navigationsleisten oder das Stichwortverzeichnis im Anhang ausgewählt werden.

Eine weitere Schaltfläche in anderer Pfeilform ermöglicht eine erleichterte Orientierung. Dieser sogenannte Backtrack Button leitet den Benutzer auf die zuvor angesehene Seite zurück und verhindert so eine Verirrung innerhalb des Programms.

Weitere Icons wie Lupe und Filmrolle kommen zum Einsatz, um auf die Vergrößerungsseiten hinzuweisen (siehe Kapitel 3.1.3.).

Alle Videos verfügen über eine Kontrollleiste mit den Funktionen Pause (um den Film anzuhalten), Abspielen (um den Film an der zuvor angehaltenen Stelle wieder abspielen zu lassen) und Stop (um den Film zu beenden und neu zu starten). Außerdem besteht die Möglichkeit, über einen Schieberegler eine einzelne Phase gezielt anzuwählen und von dort an abzuspielen. Die Filme können auch bei Klick auf das Videofenster angehalten werden (Funktion: Pause) und an der angehaltenen Stelle wieder abgespult werden (Funktion: Abspielen).

Ein Hyperlink, mit der Aufschrift „Exit“ gekennzeichnet, bietet die Möglichkeit das Programm zu beenden.

### 3.3. Übersicht fester Bildelemente und Icons in PhonoBasics



**Abbildung 19:**  
Logo



**Abbildung 20:**  
Hauptnavigationsleiste



**Abbildung 21:**  
Button: „Backtrack Button“, zurück auf die zuvor angesehene Seite (Chronik)



**Abbildung 22:**  
Button: Seite zurück



**Abbildung 23:**  
Button: Seite vor



**Abbildung 24:**  
Icon: Lupe, zur Vergrößerung von Bildern  
Filmen



**Abbildung 25:**  
Icon: Filmrolle, zur Vergrößerung von  
Filmen



**Abbildung 26:**  
Button: Exit, Programm beenden

### 3.4. Zusammenfassung der Umsetzung ergonomischer Anforderungen

Die folgende Tabelle stellt dar, welche ergonomischen Anforderungen in der Lernsoftware realisiert werden konnten.

Kategorie	Anforderungen	Umgesetzt	Nicht umgesetzt
<b>Performanz</b>	Seitenaufbau im Browser unter 2 s	<b>teilweise, computer-abhängig</b>	
	Optimierte Quellcodes z. B. durch Verwendung von Stylesheets	<b>X</b>	
	Anwendung geeigneter Komprimierungsformate für Grafiken, Animationen und Audios	<b>Kompromiss zwischen Bildqualität und Komprimierung</b>	
<b>Gestaltung/ Layout Konsistenz</b>	Einheitliche auf die Benutzungsfunktion zugeschnittene Bedienoberfläche	<b>X</b>	
	Einheitliches Layout	<b>X</b>	
	Einhaltung einheitlicher Zwischenabstände	<b>X</b>	
	Berücksichtigung horizontaler und vertikaler Gestaltungsachsen	<b>X</b>	
	Ausrichtung von Bildelementen entlang von Fluchtlinien	<b>X</b>	
	Gruppierung von Schaltflächen und Feldern	<b>X</b>	
	Optimierung der Abstände zwischen den Elementen	<b>X</b>	
	Zentrierte Platzierungen von Icons	<b>X</b>	
<b>Typographie</b>	Auswahl einer serifenlosen Schriftart (z. B. Arial, Helvetica)	<b>X (Arial)</b>	
	Verwendung einer ausreichend lesbaren Schriftgröße	<b>X</b>	
	Schriftsatz: linksbündiger Flattersatz	<b>X</b>	
	Verwendung von Fettdruck und Überschriften, für Hervorhebungen	<b>X</b>	

<b>Typographie</b>	Vermeidung von Kursivschreibung	<b>X</b>	
	Vermeidung von Großschreibung ganzer Wörter	<b>X</b>	
	Vermeidung von schlechter lesbarem farbigem Text und flimmerndem blauen Text		<b>vereinzelt dunkelvioletter Text</b>
	Keine Verwendung von Schriftmischungen	<b>X</b>	
	Keine Verwendung von geglätteten Schriften	<b>X</b>	
<b>Farbgestaltung</b>	Möglichst kontrastreiche Kombination von Vordergrund- und Hintergrundfarben, z. B. durch Bunt-Unbunt-Kontrast oder Hell-Dunkel-Kontrast	<b>X</b>	
	Konsistente Farbverwendung	<b>X</b>	
	Dezenter Farbeinsatz	<b>überwiegend</b>	
	Keine Kombination von Primärfarben in Vorder- und Hintergrund	<b>X</b>	
	Vermeidung des Einsatzes von extrem gesättigten Farben	<b>überwiegend</b>	<b>in Ultraschall-Dopplerfilmen nicht vermeidbar</b>
	Variabilität der Farbdarstellung auf verschiedener Hardware testen und möglichst gering halten	<b>X</b>	
<b>Grafiken</b>	Begrenzte Anzahl von Grafiken auf einer Seite	<b>maximal 4 Grafiken pro Seite plus Navigationsleiste</b>	
	Verzicht auf aufwendige Darstellungen	<b>teilweise</b>	<b>teilweise</b>
	Mehrfachverwendungen von Grafiken (bessere Performanz)	<b>X</b>	
	Angabe von „height“ und „width“ in Programmierung (bessere Performanz)	<b>X</b>	
	Wahl einer geeigneten Komprimierungsform z. B. JPEG für Fotos hoher Qualität und GIF oder PNG für Icons	<b>X</b>	

<b>Animationen</b>	Erzeugung glatter verfolgbare Bewegungen	<b>X</b>	
	Möglichkeit, Animationen auf der Seite ein- und auszuschalten	<b>X</b>	
	Maximal eine Animation im Browserfenster	<b>X</b>	
	Verwendung eines geeigneten Komprimierungsformats z. B. FLV	<b>X</b>	
<b>Audios</b>	Hohe Qualität und Informationsdichte im Bearbeitungsformat, d. h. WAVE oder MIDI	<b>X</b>	
	Wählen eines geeigneten Komprimierungsformat z. B. MP3	<b>X</b>	
<b>Usability/ Dialogführung</b>	Aufgabenangemessenheit	<b>bisher nicht evaluiert</b>	<b>bisher nicht evaluiert</b>
	Selbstbeschreibungsfähige Bedienelemente	<b>X</b>	
	Steuerbarkeit	<b>X</b>	
	Erwartungskonformität	<b>X</b>	
	Fehlertoleranz	<b>teilweise</b>	<b>teilweise</b>
	Individualisierbarkeit		<b>X</b>
	Lernförderlichkeit	<b>bisher nicht evaluiert</b>	<b>bisher nicht evaluiert</b>
<b>Menü/ Navigation</b>	Inhaltliche Strukturierung	<b>X</b>	
	Anordnung von Navigationselementen außerhalb des Textes	<b>X</b>	
	Anzeige der Position im Programm	<b>X</b>	
	Verwendung von Icons vorteilhaft für Orientierung	<b>X</b>	
	Konsistenz	<b>X</b>	
	Stetige Verfügbarkeit der Navigation	<b>X</b>	
	Selbstbeschreibungsfähige Menüführung	<b>X</b>	

**Tabelle 6:**  
Zusammenfassung der Umsetzung ergonomischer Anforderungen in PhonoBasics

## 4. Umsetzung der didaktischen Anforderungen

Bei der inhaltlichen Gestaltung wurden didaktische Grundsätze beachtet, um einen optimalen Lerneffekt beim Anwender von PhonoBasics zu erzielen. Insbesondere der gemeinsame Einsatz von Text und visuellem Material hat einen erheblichen positiven Einfluss darauf (MAYER 2005b).

### 4.1. Lernziel

Das Lernziel des vorliegenden Lernprogramms ist es, dem Lernenden sowohl die theoretischen Grundlagen der Auskultation, die Vorgehensweise des Untersuchungsgangs als auch die Fähigkeiten im Registrieren und Identifizieren der physiologischen und pathologischen akustischen Signale des Herzens zu vermitteln.

Dabei fanden sowohl allgemeine Richtlinien als auch die kognitiven Theorien zu multimedialem Lernen Berücksichtigung. In folgender tabellarischer Übersicht ist die Umsetzung der didaktischen Anforderungen zusammengefasst.

### 4.2. Zusammenfassung der Umsetzung didaktischer Anforderungen

Didaktische Leitsätze für Softwaregestaltung	Umsetzung in PhonoBasics
Lernziel formulieren und kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vor der Umsetzung formuliert</li> <li>• auf Willkommenseite kommuniziert</li> </ul>
„Intrinsic Cognitive Load“ möglichst gering halten, d. h. Anteil an komplexen Inhalten möglichst gering halten nach dem Prinzip „weniger ist mehr“	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begrenzter Umfang an Text im Textblock links</li> <li>• Maximal vier abrufbare visuelle Medien pro Seite</li> </ul>
„Extraneous Cognitive Load“ reduzieren, indem Informationen übersichtlich und leicht auffindbar angeboten werden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konsistente Anordnung der Bildelemente</li> <li>• Konsistentes Bildschirmlayout der Haupt- und Vergrößerungsseiten</li> <li>• Verwendung von Icons wie Lupe oder Filmrolle, mit Möglichkeit zur Vergrößerung von visuellen Medien bzw. dem Abspielen von Videosequenzen</li> <li>• Beschränkung der Anzahl an abrufbaren visuellen Medien pro Seite</li> </ul>
„Germane Cognitive Load“ erhöhen, indem die Bildung von kognitiven Schemata durch die Verwendung von ähnlichen Prozessen gefördert wird	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PKG-Animationen optisch ähnlich aufgebaut (Skala, Hintergrund) mit dem Ziel der Erzeugung von kognitiven Schemata</li> <li>• Vernetzung von bereits Gelerntem mit neuen Informationen z.B. in Kap.V, Entscheidungsdiagramme</li> </ul>

Rücksichtnahme auf begrenzte Arbeitsgedächtniskapazität, indem Reizüberflutung und übermäßiges Informationsangebot vermieden werden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begrenzter Umfang an Text im Textblock links</li> <li>• Beschränkung der Anzahl an visuellen Medien pro Seite (maximal vier)</li> <li>• Maximal ein bewegtes Bild (Video) pro Seite</li> </ul>
Kodierung von Informationen erfolgt dual in getrennten Verarbeitungskanälen (visuell und auditiv): Informationen von einem Kanal können in den anderen übertragen werden, diese sogenannten Kreuz-Kanal Präsentationen des selben Stimulus sind wichtige Erfolgsfaktoren beim Lernen mit Multimedia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PKG Animationen: Kombination von Video und Audio</li> <li>• Herzanimationen inklusive Audio</li> <li>• Echokardiographie-Videos inklusive Audio</li> <li>• Kombination von Text und visuellen Medien auf den Hauptseiten</li> </ul>
Informationen in einem sinnvollen Kontext und in aufeinander aufbauender Reihenfolge darbieten, damit aktives Lernen ermöglicht wird;	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gliederung in fünf Hauptkapitel, wobei Informationen von Kapitel I-V aufeinander aufbauen;</li> <li>• Gliederung der Hauptkapitel in sinnvolle Unterkapitel</li> </ul>
Aufmerksamkeit erregen und zum Lernen motivieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abwechslungsreiches Angebot verschiedener multimedialer Medien, z.B. Audios, Animationen von PKGs inklusive Audio, Diagramme, Fotos, Herzanimation inklusive Audio, Echokardiographie-Videos mit und ohne Audio</li> <li>• Haupt-Seitentyp Variationen mit unterschiedlicher Anordnung und Anzahl von visuellen Medien</li> <li>• Vergrößerungsseiten</li> </ul>
Reichhaltige Informationen und Hilfestellungen anbieten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Textblock links</li> <li>• Auch ganzseitige Textseiten vorhanden</li> <li>• Links zu Seiten mit Zusatzinformationen</li> <li>• Hinweise zur Programmbedienung</li> <li>• Kap. V: Nützliche Hinweise zur Auskultation</li> <li>• Kap. V: Entscheidungsdiagramme zur Diagnosefindung</li> </ul>
Möglichkeiten zur Wiederholung und Vertiefung von Gelerntem zur Verfügung stellen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Audios und Videos werden in verschiedenen Kontexten z.T. wiederholt</li> <li>• Wiederholung aller Auskultationsbefunde in Kap.V, Entscheidungsdiagramme</li> </ul>
Beispiele und Fragen mit Antworten offerieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bisher nicht erfolgt</li> </ul>

**Tabelle 7:**  
Zusammenfassung der Umsetzung didaktischer Regeln in Phono Basics

## 5. Systemvoraussetzungen

Da durch den kontinuierlichen technischen Fortschritt in der Computerindustrie eine Lernsoftware nicht auf jeder beliebigen Plattform angewendet werden kann, müssen die Systemvoraussetzungen für eine erfolgreiche Anwendung formuliert werden.

Als Speichermedium für PhonoBasics ist eine CD-ROM geplant. Eventuell wird zusätzlich auch ein Online-Zugriff über den herausgebenden Verlag (Schlütersche Verlagsgesellschaft, Hannover) angeboten.

### 5.1. Plattform

Der Computer sollte mindestens über folgende Leistungseigenschaften verfügen:

- Pentium 233 MHz und höher  
(empfohlen mindestens Pentium 500 MHz)
- Arbeitsspeicher über mindestens 128 MB RAM und höher  
(empfohlen mindestens 512 MB RAM)
- CD/ DVD-Laufwerk
- Grafikkarte und Soundkarte müssen vorhanden sein
- Bildschirmauflösung von mindestens 1024x768 Pixel oder höher empfohlen

Da es sich um ein Browser-gesteuertes Lernprogramm handelt, sollte für einen fehlerfreien Seitenaufbau ein PC mit einem Windows® Betriebssystem verwendet werden. Dieser sollte wenigstens über einen der folgenden Internetbrowser verfügen:

- Mozilla Firefox Version 3.5 oder neuer
- Windows® Explorer Version 8.0
- Safari Version 5.0 oder neuer
- Google Chrome Version 9.0 oder neuer

An einer Version für Apple® und Linux Betriebssysteme wird noch gearbeitet. Für die Darstellung der Videos im Flash-Format muss ein entsprechender Flash-Media-Player installiert sein.

## 5.2. Lautsprecher, Kopfhörer

Wie bereits in der Literaturübersicht (Kapitel 1.3.) angesprochen, erfordert die Wiedergabe der Frequenzbereiche der akustischen kardiologischen Signale besondere Voraussetzungen auf Seiten des Ausgabegeräts.

Jeder Lautsprecher oder Kopfhörer verstärkt verschiedene Frequenzbereiche unterschiedlich und filtert häufig niedrige Frequenzen als Störgeräusche vollständig heraus, um vor allem eine optimale Wiedergabe von Musik zu ermöglichen. Da Herztöne und Geräusche überwiegend Frequenzen von unter 500 Hz besitzen, also im Bereich der Störgeräusche liegen, variiert ihre Wiedergabe enorm in Abhängigkeit vom verwendeten Lautsprecher- oder Kopfhörermodell. Das kann durchaus dazu führen, dass ein Herzgeräusch gar nicht mehr mit einem bestimmten Ausgabemedium gehört werden kann. Deshalb müssen Lautsprecher oder Kopfhörer für eine vollständige Wiedergabe der Hörbeispiele Frequenzbereiche unter 500 Hz wiedergeben können.

Empfehlenswerte und getestete Kopfhörer sind:

- Sennheiser Kopfhörer HD 62 TV
- Philips In-Ear-Kopfhörer Modell „she9503 premium sound“

Um ein einheitliches Hörergebnis beim Anwender von PhonoBasics zu erzielen, wird ein entsprechender Kopfhörer mitgeliefert. Auf der ersten Seite des Lernprogramms (Willkommenseite) besteht die Möglichkeit der Lautstärkekalibrierung des PCs, um sicherzustellen, dass alle Audios laut und deutlich gehört werden können.

## V DISKUSSION

PhonoBasics ist das erste umfassende veterinärmedizinische multimediale Lernprogramm auf dem Gebiet der kardialen Auskultation bei Hund und Katze. Neu ist insbesondere, dass mithilfe von animierten Phonokardiogrammen (PKG) die akustischen Signale des Herzens vermittelt werden.

Es handelt sich bei der vorliegenden Software definitionsgemäß um ein multimediales Lernangebot, da das Programm vom Lernenden steuerbar ist und visuelle, akustische und sprachliche Sinne des Lernenden anspricht (HASEBROOK 1997).

### 1. Vorteile bei der Wahl von E-Learning in der Lehre der Auskultation

Bei der Vermittlung der kardialen Auskultation bieten die modernen Möglichkeiten einer Computeranwendung gegenüber Büchern mit Hörbeispielen auf CD entscheidende Vorteile.

Insbesondere die Verwendung der animierten Phonokardiogramme führt nach REY (2009) dazu, dass der Lerneffekt, im Vergleich zur Einbindung unbewegter Bilder, deutlich erhöht wird. Videos erzeugen zudem laut THESMANN (2010) aufgrund ihres scheinbaren Realismus und ihrer Dynamik eine maximale Beteiligung beim Betrachter. Dadurch, dass Auskultationsbefunde in dieser Medienform simultan gehört und gesehen werden, können beispielsweise äußerst schwer hörbare Extratöne und Herzgeräusche mit Frequenzbereichen unter 500 Hz deutlicher wahrgenommen werden.

Außerdem können Hörbeispiele im direkten Zusammenhang mit dem Text abgerufen werden. Dies erspart ein umständliches Wechseln der Medienform, wie es bei der Kombination von Textbuch mit Audios auf CD-ROM notwendig ist.

Zusätzliche Informationen können zudem je nach Bedarf komfortabel nachgeschlagen werden.

Nicht jede Lernsoftware bietet den erwünschten Erfolg eines gesteigerten Wissenstransfers gegenüber Büchern. Entscheidend für ein gutes Lernergebnis ist einerseits der Inhalt, der übermittelt werden soll (MAYER 2005a). Andererseits ist die ergonomische und didaktische Konzeption der Lernumgebung

ausschlaggebend. Es kommt folglich auf die konkrete Umsetzung der Lernsoftware an (NIEGEMANN 2001).

## 2. Bisheriges Literatur- und Medienangebot in der Lehre der Auskultation

Seit den 70er Jahren stand in der Humanmedizin umfassende Literatur zum Thema kardiale Auskultation bereit. Darunter sehr umfangreiche Werke, um die Technik der Auskultation zu vermitteln (LUISADA 1975, FRANKE 1984). Da meist keine Möglichkeiten bestanden, Hörbeispiele der Herztöne und Geräusche zur Verfügung zu stellen, beschränkte sich deren Beschreibung meist auf Texte, die mit Abbildungen von Phonokardiogrammen ergänzt wurden. RAVIN (1976) erkannte die Notwendigkeit, den Lernenden Audiobeispiele anzubieten und gab eine Reihe von Tonkassetten mit einem Begleitheft heraus.

Moderne Lehrbücher in Veterinär- und Humanmedizin zur Thematik verfügen deshalb durchgehend zusätzlich über Hörbeispiele, die meist über das Medium der CD-ROM bereitgestellt werden (KVART und HÄGGSTRÖM 2002, SMITH et al. 2006, BROWN et al. 2008).

Die logische Weiterentwicklung dieser Kombination von Lehrbuch und Audio-CD sind E-Learning-Anwendungen zur Auskultation (CADORE et al. 2002, NAYLOR et al. 2009, VÖRÖS et al. 2011, OEHLER und LÜTHI. Stand: 7.9.2011, [HTTP://WWW.BLAUFUSS.ORG.](http://www.blaufuss.org), Stand: 7.9.2011).

In der Veterinärmedizin bestehen die meisten Lehrmedien zur kardialen Auskultation bei Hund und Katze aus einem Textbuch inklusive einer CD mit Hörbeispielen. Echte multimediale Lernprogramme oder ausführliche E-Learning-Angebote sind kaum vorhanden. PhonoBasics schließt dadurch die Angebotslücke, die kardiale Auskultation bei Hund und Katze erfolgreich multimedial zu lehren.

Für den Inhalt des vorliegenden Lernprogramms zur kardialen Auskultation von Hund und Katze dienen die in der Literaturübersicht (Kapitel 1.1. und 1.2.) angegebenen Lehrmittel aus der Veterinär- und Humanmedizin als Informationsquelle. Im Folgenden soll eine vergleichende Betrachtung zwischen

bereits vorhandenen Quellen und dem vorliegenden Lernprogramm die Unterschiede und Neuerungen herausstellen.

### 3. PhonoBasics im Vergleich mit bereits vorhandenen Lehrmedien zur Auskultation bei Hund und Katze

Im Folgenden soll die vorliegende Lernsoftware mit bereits erschienenen Lehrmedien bezüglich des Inhalts, der Gliederung und des medialen Angebots verglichen werden. Bereits vorhandene E-Learning-Anwendungen werden außerdem in ihrer Umsetzung von ergonomischen sowie didaktischen Anforderungen PhonoBasics gegenüber gestellt.

#### 3.1. Inhaltlicher Vergleich

Sowohl die frühen humanmedizinischen Lehrbücher von LUISADA (1975) und FRANKE (1984) als auch die Audiokassetten von RAVIN (1976) enthalten inhaltlich ähnliche Themengebiete wie aktuelle Lehrmedien zur Auskultation. Die immer wieder behandelten Themen sind in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet.

Der Informationsgehalt zwischen PhonoBasics und den einzelnen Lehrangeboten zu den jeweiligen Themen variiert durchaus erheblich. Deshalb ist auch der inhaltliche Umfang bewertet worden. Es werden sowohl textliche als auch audiovisuelle Informationen im Rahmen des Vergleichs berücksichtigt.

In der nachfolgenden Tabelle wird PhonoBasics mit einer Auswahl an veterinärmedizinischen Lehrbüchern und E-Learning-Angeboten, die sich auf die Auskultation bei Hund und Katze beziehen, verglichen.

Thema	Phono-Basics (2012)	POUCHELON et al. (1999)	CADORE et al. (2002)	KVART und HÄGGSTRÖM (2002)	SMITH et al. (2006)	VÖRÖS et al. (2011)
Befunde Hund	++	++	++	++	++	++
Befunde Katze	++	+	N/A	+	+	N/A
Geschichtlicher Hintergrund	+/-	N/A	+/-	N/A	N/A	N/A
Grundlagen Schall	+	N/A	+	N/A	+	N/A
Frequenzen	+	N/A	+	+	++	N/A
Tonintervalle	+	N/A	+	N/A	+	N/A
Maskierung	+	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Stethoskop	+	+	+	+	++	N/A
Stethoskop-funktionen	+	+	+	+	++	N/A
Phonokardiographie	+	+	+	++	N/A	N/A
Auskultationsregeln/ Hinweise	++	+	+	+	++	N/A
Puncta maxima	++	+	+	+	+/-	+/-
Area maxima	++	N/A	N/A	N/A	+	N/A
Untersuchungsreihenfolge	++	++	+	N/A	+	+/-
1.HT	++	+/-	+	++	++	+/-
2.HT	++	+/-	+	++	++	+/-
3.HT	++	+/-	+/-	++	++	N/A
4.HT	++	+/-	+/-	++	++	N/A
Herztonintensitäten	++	+	+	++	+	N/A
HT Spaltung	++	+/-	+	+	+	N/A
Klicks	+	N/A	+	+	+	N/A
Ejektionsstöne	+/-	N/A	N/A	N/A	+	N/A
Herzgeräusch Entstehung	+	+/-	+	+	+	N/A
Herzgeräusch Frequenzen	++	N/A	N/A	+	++	N/A
Herzgeräusch Evaluierung	++	+	+	+	++	+

Herzgeräusch Klassifizierung	++	+	N/A	N/A	N/A	N/A
physiologische Herzgeräusche	++	N/A	+	++	+	+/-
pathologische Herzgeräusche	++	+	+	++	++	+/-
normale Herz- frequenz	++	N/A	+	+/-	+	N/A
Bradykardie	++	+/-	+	N/A	N/A	N/A
Tachykardie	++	+/-	+	N/A	+/-	N/A
wechselnde Herzfrequenz	+	N/A	N/A	+/-	N/A	N/A
physiologischer Rhythmus	++	+/-	+	+	++	N/A
Galopp- rhythmus	++	+/-	+	+	++	N/A
Extrasystolen	++	+/-	+	++	++	N/A
Vorhofflimmern	++	+/-	+	++	++	N/A
Kammer- flimmern	+-	N/A	+	N/A	N/A	N/A
Rhythmus- pausen	+	N/A	N/A	+/-	N/A	N/A
2:1 Blockierung	+	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
AV-Block 2.Grades	+	+/-	N/A	N/A	+	N/A
AV-Block 3.Grades	+	+/-	N/A	N/A	+	N/A
Entscheidungs- diagramme	++	N/A	+	N/A	+	N/A

**Tabelle 8:** Vergleichende Betrachtung des Inhalts mit Bewertung des Umfangs verschiedener Lehrangebote zur kardialen Auskultation bei Hund und Katze

**N/A** = keine Angabe, nicht vorhanden

**+-** = teilweise behandelt, wird erwähnt

**+** = ausführlich behandelt

**++** = sehr ausführlich behandelt

In PhonoBasics wurde Wert darauf gelegt, dass der Inhalt alle wichtigen Informationen zur Auskultation vollständig zur Verfügung stellt. Damit erhebt es den Anspruch Lehrbücher zur Thematik zu ersetzen.

Es fällt auf, dass der inhaltliche Umfang in derzeitig auf dem Markt angebotenen moderneren Quellen erheblich reduziert wurde, wie beispielsweise von POUCHELON et al. (1999).

Die Komprimierung der Informationen in aktuellen Lehrangeboten zur kardialen Auskultation lässt sich sicherlich mit der Tatsache erklären, dass in heutigen Zeiten die Auskultation nicht mehr die alleinige Möglichkeit der Evaluierung des kardiovaskulären Systems ist und deshalb nicht mehr so detailliert gelehrt wird. Stattdessen wird heutzutage verstärktes Augenmerk auf die Lehre von weiterführenden diagnostischen Möglichkeiten wie EKG, Röntgenuntersuchung und vor allem Echokardiographie gelegt. Dies spiegelt sich unter anderem in einem starken Angebot an Fortbildungsangeboten für Tierärzte in der Echokardiografie wider ([HTTP://WWW.VETAGENDA.COM](http://www.vetagenda.com). Stand: 10.1.2012).

Durch die inhaltlichen Kürzungen sind jedoch teilweise auch wertvolle Erkenntnisse verloren gegangen. Für die Erstellung von PhonoBasics war es daher notwendig, viele Themen in den schon in den 1970er und 1980er Jahren erschienenen humanmedizinischen Lehrbüchern von LUISADA (1975) und FRANKE (1984) für die Recherche heranzuziehen.

Um den Studierenden und Tierärztinnen und Tierärzten ein Lehrmedium bieten zu können, das möglichst alles Wissenswerte zur Auskultation bei Hund und Katze anbietet, knüpft PhonoBasics deshalb eher an das inhaltliche Konzept von KVART und HÄGGSTRÖM (2002) an. Das Buch von KVART und HÄGGSTRÖM (2002) ist in englischer Sprache verfasst und eines der umfangreichsten Lehrbücher zur kardialen Auskultation und Phonokardiographie bei Hund und Katze.

In PhonoBasics werden diese Informationen ergänzt und neu aufbereitet. Beispielsweise werden auch der geschichtliche Hintergrund der Auskultation sowie die akustische Wahrnehmung des Menschen von Herztönen und Geräuschen in ihren Grundlagen erläutert. Zusätzlich werden die Auskultationsareale (Areae maximae) mit detaillierten Abbildungen vertieft und die Möglichkeiten der Klassifizierung von Herzgeräuschen vorgestellt.

In der vorliegenden Lernsoftware werden außerdem auch seltener vorkommende kardiale Erkrankungen wie beispielsweise die Mitralstenose behandelt. Denn auch diese können in der Klinik von Bedeutung sein und sollten deshalb nicht fehlen.

Insbesondere die Auskultation von Arrhythmien wird in PhonoBasics sehr viel umfassender thematisiert als in anderen Lehrmedien aus der Veterinärmedizin. Denn häufig kann der erste Verdacht einer Arrhythmie bereits während der Auskultation erhoben werden. Oft wird bei der Auskultation in der Praxis der Herzrhythmus jedoch vernachlässigt und die Aufmerksamkeit richtet sich primär auf eventuell vorhandene Herzgeräusche. Herzrhythmusstörungen können folglich unter Umständen leicht übersehen werden. Um dies zu vermeiden, wurde in PhonoBasics ein Schwerpunkt auf die auskultatorischen Befunde im Zusammenhang mit Arrhythmien gesetzt.

Die einzelnen inhaltlichen Themengebiete in PhonoBasics bauen schrittweise aufeinander auf und sind speziell auf die Auskultation bei Hund und Katze zugeschnitten. Auch im Handbuch der kardialen und respiratorischen Auskultation bei Hunden und Katzen von SMITH et al. (2006) wird der Lerninhalt Schritt für Schritt vermittelt. Allerdings fällt bei SMITH et al. (2006) eine starke Paralleltät zu humanmedizinischen Lehrmedien zur Auskultation auf. Beispielsweise werden in einer Vielzahl der Tabellen Ursachen der einzelnen Auskultationsbefunde aus der Humanmedizin zitiert. Diese Übernahme in die Tiermedizin ist allerdings nicht immer vorteilhaft und führt zum Teil zu falschen Aussagen. Deshalb wird in PhonoBasics nur auf die für Hund und Katze relevanten Ursachen einzelner Auskultationsbefunde hingewiesen.

In Kapitel V von PhonoBasics werden Befunden mögliche zugrunde liegende Erkrankungen in Flussdiagrammen zugeordnet. Dadurch wird die Auswahl einer sinnvollen weiterführenden Diagnostik unterstützt. Auch SMITH et al. (2006), sowie CADORE et al. (2002) haben einzelne solcher Übersichten in Form von Entscheidungsdiagrammen erstellt. Die Idee, mithilfe von übersichtlichen Entscheidungsdiagrammen ein Werkzeug zu erstellen, das bei der Diagnosestellung hilft, wurde im vorliegenden Lernprogramm weiterentwickelt. Außerdem dienen die Flussdiagramme als eine übersichtliche Zusammenfassung der gesamten Lernsoftware.

Das einzig bereits vorhandene Lernprogramm zur kardialen Auskultation des Hundes wurde von der Firma Merial veröffentlicht (CADORE et al. 2002). Es wurde in den Sprachen Englisch, Französisch und Spanisch verfasst. In dieser Software werden physiologische und pathologische Befunde des Hundes getrennt und unabhängig voneinander vorgestellt. Auch inhaltlich gibt es zahlreiche Unterschiede zu PhonoBasics.

Ein interessantes multimediales Lernangebot wird von der Stiftung Tierärztliche Hochschule online in der „Heartsound Library“ zur Verfügung gestellt (Vörös et al. 2011). Der zweiseitige Umfang an Informationen und Hörbeispielen ist im Vergleich zu PhonoBasics begrenzt.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass in PhonoBasics inhaltliche Informationen nicht neu erforscht, sondern aus eigenen Befunden und vorliegender Literatur prägnant zusammengestellt wurden.

### **3.2. Vergleich der inhaltlichen Gliederung**

Herztöne, Geräusche und Arrhythmien werden in PhonoBasics getrennt besprochen. Auch die meisten anderen Autoren haben diese Aufteilung vorgenommen (FRANKE 1984, KVART und HÄGGSTRÖM 2002, SMITH et al. 2006). Diese Trennung der einzelnen Gebiete ermöglicht es dem Lernenden, sich zunächst auf die einzelnen akustischen Befunde zu konzentrieren.

In der Literatur zum Thema Auskultation erfolgt häufig auch eine Gliederung nach kardialen Erkrankungen (LUISADA 1975, RAVIN 1976, FRANKE 1984, KVART und HÄGGSTRÖM 2002). Auf diese Herangehensweise wurde in PhonoBasics bewusst verzichtet. Denn es soll der Eindruck vermieden werden, dass eine Diagnose der zugrunde liegenden Herzerkrankung mittels alleiniger Auskultation möglich ist. Bei der Besprechung der verschiedenen akustischen Befunde werden allerdings Hinweise gegeben, welche klinische Relevanz hinter den akustischen Phänomenen stehen kann. Es erfolgt der Verweis auf weiterführende Diagnostik für eine endgültige Diagnose.

### **3.3. Vergleich des multimedialen Angebots**

Auch wenn es sich überwiegend bei den zuvor verglichenen Lehrmedien nicht um multimediale Anwendungen im eigentlichen Sinne (HASEBROOK 1997, MEYER 2005b) handelt, enthalten sie allesamt phonokardiographische Darstellungen und Hörbeispiele. Die Art und Qualität dieser Abbildungen und Audios soll in der Tabelle auf der folgenden Seite einander gegenübergestellt werden. Bei E-Learning-Angeboten soll auch auf die Art der dargestellten Animationen eingegangen werden.

<b>Multi-mediales Angebot</b>	<b>Phono-Basics (2012)</b>	<b>POUCHELON et al. (1999)</b>	<b>CADORE et al. (2002)</b>	<b>KVART und HÄGGSTRÖM (2002)</b>	<b>SMITH et al. (2006)</b>	<b>VÖRÖS et al. (2011)</b>
<b>PKGs</b>	didaktisch aufbereitete digitale PKGs;  <b>Grundlage:</b> Meditron Analyser;  dunkelblaues PKG auf hellrosa Millimeterpapier	Balkendiagramme  schwarz auf weißem Hintergrund	<b>Tonspur-</b> visualisierung stark vergrößert  rot auf weißem Hintergrund	analog aufgezeichnete Original-PKGs:  dunkelblaues PKG auf hellrosa Millimeterpapier	Skizzen  schwarz auf weißem Hintergrund	digitale Original-PKGs  <b>Grundlage:</b> Meditron Analyser;  türkises PKG auf weißem Hintergrund
<b>inklusive EKG</b>	ja	ja	nein	nein	ja	ja
Animation	animierte didaktisch aufbereitete PKGs mit Audio	N/A	bewegte Tonspur mit Audio	N/A	N/A	Aufzeichnung aus dem Meditron Analyser
Hörbeispiele	Generierte Töne + Originalaufnahmen  Hohe Qualität	Originalaufnahmen  Hohe Qualität	Originalaufnahmen  Niedrige Qualität	Originalaufnahmen  Hohe Qualität	Generierte Töne  Hohe Qualität	Originalaufnahmen  Hohe Qualität

**Tabelle 9:**

Vergleichende Betrachtung von multimedialem Angebot in verschiedenen Lernangeboten zur kardialen Auskultation bei Hund und Katze

Die Abbildungen der digitalen PKGs in PhonoBasics sind in Anlehnung an konservative, analoge Aufzeichnungen entstanden, die klassischerweise auf rosafarbenem Millimeterpapier mit dunkelblauer Tinte gezeichnet werden. Ergebnis der Farbkombination dunkelblau auf hellrosa Hintergrund ist ein deutlicher Farbkontrast (Hell-Dunkel-Kontrast). Dieser ermöglicht laut STAPELKAMP (2007) eine optimale ermüdungsfreie Wahrnehmung beim Betrachter. Die Verwendung von Millimeterpapier bietet zudem die Möglichkeit, das PKG anhand einer Skala genau abzulesen.

KVART und HÄGGSTRÖM (2002) verwenden analoge Original-PKGs, die naturgemäß das gleiche Layout der PKGs in PhonoBasics besitzen.

Im Gegensatz zu den PKGs von KVART und HÄGGSTRÖM (2002) wird in PhonoBasics auf die gleichzeitige Darstellung des EKGs Wert gelegt, um eine eindeutige zeitliche Zuordnung der Herztöne und Geräusche zu den Herzphasen Systole und Diastole gewährleisten zu können.

Zusätzlich werden in PhonoBasics schematische Darstellungen von PKGs in Balkenform angeboten, um Grundtendenzen zu verdeutlichen. Auch diese sind an das Layout der analogen Phonokardiographie angepasst.

POUCHELON et al. (1999) stellen Abbildungen der PKGs ausschließlich schematisch zu den einzelnen Hörbeispielen dar. Diese reduzierte Darstellungsform eignet sich allein jedoch weniger, um die Audios zu visualisieren.

Im Buch von SMITH et al. (2006) werden PKGs nur skizzenhaft in Form von sehr kleinen Abbildungen mit schwarzer Schrift auf weißem Hintergrund ohne Skala angedeutet. Diese sind sehr eingeschränkt aussagekräftig.

Der Anwender des Lernprogramms von CADORE et al. (2002) wird mit stark vergrößerten Darstellungen von Tonspuren konfrontiert, die mit der Überschrift PKG versehen wurden. Es handelt sich dabei allerdings nicht um phonokardiographische Aufzeichnungen, sondern lediglich um Tonspurabbildungen. Diese sind in keiner Weise grafisch aufgearbeitet worden, wodurch eine Differenzierung zwischen Störgeräuschen und Herzgeräuschen unmöglich wird. Auch Herztöne können kaum identifiziert werden.

In der „Heartsound Library“ von VÖRÖS et al. (2011) werden PKGs digital visualisiert. Es handelt sich um phonokardiographische Aufzeichnungen aus der Meditron Analyzer Software inklusive EKG. Da diese auch als Grundlage für die didaktische Aufarbeitung der PKGs in PhonoBasics gedient haben, ist diese abgesehen von den Farben und dem Fehlen von Millimeterpapier sehr ähnlich.

Wie bereits mehrfach angesprochen zeichnet sich PhonoBasics dadurch aus, dass die PKGs in Form von didaktisch aufgearbeiteten Videos mit entsprechendem Ton abgerufen werden können. Auf die sich daraus ergebenden Vorzüge wurde bereits eingegangen (siehe V Kapitel 1.).

Im Lernprogramm von CADORE et al. (2002) werden zwar ebenfalls Animationen angeboten, jedoch handelt es sich hierbei um Bilder mit extrem schnellen Bewegungen in einer ungeeigneten Darstellungsform des PKGs (Tonspur).

Einige wenige Online-Tutorien bieten ebenfalls animierte PKGs an, wie beispielsweise VÖRÖS et al. (2011). Hierbei handelt es sich um Videos, die aus der Meditron Analyzer Software ohne Bearbeitung übernommen worden sind.

Um die unterschiedlichen Vorteile von generierten und originalen kardialen Signalen zu nutzen, werden in PhonoBasics im Gegensatz zu allen anderen Lehrmedien beide Aufnahmearten verwendet.

Generierte Töne können gut Dynamiken oder Geräuschqualitäten wiedergeben. Zudem sind sie frei von störenden Nebengeräuschen und durch die relativ schmale Frequenzbandbreite klingen die Audios mit den meisten Wiedergabemedien (Lautsprecher, Kopfhörer) nahezu identisch (RAVIN, 1976). Nachteilig wirkt sich jedoch der damit verbundene recht unnatürliche Klang aus. Dies kann dazu führen, dass ein Wiedererkennungseffekt bei der Auskultation am Patienten nicht immer gegeben ist.

Original aufgezeichnete Befunde können hingegen wesentlich leichter mit am Tier auskultierten Befunden in Verbindung gebracht werden. Sie tragen somit erheblich zu einem leichteren Erkennen der akustischen Befunde am Patienten bei. Dies ist besonders wichtig für die Identifizierung von typischen Herzgeräuschen z. B. hervorgerufen durch einen Persistierenden Ductus arteriosus.

Problematisch ist allerdings bei Originalaufnahmen, dass Störgeräusche nicht vollständig herausgefiltert werden können, da sonst gleichzeitig auch charakteristische Bestandteile der kardialen Signale verloren gehen würden. Deshalb können nur qualitativ sehr hochwertige Audios verwendet werden, die möglichst einen sehr geringen Anteil von Nebengeräuschen enthalten. Außerdem wirkt sich bei der Verwendung von Originalaufnahmen nachteilig aus, dass diese aus breiten Frequenzbändern bestehen. Diese können häufig niedrige Frequenzen enthalten, die von den meisten Lautsprechern nicht oder nur teilweise wiedergegeben werden. Das Hörerlebnis der kardialen Signale kann dadurch bei der Verwendung verschiedener Lautsprecher oder Kopfhörermodele sehr variabel ausfallen. Im Extremfall werden einzelne Herzgeräusche komplett herausgefiltert und nicht wiedergegeben.

Obwohl dieses Problem bereits zu Beginn der Lernprogrammerstellung bekannt war, konnte es nicht gelöst werden. Um sicherzustellen, dass alle Audios beim Anwender der Software gehört werden können, soll deshalb ein ge-

eigneter Kopfhörer mitgeliefert werden. Außerdem erfolgt der Hinweis, dass vor Programmanwendung eine Kalibrierung der Lautstärke vorgenommen werden sollte und stets entsprechend geeignete Kopfhörer getragen werden sollten.

Die gleiche Schwierigkeit lässt sich auch bei bereits veröffentlichten Hörbeispielen nachvollziehen (POUCHELON et al. 1999, KVART und HÄGGSTRÖM 2002, CADORE et al. 2002 und VÖRÖS et al. 2011). Bei den Audios von CADORE et al. (2002) handelt es sich um Originalaufnahmen von mäßiger Qualität, die oft nicht den gewünschten Befund wiedergeben, d. h. es ist nicht möglich, das zuvor im Text Beschriebene zu hören.

VÖRÖS et al. (2011) stellen neun Audios zur Verfügung. Diese sind relativ leise. Es erfolgt der Hinweis, dass die Aufnahmen nur mit geeigneten Kopfhörern vollständig gehört werden können, ähnlich wie bei PhonoBasics.

Vermutlich um die Problematik der Wiedergabe zu umgehen, verwenden SMITH et al (2006) überwiegend generierte kardiale Signale. Die CD-ROM ist ähnlich wie die humanmedizinischen Kassetten von RAVIN (1976) aufgebaut. Ein Sprecher leitet den Zuhörer durch die Thematik mit einer Reihe von akustischen Beispielen, die mehrheitlich von einem Herztongenerator simuliert wurden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass entweder eine analoge oder eine dieser nachempfundene digitale Darstellung des PKGs inklusive EKG wünschenswert ist.

Deshalb wurden in PhonoBasics Medien in dieser Form verwendet und in Animationen miteinander kombiniert.

Generierte und originale Aufnahmen von Auskultationsbefunden bieten verschiedene Vorzüge. Durch Verwendung beider Aufnahmearten können sich diese gegenseitig ergänzen.

### **3.4. Vergleichende Betrachtung der Umsetzung der ergonomischen Anforderungen zwischen PhonoBasics und bereits vorhandenen veterinärmedizinischen E-Learning-Angeboten zur Auskultation**

Wie bereits erwähnt, sind die Qualität einer Lernsoftware und der damit verbundene Zuwachs an Wissen beim Lernenden eng mit der ergonomischen

Umsetzung verbunden. Deshalb werden nun die zuvor verglichenen E-Learning-Angebote PhonoBasics gegenüber gestellt.

Kategorie	Umgesetzte Anforderungen	Phono-Basics	CADORE et al. (2002)	VÖROS et al. (2011)
<b>Performanz</b>	Seitenaufbau im Browser unter 2 s	teilweise; <b>Computer-abhängig</b>	teilweise; <b>Computer-abhängig</b>	teilweise; <b>Computer- und Internet-abhängig</b>
	Optimierte Quellcodes z. B. durch Verwendung von Stylesheets	<b>X</b>	<b>unbekannt</b>	<b>unbekannt</b>
	Anwendung geeigneter Komprimierungsformate für Grafiken, Animationen und Audios	<b>Kompromiss zwischen Bildqualität und Komprimierung</b>	<b>Kompromiss zwischen Bildqualität und Komprimierung</b>	<b>Kompromiss zwischen Bildqualität und Komprimierung</b>
<b>Gestaltung/ Layout Konsistenz</b>	Einheitliche auf die Benutzungsfunktion zugeschnittene Bedienoberfläche	<b>X</b>	<b>überwiegend</b>	<b>X</b>
	Einheitliches Layout	<b>X</b>	<b>überwiegend</b>	<b>X</b>
	Einhaltung einheitlicher Zwischenabstände	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
	Berücksichtigung horizontaler und vertikaler Gestaltungsachsen	<b>X</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>
	Ausrichtung von Bildelementen entlang von Fluchtlinien	<b>X</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>
	Gruppierung von Schaltflächen und Feldern	<b>X</b>	<b>teilweise</b>	<b>X</b>
	Optimierung der Abstände zwischen den Elementen	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
	Zentrierte Platzierungen von Icons	<b>X</b>	<b>N/A</b> <b>keine Icons vorhanden</b>	<b>N/A</b> <b>keine Icons vorhanden</b>

<b>Typographie</b>	Auswahl einer serifenlosen Schriftart (z. B. Arial, Helvetica)	<b>X (Arial)</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
	Verwendung einer ausreichend lesbaren Schriftgröße	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>N/A, noch lesbar, aber klein</b>
	Schriftsatz: linksbündiger Flattersatz	<b>X</b>	<b>Blocksatz</b>	<b>X</b>
	Verwendung von Fettdruck und Überschriften, für Hervorhebungen	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
	Vermeidung von Kursivschreibung	<b>X</b>	<b>überwiegend</b>	<b>N/A</b>
	Vermeidung von Großschreibung ganzer Wörter	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
	Vermeidung von schlechter lesbarem farbigem Text und flimmern dem blauen Text	<b>dunkelvioletter Text für Überschriften und Hervorhebungen</b>	<b>grüner Text für Überschriften und Hervorhebungen</b>	<b>blaue Überschriften und Hervorhebungen</b>
	Keine Verwendung von Schriftmischungen	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
	Keine Verwendung von geglätteten Schriften	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Farbgestaltung</b>	Möglichst kontrastreiche Kombination von Vordergrund- und Hintergrundfarben, z. B. durch Bunt-Unbunt-Kontrast oder Hell-Dunkel-Kontrast	<b>X</b>	<b>N/A</b>	<b>überwiegend</b>
	Konsistente Farbverwendung	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
	Dezenter Farbeinsatz	<b>überwiegend</b>	<b>N/A</b>	<b>X</b>
	Keine Kombination von Primärfarben in Vorder- und Hintergrund	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
	Vermeidung des Einsatzes von extrem gesättigten Farben	<b>überwiegend</b>	<b>N/A</b>	<b>X</b>
	Variabilität der Farbdarstellung auf verschiedener Hardware testen und möglichst gering halten	<b>X</b>	<b>unbekannt</b>	<b>unbekannt</b>

<b>Grafiken</b>	Begrenzte Anzahl von Grafiken auf einer Seite	<b>X</b> <b>(maximal 4 Grafiken pro Seite)</b>	<b>N/A</b>	<b>X</b>
	Verzicht auf aufwendige Darstellungen	<b>teilweise</b>	<b>N/A</b>	<b>X</b>
	Mehrfachverwendungen von Grafiken (bessere Performanz)	<b>X</b>	<b>unbekannt</b>	<b>N/A</b>
	Angabe von „height“ und „width“ in Programmierung (bessere Performanz)	<b>X</b>	<b>unbekannt</b>	<b>unbekannt</b>
	Wahl einer geeigneten Komprimierungsform z. B. JPEG für Fotos hoher Qualität und GIF oder PNG für Icons	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Animationen</b>	Erzeugung glatter verfolgbare Bewegungen	<b>X</b>	<b>N/A</b> <b>zu schnelle Bewegungen</b>	<b>X</b>
	Möglichkeit, Animationen auf der Seite ein- und auszuschalten	<b>X</b>	<b>teilweise</b>	<b>X</b>
	Maximal eine Animation im Browserfenster	<b>X</b>	<b>N/A</b> <b>immer zwei Animationen gleichzeitig</b>	<b>X</b>
	Verwendung eines geeigneten Komprimierungsformats z. B. FLV	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Audios</b>	Hohe Qualität und Informationsdichte im Bearbeitungsformat, d. h. WAVE oder MIDI	<b>X</b>	<b>N/A</b>	<b>X</b>
	Geeignetes Komprimierungsformat, z. B. MP3	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
<b>Usability/ Dialogführung</b>	Aufgabenangemessenheit	<b>bisher nicht evaluiert</b>	<b>Evaluierung unbekannt</b>	<b>Evaluierung unbekannt</b>
	Selbstbeschreibungsfähige Bedienelemente	<b>X</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>
	Steuerbarkeit	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

<b>Usability/ Dialogführung</b>	Erwartungskonformität	<b>X</b>	<b>teilweise nicht</b>	<b>(X), simpel</b>
	Fehlertoleranz	<b>teilweise</b>	<b>teilweise</b>	<b>(X), simpel</b>
	Individualisierbarkeit	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>
	Lernförderlichkeit	<b>bisher nicht evaluiert</b>	<b>Evaluierung unbekannt</b>	<b>Evaluierung unbekannt</b>
<b>Menü/ Navigation</b>	Inhaltliche Strukturierung	<b>X</b>	<b>teilweise</b>	<b>X</b>
	Anordnung von Navigationselementen außerhalb des Textes	<b>X</b>	<b>teilweise Navigation im Text</b>	<b>teilweise Navigation im Text</b>
	Anzeige der Position im Programm	<b>X</b>	<b>N/A</b>	<b>(X)</b>
	Verwendung von Icons vorteilhaft für Orientierung	<b>X</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>
	Konsistenz	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
	Stetige Verfügbarkeit der Navigation	<b>X</b>	<b>N/A</b>	<b>X</b>
	Selbstbeschreibungsfähige Menüführung	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>

**Tabelle 10:**

Vergleichende Betrachtung der umgesetzten ergonomischen Anforderungen in ausgewählten E-Learning-Angeboten zum Thema kardiale Auskultation bei Hund und Katze

Um einen erfolgreichen, anwendungsfreundlichen Einsatz der Lernsoftware zu gewährleisten, wurden bei der Erstellung von PhonoBasics überwiegend ergonomische Anforderungen berücksichtigt. Insbesondere bei der Entwicklung des Layouts und der Gestaltung der einzelnen Seitentypen wurden grundlegende Erkenntnisse aus der Computer-Ergonomie miteinbezogen.

In einem Testdurchlauf wurde die vorliegende Lernsoftware von 10 Personen auf Anwendbarkeit überprüft und als gebrauchstauglich erachtet. Aufgrund des enormen zeitlichen Aufwandes einer vollständigen wissenschaftlichen Evaluierung der Usability, wurde diese bisher noch nicht durchgeführt, ist aber nach der Veröffentlichung geplant.

Das Lernprogramm von CADORE et al. (2002) weist hingegen einige Mängel in der ergonomischen Gestaltung auf. Störend und erschwerend für eine Informationsaufnahme aus Animationen ist die Tatsache, dass simultan zwei

Videos auf einer Seite abgespielt werden. Auch die Navigation innerhalb der Lernsoftware von CADORE et al. (2002) weist Schwachstellen auf. Einige Begriffe innerhalb des Textmaterials sind verlinkt und Bilder oder Animationen können ausschließlich über diese Links abgerufen werden. Dabei wird nicht symbolisiert (keine Verwendung von Icons), welche Medienform sich jeweils hinter dem Hyperlink verbirgt. So werden Anwender nicht animiert, bestimmte zusätzliche Medien (insbesondere Hörbeispiele) abzurufen. Die Orientierung ist insgesamt durch die vielen Hyperlinks im Text eingeschränkt.

Bei der online angebotenen „Heartsound Library“ von VÖRÖS et al. (2011) handelt es sich um zwei Websites, die sehr übersichtlich und einfach aufgebaut sind. Durch den einfachen Aufbau ist die „Heartsound Library“ gebrauchstauglich.

Es ist resümierend festzuhalten, dass bis zum Erscheinen von PhonoBasics kein ergonomisch umgesetztes multimediales Lernprogramm zur Thematik vorlag.

### **3.5. Vergleichende Betrachtung der Umsetzung der didaktischen Anforderungen in PhonoBasics und bereits vorhandenen veterinärmedizinischen Lernprogrammen zur Auskultation**

Auch die Umsetzung didaktischer Anforderungen einer Lernsoftware ist entscheidend für einen guten Lernerfolg. Denn häufig kommt es darauf an, auf welche Art und Weise Wissen vermittelt wird.

Im Folgenden soll die Umsetzung von didaktischen Leitsätzen des einzigen bisher erschienenen Lernprogramms zur kardialen Auskultation des Hundes von CADORE et al. (2002) PhonoBasics gegenübergestellt werden

<b>Didaktische Leitsätze für Softwaregestaltung</b>	<b>Umsetzung in PhonoBasics</b>	<b>Umsetzung bei CADORE et al. (2002)</b>
Lernziel formulieren und kommunizieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vor der Umsetzung formuliert</li> <li>• auf Willkommenseite kommuniziert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nicht kommuniziert</li> </ul>
„Intrinsic Cognitive Load“ möglichst gering halten, d. h. Anteil an komplexen Inhalten möglichst gering halten nach dem Prinzip „weniger ist mehr“	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begrenzter Umfang an Text im Textblock links</li> <li>• Maximal 4 visuelle Medien pro Seite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umfang an Text variiert, nur teilweise übersichtlich</li> </ul>

<p>„Extraneous Cognitive Load“ reduzieren, indem Informationen übersichtlich und leicht auffindbar angeboten werden</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konsistente Anordnung der Bildelemente</li> <li>• Konsistentes Bildschirmlayout der Haupt- und Vergrößerungsseiten</li> <li>• Verwendung von Icons wie Lupe oder Filmrolle, mit Möglichkeit zur Vergrößerung von visuellen Medien bzw. dem Abspielen von Videosequenzen</li> <li>• Beschränkung der Anzahl an visuellen Medien pro Seite (maximal 4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildschirmlayout überwiegend konsistent</li> <li>• Keine Verwendung von Icons → dadurch schlechtere Übersicht</li> <li>• Anzeige von zwei Animationen gleichzeitig auf einer Seite → „Reizüberflutung“</li> </ul>
<p>„Germane Cognitive Load“ erhöhen, indem die Bildung von kognitiven Schemata durch die Verwendung von ähnlichen Prozessen gefördert wird</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PKG-Animationen optisch ähnlich aufgebaut (Skala, Hintergrund) mit dem Ziel der Erzeugung von kognitiven Schemata</li> <li>• Vernetzung von bereits Gelerntem mit neuen Informationen z.B. in Kap.V, Entscheidungsdiagramme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Animation der Tonspuren und des Auskultationsareals optisch ähnlich aufgebaut</li> <li>• Übersicht von zuvor vermittelten Informationen im Entscheidungsdiagramm</li> </ul>
<p>Rücksichtnahme auf begrenzte Arbeitsgedächtniskapazität, indem Reizüberflutung und übermäßiges Informationsangebot vermieden wird</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begrenzter Umfang an Text im Textblock links</li> <li>• Beschränkung der Anzahl an visuellen Medien pro Seite (maximal 4)</li> <li>• Maximal ein bewegtes Bild (Video) pro Seite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfolgt nur sporadisch, auf einzelnen Seiten begrenzter Textumfang</li> <li>• Anzeige von zwei Animationen gleichzeitig auf einer Seite → Reizüberflutung</li> </ul>
<p>Kodierung von Informationen erfolgt dual in getrennten Verarbeitungskanälen (visuell und auditiv): Informationen von einem Kanal können in den anderen übertragen werden, diese sogenannten Kreuz-Kanal Präsentationen des selben Stimulus sind wichtige Erfolgsfaktoren beim Lernen mit Multimedia</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PKG Animationen: Kombination von Video und Audio</li> <li>• Herzanimationen inklusive Audio</li> <li>• Echokardiographie-Videos inklusive Audio</li> <li>• Kombination von Text und visuellen Medien auf den Hauptseiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PKG Animation: Kombination aus sehr kurzer technische Tonspur und Audio (kein Informationszuwinn)</li> </ul>

<p>Informationen in einem sinnvollen Kontext und in aufeinander aufbauender Reihenfolge darbieten, damit aktives Lernen ermöglicht wird; Durch Transferieren von neuem mit bereits vorhandenem Wissen kann Erlerntes gefestigt werden</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gliederung in fünf Hauptkapitel, wobei Informationen von Kap. I-V aufeinander aufbauen; Insbesondere in Kap.V wird zuvor bereits Gelerntes wiederholt</li> <li>• Gliederung der Hauptkapitel in sinnvolle Unterkapitel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gliederung in fünf Hauptkapitel, wobei die Informationen der ersten drei Kapitel zum Teil aufeinander aufbauen; Wiederholung findet in den zwei anderen Kapiteln statt</li> <li>• Gliederung der Hauptkapitel in sinnvolle Unterkapitel</li> </ul>
<p>Aufmerksamkeit erregen und zum Lernen motivieren</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• abwechslungsreiches Angebot verschiedener multimedialer Medien z.B. Audios, Animationen von PKGs inklusive Audio, Diagramme, Fotos, Herzanimation inklusive Audio, Echokardiographie-Videos mit und ohne Audio</li> <li>• Haupt-Seitentyp Variationen mit unterschiedlicher Anordnung und Anzahl von visuellen Medien</li> <li>• Vergrößerungsseiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• überwiegend Text</li> <li>• Medien (z.B. Audios, Animationen, Abbildungen) können nur via Hyperlinks im Text abgerufen werden</li> <li>• Haupt-Seitentyp monoton, mit reinem Text</li> </ul>
<p>Reichhaltige Informationen und Hilfestellungen anbieten</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Textblock links</li> <li>• ganzseitige Textseiten</li> <li>• Links zu Seiten mit Zusatzinformationen</li> <li>• Hinweise zur Programmbedienung</li> <li>• Kap. V: Nützliche Hinweise zur Auskultation</li> <li>• Kap V: Entscheidungsdiagramme zur Diagnosefindung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Textseiten</li> <li>• Keine Hinweise zur Programmbedienung</li> <li>• Entscheidungsdiagramm zur Diagnosefindung</li> </ul>
<p>Möglichkeiten zur Wiederholung und Vertiefung von Gelerntem zur Verfügung stellen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Audios und Videos werden in verschiedenen Kontexten z.T. wiederholt</li> <li>• Wiederholung aller Auskultationsbefunde in Kap.V, Entscheidungsdiagramme</li> <li>• Entscheidungsdiagramme</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung aller Hörbeispiele in Kapitel „Auskultation“</li> <li>• Entscheidungsdiagramme</li> </ul>
<p>Beispiele und Fragen mit Antworten offerieren</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bisher nicht erfolgt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht erfolgt</li> </ul>

**Tabelle 11:**

Übersicht der Umsetzung didaktischer Regeln in Phono Basics und im Lernprogramm von CADORE et al. (2002)

In PhonoBasics wurde der Versuch unternommen, durch ein einheitliches Layout mit einem abwechslungsreichen Inhalt eine ansprechende Lernumgebung zu schaffen. Der Umfang an Text auf den einzelnen Seiten wurde bewusst auf ein Minimum reduziert und einzelne Themen auf mehrere Seiten aufgeteilt. So soll eine Informationsüberflutung auf einzelnen Seiten vorgebeugt werden. Zusatzinformationen können gezielt via Hyperlinks abgerufen werden. Die Verknüpfung der Sinneskanäle Sehen und Hören ist speziell für ein besseres Wahrnehmungsvermögen der Auskultationsbefunde mithilfe der PKG-Animationen genutzt worden.

Durch Wiederholung einzelner Auskultationsbefunde in unterschiedlichem Kontext soll der Lerneffekt gefestigt werden. In jedem Kapitel werden zuerst physiologische Befunde zu einem Thema gezeigt und erläutert. Direkt im Anschluss wird auf entsprechende pathologische Befunde eingegangen.

CADORE et al. (2002) weist überwiegend ein einheitliches Layout auf, ist jedoch durch die überwiegende Verwendung von reinen Textseiten auf den ersten Blick eher wenig abwechslungsreich und motiviert nicht sonderlich zum Lernen. Auch die Textpassagen sind auf vielen Seiten sehr lang, was für ein erfolgreiches Lernen am Computer eher hinderlich ist.

Visuelle Medien verbergen sich hinter einzelnen Hyperlinks und können leicht übersehen werden. Wenn Animationen oder Audios dargeboten werden, sind diese aufgrund ihrer mangelhaften Beschaffenheit nicht vorteilhaft. Zudem ist die simultane Darstellung von zwei Animationen pro Seite äußerst störend und führt zu einer Reizüberflutung.

#### 4. Bedarf an Lernprogrammen zur Thematik

Obwohl es sich bei der Auskultation des Herzens um keine neue Untersuchungstechnik handelt, ist deren Vermittlung bis heute aktuell und sehr bedeutend geblieben. Sie wird laut SMITH et al. (2006) auch in Zukunft als Untersuchungsmethode zur Evaluierung des kardiovaskulären Systems erhalten bleiben. Die Autoren verschiedener Lehrmittelangebote zum Thema sind sich darin einig, dass der dringende Bedarf bei Studierenden der Human- und Veterinärmedizin besteht, die Auskultation im Selbststudium zu erlernen (KVART und HÄGGSTRÖM 2002, SMITH et al. 2006, BROWN et. al. 2008). Denn der Lernerfolg an der Universität ist aufgrund eingeschränkter Übungsmöglichkeiten und ei-

ner schwierigen verbalen Kommunikation über die akustischen Befunde nur begrenzt möglich (KVART und HÄGGSTRÖM 2002). Auch das gesteigerte Interesse von langjährig praktizierenden Tierärztinnen und Tierärzten an Weiterbildungsmaßnahmen zur kardialen Auskultation lässt auf eine ständige Aktualität dieser Thematik schließen (POULSEN NAUTRUP 2011).

In der bisher angebotenen Literatur zur kardialen Auskultation in der Tiermedizin werden überwiegend Hörbeispiele (z. B. KVART und HÄGGSTRÖM 2002) und auditive Lerntutorien (z. B. SMITH et al. 2006) zur Verfügung gestellt. Multimediale Lernprogramme sind hingegen in der Veterinärmedizin nur vereinzelt auffindbar. So war zum Zeitpunkt der Erstellung von PhonoBasics nur eine einzige Software aufzuspüren (CADORE et al. 2002), die sich ausschließlich der Auskultation beim Hund widmet. Kompakte, in inhaltlichem Umfang begrenzte Online-Tutorien werden hingegen bereits zahlreicher angeboten.

Aus den zuvor vergleichenden Betrachtungen geht bereits hervor, dass PhonoBasics gegenüber bisher vorhandenem E-Learning Lernmaterial sowohl hinsichtlich inhaltlichen Umfangs (vgl. Tabelle 8) als auch im Hinblick auf ergonomische und didaktische Umsetzung (vgl. Tabelle 10 und 11) erhebliche für den Lernerfolg wertvolle Neuerungen enthält.

Bei einer Erstellung einer Lernsoftware müssen zusätzlich auch die Systemvoraussetzungen berücksichtigt werden, die eine fehlerfreie Anwendung des Lernprogramms zulassen.

## 5. Systemvoraussetzungen

Die rasante und stetig fortschreitende Entwicklung in der Computerindustrie, insbesondere in der Technik, stellt eine Herausforderung für die Entwicklung einer Lernsoftware dar. Da ungewiss ist, mit welcher Hard- und Software zukünftige Anwenderinnen und Anwender das Lernprogramm nutzen möchten, mussten verschiedene Aspekte bereits bei der Erstellung bedacht werden.

### 5.1. Plattform

Eine Formulierung von Mindestanforderungen an die Plattform ist ratsam, denn jede zeitgemäße Software orientiert sich an durchschnittlichen Leistungseigenschaften von Computern zum Zeitpunkt der Softwarekonzeption. Dies schließt eine Berücksichtigung älterer Fabrikate meist aus, was unver-

meidbar ist. Es sollten allerdings auch keine übertriebenen Leistungen erwartet werden, um die Software für möglichst viele Nutzerinnen und Nutzer zugänglich zu machen (WENDT 2003). Dies musste auch bei der Programmierung von PhonoBasics berücksichtigt werden.

Eine zusätzliche Herausforderung bestand darin, dass es sich bei der vorliegenden Software um ein Browser-gesteuertes Lernprogramm handelt. Denn auch die Browser unterliegen einer ständigen Neuerung und die Darstellung der Seiten kann erheblich je nach Browser oder Browser-Version variieren. Da dies seit Beginn der Arbeit bekannt war, wurde bereits während der Programmierung darauf geachtet, möglichst Browser-unabhängige Codes zu verwenden. Jedoch ist es bisher auch in PhonoBasics nicht gelungen, HTML-Seiten zu gestalten, die auf allen Computern identische Seiten erzeugen. Es kann vereinzelt vorkommen, dass Text über den Textblock hinausrutscht oder den Text in der vorangegangenen Zeile überschreibt. Da das gesamte Lernprogramm auf einem Computer mit Windows® Betriebssystem erstellt wurde, ist dies vor allem der Fall bei Browser-Versionen, die für Produkte der Firma Apple® vorgesehen sind (Safari). Deshalb wird angeraten, die vorliegende Version der Lernsoftware auf einem PC mit Windows® Betriebssystem mit dem Browser Mozilla Firefox (Version 3.6 oder neuer) abzurufen.

Selbstverständlich hätte diese Problemstellung umgangen werden können, wenn die Realisierung von PhonoBasics nicht in HTML erfolgt wäre.

Alternativ wären beispielsweise Autorentools wie „Adobe Director“ (ehemals „Macromedia Director“), „Adobe Flash Professional“ (ehemals „Macromedia Flash“), und „Asymetrix Toolbook“ in Frage gekommen (RISER et al. 2002).

Da bei dieser Art der Lernsoftware-Umsetzung auf Vorlagen zurückgegriffen werden muss, sind allerdings der Gestaltung Grenzen gesetzt (NIEGEMANN 2008) – es sei denn, die Person, die die Software schreibt, verfügt über umfassende Programmierkenntnisse in einer der gängigen Programmiersprachen wie beispielsweise C++, Perl oder Ähnlichem. Da das Erlernen einer solchen Programmiersprache von einem enormen Zeitaufwand begleitet wird, wurde davon in PhonoBasics Abstand genommen. Die Verwendung von weniger komplizierten Autorentools kam aufgrund der begrenzten gestalterischen Möglichkeiten nicht in Frage.

Auch der Gebrauch von „Flash“ von Adobe Systems, San Jose (USA) erschien nicht sinnvoll. Denn hierbei fehlen fertig einsetzbare Lösungen für die

Lernsoftware-Erstellung, so dass auch hier eine intensive Einarbeitung in Programmiersprachen erforderlich gewesen wäre (RISER et al. 2002). Änderungen, wie beispielsweise das nachträgliche Zwischenfügen von Seiten, sind nur unter beachtlichem Aufwand möglich, wenn die Seiten bereits in „Flash“ erstellt wurden.

Auf die Einbindung von „Flash-Filmen“ ist jedoch nicht verzichtet worden, aufgrund der schnellen und speichergünstigen Formatierung bei hoher Bildqualität dieser Dateiform. Für den Fall, dass kein Media-Player für das Abspielen dieses Videoformats beim Anwender installiert ist, wird eine entsprechende Software zur Installation zur Verfügung gestellt.

Letztendlich erfolgte die Erstellung von PhonoBasics in HTML, weil diese Datenbeschreibungssprache leicht erlernbar ist und eine unbegrenzte Möglichkeit in der Gestaltung des Lernprogramms ermöglichte. Die Verwendung von HTML für Online-Lernmaterialien ist laut NIEGEMANN (2008) durchaus üblich.

Aufgrund der weiten Verbreitung der Web-Browser konnte davon ausgegangen werden, dass HTML-Dateien praktisch in jeder Plattform verfügbar sind. Wichtig war die Tatsache, dass die Darstellung der Seiten auch offline erfolgen kann ([WWW.SELFHTML.ORG](http://WWW.SELFHTML.ORG). Stand: 5.9.2011). Änderungen können jederzeit ohne großen Aufwand vorgenommen werden, indem beispielsweise Hyperlinks zwischen den Seiten oder Textveränderungen in der Datei umbenannt werden. Auch Grafiken und Videos können ohne Änderungen in der HTML-Seite ausgetauscht werden, sofern sie den gleichen Namen tragen wie die zu ersetzende Datei und in die gleiche Ordnerstruktur eingebunden werden.

Besonders nützlich bei der Erstellung von Dokumenten in HTML waren kostenlos auf der Internetseite des Vereins SELFHTML e.V. angebotene Hilfestellungen.

Aus diesen Gründen wurde die Lernsoftware PhonoBasics Browser-gesteuert in der Datenbeschreibungssprache HTML realisiert.

## VI AUSBLICK

Die in PhonoBasics behandelten Inhalte werden voraussichtlich keiner Überholung unterliegen, da die Thematik bereits detailliert erforscht ist und keine bedeutenden Neuerungen erwartet werden können. Diese Annahme geht unter anderem aus der Tatsache hervor, dass in den letzten Jahrzehnten keinerlei grundlegende inhaltlich neue Erkenntnisse zum Thema kardiale Auskultation gewonnen werden konnten.

Es ist vorgesehen, den Inhalt mit einer Lernkontrolle in Form eines Quiz zu ergänzen. Dabei sollen konkrete Fragestellungen mit Antwortmöglichkeiten vorgegeben werden. Eine Rückmeldung, ob die Antwort richtig oder falsch ist, soll ebenfalls erfolgen.

Die Videos und Abbildungen in der vorliegenden Lernsoftware wurden dem neuesten Stand der Technik entsprechend produziert und sollten deshalb keiner wesentlichen Aufarbeitung innerhalb der nahen Zukunft bedürfen.

Allerdings ist es wahrscheinlich, dass programmiertechnisch einige Aktualisierungen vorgenommen werden müssen. Insbesondere durch die ständigen Änderungen der Internetbrowser werden regelmäßige Updates notwendig werden, z. B. Erneuerungen des Programmcodes oder der JavaScripts. Eine Vernachlässigung könnte dazu führen, dass das Programm in absehbarer Zeit nicht mehr fehlerfrei abrufbar sein wird.

Durch weitestgehende Einhaltung der ergonomischen Anforderungen bei der Erstellung von PhonoBasics ist anzunehmen, dass es sich um eine anwendungsfreundliche Software handelt, die in der vorliegenden Form veröffentlicht werden kann. In Deutschland wird PhonoBasics von der Schlüterschen Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG im Jahr 2012 veröffentlicht und käuflich erwerblich sein. Es ist Teil eines multimedialen Pakets, das neben dem vorliegenden Lernprogramm PhonoBasics das Lernprogramm EKG-Basics der Autorin Fiona Weigel sowie ein Buch mit Übungs-EKGs der Autorin Inga Wölfel beinhalten wird. Geeignete Kopfhörer zum Anhören der Herztöne und Geräusche werden beigelegt sein.

Außerdem ist eine Vermarktung auf dem internationalen Markt vorgesehen. Dazu wird PhonoBasics in die englische Sprache übersetzt werden. Auch hier soll die Software über die Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG vertrieben werden.

Eine Programmierversion für den iPod, das iPad und das iPhone von der Firma Apple® in möglichst naher Zukunft ist wünschenswert. Durch die steigende Beliebtheit dieser Geräte erscheint es sinnvoll, ein entsprechendes Angebot als App zum Download anzubieten, um möglichst viele Interessenten anzusprechen. Hierfür ist es unter anderem erforderlich, alle Videos die bisher im Flash-Format vorliegen, in ein für Apple®-Geräte kompatibles Video-Format zu übertragen, beispielsweise in MPEG-4. Für die technische Umsetzung einer solchen Programmierungsausführung für Apple® wird allerdings professionelle Hilfe benötigt werden.

Eine mögliche Optimierung des Lernprogramms stellt eine Verbesserung der Usability dar. Da eine gezielte und wissenschaftlich korrekte Durchführung einer Evaluierung der Gebrauchstauglichkeit den zeitlichen Rahmen der vorliegenden Arbeit überstiegen hätte, ist dies erst nach Veröffentlichung des Programms geplant. In einer Neuauflage könnten entsprechende Ergebnisse aus der Evaluierung dann miteinbezogen und berücksichtigt werden.

Eine endgültige Beurteilung der Programmwertigkeit soll nach Erscheinen anhand der Verkaufszahlen ermittelt werden.

## VII ZUSAMMENFASSUNG

Die Lernsoftware PhonoBasics ist das erste veterinärmedizinische multimediale Lernprogramm auf dem Gebiet der kardialen Auskultation bei Hund und Katze, das unter didaktischen und ergonomischen Gesichtspunkten verfasst wurde. Gleichzeitig wurde die Thematik außergewöhnlich ausführlich und umfassend behandelt.

Aufgrund eingeschränkter Übungsmöglichkeiten und einer schwierigen verbalen Kommunikation über die akustischen Befunde ist das Erlernen der kardialen Auskultation im Rahmen der universitären Ausbildung nur begrenzt möglich und macht ein Selbststudium zwingend erforderlich. Zudem wird die akustische Wahrnehmung kardialer Signale erschwert, da sich die meisten pathologischen Befunde in niedrigen Frequenzbereichen befinden, die nur eingeschränkt vom menschlichen Gehör vernommen werden können.

Die Einbindung von neuen Medien ermöglicht deshalb bei der Vermittlung von Auskultationsbefunden erhebliche Vorteile gegenüber Büchern. Die Möglichkeit, mithilfe animierter Phonokardiogramme akustische Signale simultan zum Hörerlebnis bildlich darzustellen, wird bei PhonoBasics genutzt, um die akustische Wahrnehmung der kardialen Signale zu erleichtern und zu verbessern. Zusätzlich wird der Inhalt durch zahlreiche schematische Abbildungen und Diagramme illustriert. Alle Informationen und Medien können komfortabel am Computer abgerufen werden.

Ein Hauptanliegen des vorliegenden Programms war es, die Grundlagen der Auskultation sowie die meisten wichtigen Auskultationsbefunde didaktisch sinnvoll aufzubereiten und gleichzeitig ergonomisch ansprechend zu verwirklichen.

Das Layout und der Inhalt wurden deshalb so gestaltet, dass der Anwender zum Lernen motiviert und das Interesse an der Thematik gefördert wird.

Um das Lernen zu erleichtern und den Lernprozess zu unterstützen wurden didaktische Regeln, die sich aus Erkenntnissen der Psychologie über Informationsverarbeitung und Lernverhalten des Menschen ergeben, berücksichtigt.

Für die Umsetzung dieses Konzepts wurden sowohl mit einem digitalen Stethoskop aufgezeichnete Original-Auskultationsbefunde als auch computergenerierte Herztöne und Geräusche verwendet. Alle Audios wurden mit einer

Audiosoftware bearbeitet, um eine optimale Qualität der Aufnahmen zu erzielen.

Das Lernprogramm umfasst sechs Hauptkapitel. Inhaltlich finden sich im Kapitel „Einführung & Equipment“ Begriffsdefinitionen und der geschichtliche Hintergrund der Auskultation. Verschiedenen Stethoskope und deren Funktionen werden vorgestellt. Auch erfolgt eine Einführung in die Phonokardiographie. Das zweite Kapitel „Akustische Wahrnehmung“ erklärt die physikalischen und physiologischen Grundlagen, die das Hören ermöglichen und einschränken. Das dritte Kapitel „Herztöne & Geräusche“ bespricht detailliert sowohl die physiologischen als auch die pathologischen Herztöne und Geräusche inklusive der sogenannten „Puncta maxima“ und „Areae maximae“. Das Kapitel „Frequenz & Rhythmus“ beschäftigt sich mit physiologischen und pathologischen Herzfrequenzen und -rhythmen. Im Kapitel „Auskultation“ werden nützliche Hinweise zum Untersuchungsgang gegeben. Der „Anhang“ enthält unter anderem ein alphabetisches Stichwortregister (Index) und ein Quellenverzeichnis.

Die einzelnen Themen können chronologisch Seite für Seite durchgearbeitet werden. Dies empfiehlt sich besonders für Auskultations-Neulinge. Fortgeschrittene können gezielt über verschiedene Navigationsmöglichkeiten (Menü, Hyperlinks im Text, Index) spezifische Sachverhalte nachschlagen.

Das Ergebnis ist eine Browser-gesteuerte Lernsoftware, die die Technik der kardialen Auskultation bei Hund und Katze inklusive Hörbeispielen aller relevanten akustischen Befunde anschaulich multimedial vermittelt.

## VIII SUMMARY

*PhonoBasics* is the first multimedia tutorial for cardiac auscultation in dogs and cats that meets didactic and ergonomic requirements. Furthermore, this complete guide includes all related topics.

Learning about auscultation can be very challenging. This is mainly due to the fact that in most cases it will be impossible to accommodate individual training under the supervision of an expert. Additionally, it is extremely difficult to verbally communicate auscultatory findings. This aspect relates to the small range of words that can be utilized to describe what is heard. Another challenge arises from the fact that many of the cardiac sounds and murmurs are in a low frequency range which makes them hard to detect. Therefore, it takes a sustained, dedicated effort on the part of the student to learn the technique of auscultation.

Using modern technologies, *PhonoBasics* is designed to gain and to increase expertise in auscultation of heartsounds and murmurs in dogs and cats. The animated combination of phonocardiography and audio records from relevant auscultatory findings is the key innovation of this program. By hearing and watching cardiac sounds simultaneously, their recognition and interpretation is made much easier which ultimately will help improve auscultation skills. In addition, there are many illustrations and diagrams available for further explanation.

The main effort of this project was to develop a tutorial that is didactically efficient and ergonomically appealing. Therefore, findings in the field of Psychological Science and in reference to human learning behavior have been incorporated into the conception. This resulted in a design of layout and content that allows users to enjoy learning with *PhonoBasics*.

For the realization of this tutorial, many heart sounds and murmurs were taken from clinical cases, however, simulated sounds were chosen for teaching purposes, too. All records were modified by using a professional sound editing software in order to guarantee an overall high quality of the sounds.

*PhonoBasics* consists of six chapters. Chapter one „Introduction & Equipment“ includes definitions and information regarding the historical background of auscultation. It also presents the function of different stethoscope-types and

phonocardiography. Chapter two „Acoustic Perception“ deals with the physical and physiological basics about how people hear and how their hearing is limited. Chapter three „Heart Sounds & Murmurs“ explains in detail the physiological and pathological findings of heart sounds and murmurs and gives acoustic examples. At this point „Puncta Maxima“ and „Areae Maximae“ are introduced as well. Chapter „Heart Rate & Rhythm“ contains information concerning physiological and pathological heart rates and rhythms. Chapter five „Auscultation“ provides useful advice for the auscultatory examination of the heart. The „Appendix“ provides an Alphabetical Index along with a Bibliography.

Beginners in auscultation should follow the instructions of this tutorial step-by-step. Advanced students can look up specific topics via menu, hyperlinks, and index.

The result is a browser-controlled multimedia tutorial that teaches the technique of cardiac auscultation in dogs and cats. To facilitate successful learning, *PhonoBasics* includes numerous combinations of phonocardiograms and audio examples, covering all relevant auscultatory findings.

## IX LITERATURVERZEICHNIS

- BAUMGARTNER, P. und HÄFELE, K. und HÄFELE, H. (2002): E-learning. Didaktische und technische Grundlagen. Handreichung für den IT-Einsatz im Unterricht. In: CD Austria 5/2002. Sonderheft des bm:bwk: 7.
- BAUMGARTNER, W. (2005): Klinische Propädeutik der inneren Krankheiten und Hautkrankheiten der Haus- und Heimtiere. 6. Auflage. Stuttgart. Parey.
- BÉLANGER, M. und COTÉ, E. (2010): Chapter 65. In: ETTINGER, S. und FELDMANN E. (Hrsg.): Textbook of Veterinary Internal Medicine. 7. Auflage. St. Louis. Saunders Elsevier: S. 256 – 258.
- BÖHRINGER, J. und BÜHLER, P. und SCHLEICH, P. (2008): Kompendium der Mediengestaltung. Für Digital- und Printmedien. Berlin, Heidelberg. Springer.
- BRÄUTIGAM, L. (1999a): Gestaltung und Konsistenz. <http://www.ergo-online.de>, Stand: 21.8.2011.
- BRÄUTIGAM, L. (1999b): Lesbarkeit und Typographie. <http://www.ergo-online.de>, Stand: 21.8.2011.
- BRÄUTIGAM, L. (1999c): Grafiken und Multimedia. <http://www.ergo-online.de>, Stand: 25.8.2011.
- BRÄUTIGAM, L. (2006): Bedienung und Navigation. <http://www.ergo-online.de>, Stand: 21.8.2011.
- BROWN, E. et al. (2008): Herztöne auf einen Klick. 1.Auflage entspricht 2.englischer Auflage. München. Elsevier Urban & Fischer.
- BURMEISTER, M. (2000): Grundwissen. Gebrauchstauglichkeit von Software. <http://www.ergo-online.de>, Stand: 25.8.2011.
- CADORE, J.-L. et al. (2002): Firma Merial (Hrsg.). Guide to Auscultation of the Healthy and Diseased Heart. CD-ROM. Merial.
- COTÉ, E. und MANNING, A. M. und EMERSON, D. et al. (2004): Assessment of the prevalence of heart murmurs in overtly healthy cats. J Am Vet Med Assoc 225: 384.
- EBERLEH, E. (1994): Software Ergonomie. Berlin, New York. Walter De Gruyter.
- FRANKE, P. (1984): Allgemeine und Spezielle Auskultation des Herzens. München. J F Bergmann Verlag.
- FRIEDRICH, H. J. (2008a): Schall in der Wahrnehmung. In: Tontechnik für Mediengestalter. Töne hören – Technik verstehen – Medien gestalten. Berlin, Heidelberg. Springer: S. 29 – 41.

- FRIEDRICH, H. J. (2008b): Schallwandler. In: Tontechnik für Mediengestalter. Töne hören – Technik verstehen – Medien gestalten. Berlin, Heidelberg. Springer: S. 95 – 132.
- GEHRER, E. (2002): E-learning. Didaktische und technische Grundlagen. Handreichung für den IT-Einsatz im Unterricht. In: CD Austria 5/2002: Sonderheft des bm: bwk: 1.
- HÄGGSTRÖM, J. und KVART, C. und HANSSON, K. (1995): Heart Sounds and murmurs: Changes related to severity of chronic valvular disease in the Cavalier King Charles Spaniel. J Vet Int Med 1995; 9: 75 – 83.
- HARTWIG, R. (2007): Ergonomie interaktiver Lernmedien. Kriterien und Entwicklungsprozesse für E-Learning-Systeme. München, Wien. Oldenbourg Wissenschaftsverlag: S.12.
- HASEBROOK, J. (1997): Wem nützt Multimedia – und warum? – Lebenslanges Lernen mit Multimedia. In: PFAMMATTER, R. (Hrsg.): Multi-Media-Mania. Reflexionen zu Aspekten neuer Medien. Konstanz. UVK Medien: S.101 – 124.
- HEINE, R. und KVART, C. und INDREBÖ, A. et al. (2000): Screening for the prevalence of murmurs consistent with aortic stenosis among Boxers in Norway and Sweden. Vet Rec 2000; 5: 152 – 156.
- HERZCEG, M. (2009): Software-Ergonomie. Theorien, Modelle und Kriterien für gebrauchstaugliche interaktive Computersysteme. München. Oldenbourg Wissenschaftsverlag
- HOLZSCHLAG, M. (2002): Farbe für Websites. Reinbek, Rowohlt Verlag.
- ISSING, L. (2009): Psychologische Grundlagen des Online-Lernens. In: ISSING, L. und KLIMSA, P. (Hrsg.): Online-Lernen. Handbuch für Wissenschaft und Praxis. München. Oldenbourg Wissenschaftsverlag: S. 20 – 32.
- JANK, W. und MEYER, H. (2009): Didaktische Modelle. 9. Auflage. Berlin. Cornelsen Verlag.
- KITTLESON, M. (1998): Signalement, History and Physical Examination. In: KITTLESON, M. und KIENLE, R. (Hrsg.): Small Animal Cardiovascular Medicine. St. Louis, Mosby Inc: S. 36 – 47.
- KVART, C. und FRENCH, A. T. und LUIS-FUENTES, V. et al. (1998): Analysis of murmur intensity, duration and frequency components in dogs with aortic stenosis. J Small Animal Pract 1998; 39: 318 – 324.
- KVART, C. und HÄGGSTRÖM, J. (2002): Cardiac Auscultation and Phonocardiography in Dogs, Horses and Cats. VIN Publications Uppsala, Sweden.
- LUISADA, A. (1975): Phonokardiographie des kranken Herzens. Stuttgart. FK Schattauer Verlag.

- MANHARTSBERGER, M. und MUSIL, S. (2002): Web Usability. Bonn. Galileo Press.
- MAYER, R. (2005a): Introduction to Multimedia Learning. In: MAYER, R. (Hrsg.): The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. New York. Cambridge University Press: S. 1 – 5.
- MAYER, R. (2005b): Cognitive Theory of Multimedia Learning. In: MAYER, R. (Hrsg.): The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. New York. Cambridge University Press: S. 31 – 47.
- NAYLOR, J. UND CARR, A. UND WALKER, R. (2009): Canine Cardiology: A multimedia guide to cardiac auscultation. <http://www.vetvisions.com/p411.htm>, Stand: 3.11.2011.
- NIEGEMANN, H. et al. (2008): Kompendium multimediales Lernen. Berlin, Heidelberg. Springer.
- NIEGEMANN, H. (2001) Neue Lernmedien. Konzipieren, entwickeln und anwenden. Bern. Huber Verlag: S. 9 – 30.
- OEHLER, T. UND LÜTHI, N.: <http://e-learning.studmed.unibe.ch>, Stand 7.9.2011.
- PEDERSEN, H. D. und HÄGGSTRÖM J. und FALK, T. et al. (1999): Auscultation in mild mitral regurgitation in dogs: observer variation, effects of physical maneuvers and agreement with color Doppler echocardiography and phonocardiography. J Vet Intern Med 1999; 13 (1): 56 – 64.
- POUCHELON, J.-L. und CHETBOUL, V. und DUQUESNE, J.-C. (1999): Novartis, Fortekor. (Hrsg.): Herzauskultation. Verlag Masson.
- POULSEN NAUTRUP, C. (2011): Institut für Tieranatomie der Ludwig-Maximilians-Universität in München. Veterinärstrasse 13. 80539 München. Telefonisch-mündliche Mitteilung vom 05.12.2011 in Lawrenceville, NJ, USA.
- PRÖSEK, R. (2010): Chapter 66. In: ETTINGER, S. und FELDMANN E. (Hrsg.): Textbook of Veterinary Internal Medicine. 7. Auflage. St. Louis, Saunders Elsevier: S. 259 – 265.
- RAVIN, A. (1976) In: MSD SHARP & DOHME (Hrsg.): Audio-Sonderservice: Kardi-ale Auskultation. 6 Audiokassetten mit Begleitheft. Bad Aibling. MSD Sharp & Dohme GmbH.
- REY, G. (2009): E-Learning. Theorien, Gestaltungsempfehlungen und Forschung. Bern. Verlag Hans Huber.
- RIEKERT, M. (2007): Gestaltungsregeln für Programmierer: Die häufigsten Fehler bei der Umsetzung von Layout-Entwürfen. <http://blog.seibert-media.net>, Stand: 21.8.2011.

- RISHNIW, M. und THOMAS, W. P. (2002): Dynamic right ventricular outflow obstruction: a new cause of systolic murmurs in cats. *J Vet Intern Med* 16 (5): 547 - 552.
- RISER, U. et al. (2002): Teil III Der Einsatz von Autorensoftware. In: *Konzeption und Entwicklung interaktiver Lernprogramme*. Berlin, Heidelberg. Springer: S. 143 – 159.
- RUNDNAGEL, R. (2008): *Software-Ergonomie und Benutzungsfreundlichkeit*. <http://www.ergo-online.de>, Stand: 21.8.2011.
- SCHNEIDER, M. (2009a): Herzgeräusche. In: NEIGER, R. (Hrsg.): *Differenzialdiagnose Innere Medizin bei Hund und Katze*. Stuttgart. Enke Verlag: S. 209 – 217.
- SCHNEIDER, W. (2009b): Schrift. <http://www.ergo-online.de>, Stand: 21.8.2011.
- SCHNEIDER, W. (2009c): Farben. <http://www.ergo-online.de>, Stand: 21.8.2011.
- SCHNEIDER, W. (2010a): Fluchtlinien und Abstände. <http://www.ergo-online.de>, Stand: 21.8.2011.
- SCHNEIDER, W. (2010b): Gruppierung von Informationen. <http://www.ergo-online.de>, Stand: 21.8.2011.
- SCHLODFELDT, T. (2010)  
<http://www.tschlotfeldt.de/elearning-wiki/Autorentool>  
Stand 29.8.2011.
- SCHULZ-ZANDER, R. UND TULODZIECKI, G. (2009): Pädagogische Grundlagen des Online Lernens. In: ISSING, L. und KLIMSA, P. (Hrsg.): *Online-Lernen. Handbuch für Wissenschaft und Praxis*. München. Oldenbourg Wissenschaftsverlag: S. 36 – 45.
- SISSON, D. und ETTINGER, S. (1999) *The Physical Examination*. In: FOX, P. und SISSON, D. und MOISE, N. (Hrsg.): *Textbook of Canine and Feline Cardiology*. 2.Auflage. Philadelphia. W.B. Saunders Company: S. 46 – 64.
- SKRODZKI, M. (2008): Auskultation inklusive CD-ROM. In: TOBIAS, R. und SKRODZKI, M. und SCHNEIDER, M. (Hrsg.) : *Kleintierkardiologie kompakt*. Hannover. Schlütersche Verlagsgesellschaft: S. 16 – 20.
- SMITH, F. und KEENE, B. und TILLEY, L.P. (2006): *Rapid Interpretation of Heart and Lung Sounds*. 2.Auflage. A Guide to Cardiac and Respiratory Auscultation of Dogs and Cats. St.Louis. Saunders Elsevier
- STAPELKAMP, T. (2007): *Screen- und Interfacedesign. Gestaltung und Usability für Hard- und Software*. Berlin, Heidelberg. Springer.
- STRITTMATTER, P. und NIEGEMANN, H. (2000): *Lehren und Lernen mit Medien*. Darmstadt. Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

SWELLER, J. (2005): Implications of Cognitive Load Theory for Multimedia Learning. In: MAYER, R. (Hrsg.): The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. New York. Cambridge University Press: S. 19 – 29.

TAGLINGER, H. (2003): Jetzt lerne ich HTML. Der einfache Einstieg in die eigene Website. München. Markt+Technik Verlag: S. 231.

THESMANN, S. (2010): Einführung in das Design multimedialer Webanwendungen. Wiesbaden. Vieweg und Teubner Verlag

TOBIAS, R. und THIET, W. und AUGSBURG, S. (1990): Die Klinische Untersuchung von Hund und Katze. Hannover. AStA.

VÖRÖS, K. und EHLERS, J. und NOLTE, I. (2011): Heartsound Library.  
<http://www.tiho-hannover.de/studium-lehre/el/lernmedien/heartsound-library/examples/>, Stand. 15.9.2011.

WARE, W. (2009): In: NELSON, R. und COUTO, C (Hrsg.): The Cardiovascular Examination. Small Animal Internal Medicine. 4. Auflage. St.Louis. Mosby Elsevier: S. 3 – 11.

WEIDENMANN, B. (1995): Ist der Begriff "Multimedia" für die Medienpsychologie ungeeignet?. Zeitschrift für Medienpsychologie, Ausgabe7(4): 256 – 261.

WEINREICH, H. (2002): 1. Performanz - Gewährleisten kurzer Antwortzeiten.  
<http://vsis-www.informatik.uni-hamburg.de/ergonomie/performanz.html>,  
 Stand: 25.8.2011.

WENDT, M. (2003): Entwicklung. In: Praxisbuch CBT und WBT - Konzipieren, entwickeln, gestalten. München, Wien. Carl Hanser Fachbuchverlag: S. 238 – 256.

WESS, G. (2004): Herzgeräusche.  
<http://www.tierkardiologie.lmu.de/studenten/herzgeraeusche.html>,  
 Stand: 25.8.2011.

[http://www.adobe.com/de/macromedia/adobe\\_macromedia/faq/](http://www.adobe.com/de/macromedia/adobe_macromedia/faq/),  
 Stand: 15.9.2011.

<http://www.blaufuss.org/>. Heart Sounds Tutorial. Stand 7.9.2011.

<http://www.itwissen.info>. Inhaltlich verantwortlich: LEMPINSKI, K. :FLV (Flash Video), MP3 (MPEG audio layer 3), Stand 25.8.2011.

www.selfhtml.org (2007): <http://de.selfhtml.org/css/intro.htm>, Stand:5.9.2011.

<http://www.vetagenda.com>, Stand: 10.1.2012.

## **X DANKSAGUNG**

Ganz herzlich bedanken möchte ich mich bei:

Frau Univ.-Prof. Dr. Cordula Poulsen Nautrup für die vertrauensvolle Überlassung des Themas und die fachliche und kreative Unterstützung. Für ihr persönliches Engagement und Bereitschaft, Problemstellungen auch außerhalb üblicher Arbeitszeiten zu diskutieren.

Herrn Univ.-Prof. Dr. med. vet. Dr. med. Dr. med. habil. Fred Sinowatz, Vorstand des Lehrstuhls für Anatomie, Histologie und Embryologie der Ludwig-Maximilians-Universität München, für die Möglichkeit, zur Verwirklichung dieser Promotion die technische Ausstattung des Hauses in Anspruch nehmen zu können.

Frau Univ.-Prof. Dr. Ellen Kienzle, Leiterin des Lehrstuhls für Tierernährung und Diätetik der Ludwig-Maximilians-Universität München, für die Bereitstellung der institutseigenen Beagle, FBI Hunde und Katzen.

Der Rechnerbetriebsgruppe des Veterinärmedizinischen Departments der Ludwig-Maximilians-Universität München, insbesondere Herrn Chris van der Meijden, für die schnellen Antworten und Tipps bei Programmierung und Computerfragen.

Meinen Mitdoktorandinnen Fiona Weigel, Inga Wöfl, Sandra Penzl, Stefanie Pfleger und Susanne Schultheiß für ihre stetige Hilfsbereitschaft und freundschaftliche Zusammenarbeit.

Herrn Prof. Dr. Don Blumenthal, „Associate Professor“ und „Assistant Dean for Assessment“ des „Pharmacology and Toxicology College of University of Utah, USA“ für die freundliche Genehmigung seine Herzkreislaufanimation „Hyperheart“ in PhonoBasics zu verwenden.

Herrn Dr. Wolfgang Kästner, humanmedizinischer Kardiologe in Ruhestand, für die Durchsicht der auskultatorischen Befunde und zahlreiche Anregungen.

Vielen Kollegen und Bekannten für die tatkräftige Unterstützung und für die Überweisung von Patienten. Insbesondere Herrn Dr. Jens Fritsche, Frau Dr.

Moni Kraussmüller, Herrn Sebastian Morsch, Frau Dr. Christine Suchfort und Frau Jana Stolzenburg.

Meiner Familie und allen meinen Freunden für jegliche Unterstützung sowie für die Korrektur dieser Arbeit. Vor allem danke ich Marc, Thomas und Andreas.

An alle unzähligen nicht namentlich aufgeführten Zuhörer, Hilfesteller und Korrekturleser sei ebenfalls ein herzliches Dankeschön gerichtet!

Das Lernprogramm „PhonoBasics – kardiale Auskultation bei Hund und Katze“ erscheint im Jahr 2012 bei der Schlüterschen Verlagsgesellschaft, Hannover.  
„PhonoBasics“ ist bis dahin bei der Autorin, Bea Alice Lühr (bea.loehr@anat.vetmed.uni-muenchen.de), einzusehen.