

Aus dem Institut für Tieranatomie I  
der Ludwig-Maximilians-Universität München  
Vorstand: Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. mult. H.-G. Liebich

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

**Computer basiertes Lernprogramm  
über die physikalisch-technischen Grundlagen  
der Sonografie beim Kleintier**

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

von  
Nicola Susanne Streck  
aus München

München 2004

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

Dekan: Univ.-Prof. Dr. A. Stolle  
Referentin: Univ.-Prof. Dr. C. Poulsen Nautrup  
Korreferent: Prof. Dr. M. Goldberg

Tag der Promotion: 23. Juli 2004

---

Zum Andenken an Marc und Christof

---

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	<u>Seite</u>
<b>1 Einleitung</b>	<b>3</b>
<b>2 Literaturübersicht</b>	<b>4</b>
2.1 Allgemeine Definitionen	4
2.1.1 Lernen und Lehre	4
2.1.2 Multimedia und CBT	4
2.2 Ergonomie	6
2.2.1 Definition der Ergonomie	6
2.2.2 Ergonomische Anforderungen an ein Lernprogramm	6
2.2.2.1 Performanz	7
2.2.2.2 Seitenlänge	8
2.2.2.3 Orientierung	9
2.2.2.4 Navigation	9
2.2.2.5 Hyperlinks	10
2.2.2.6 Konsistente Oberfläche	10
2.2.2.7 Schrift	10
2.2.2.8 Kontrast	11
2.2.2.9 Farben	12
2.2.2.10 Animationen	13
2.2.2.11 Videos	13
2.2.2.12 Audios	13
2.3 Didaktik	16
2.3.1 Definition der Didaktik	16
2.3.2 Didaktische Anforderungen an ein Lernprogramm	16
2.4 Programmiertechnische Möglichkeiten für die Erstellung eines Lernprogramms	19
2.5 Projektrealisierung	21
2.6 Computer basierte Lernprogramme zum Thema physikalische und technische Grundlagen des Ultraschalls	22
2.6.1 Tiermedizinische Programme	22
2.6.2 Humanmedizinische Programme	23
2.7 Konventionelle Lehrbücher zum Thema physikalische und technische Grundlagen des Ultraschalls	24
<b>3 Material und Methoden</b>	<b>26</b>
3.1 Hardware	26
3.1.1 Ultraschallgeräte	26
3.1.2 Personal Computer	26
3.1.3 Technisches Equipment	27
3.2 Software	28
3.2.1 Textverarbeitungsprogramm	28
3.2.2 Bildbearbeitungsprogramm	28
3.2.3 Videobearbeitungsprogramme	28
3.2.4 Animationsprogramm	28
3.2.5 Layoutprogramm	29
3.2.6 Applets	29
3.2.7 Hilfsprogramme	29
3.2.8 Installationsroutine	30
3.3 Benutzerschnittstelle und Programmiersprache	30
3.4 Tiere	31
3.5 Bücher	32

	<u>Seite</u>
<b>4</b>	<b>33</b>
<b>Ergebnisse</b>	
4.1 Inhaltlicher Aufbau des Programms	33
4.2 Realisierung ergonomischer Anforderungen	37
4.2.1 Seitentypen	37
4.2.2 Navigation und Orientierung	49
4.2.3 Layout	53
4.3 Realisierung didaktischer Anforderungen	56
4.4 Realisierung programmiertechnischer Anforderungen	60
4.5 Anforderungen an das Betriebssystem des Benutzers	64
4.5.1 Hardware	64
4.5.2 Software	64
<b>5</b>	<b>65</b>
<b>Diskussion</b>	
5.1 Begründung des Titels „Computer basiertes Lernprogramm“	65
5.2 Realisierung ergonomischer Anforderungen	66
5.3 Realisierung didaktischer Anforderungen	70
5.4 Vergleichende Beurteilung verschiedener Lernprogramme	72
5.5 Projektrealisierung	74
5.6 Anforderungen an das Betriebssystem des Benutzers	75
5.7 Fazit	76
<b>6</b>	<b>77</b>
<b>Ausblick</b>	
<b>7</b>	<b>79</b>
<b>Zusammenfassung</b>	
<b>8</b>	<b>81</b>
<b>Summary</b>	
<b>9</b>	<b>83</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	
<b>10</b>	<b>91</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	
<b>11</b>	<b>92</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	
<b>12</b>	<b>94</b>
<b>Danksagung</b>	

# 1 Einleitung

Die Sonografie ist ein bildgebendes Verfahren, das in der tierärztlichen Praxis immer öfter eingesetzt wird und als Zusatzdiagnostikum breite Anwendungsmöglichkeiten bietet. Beim Erlernen der Sonografie werden häufig die technischen und physikalischen Grundlagen nicht besonders berücksichtigt, da sie für viele Mediziner schwer zu verstehen sind und als langweilig empfunden werden. Aber gerade die Kenntnis der Grundlagen ermöglicht eine sinnvolle Systemnutzung und -einstellung, die die unbedingte Voraussetzung für gut interpretierbare und beurteilbare Sonografien darstellen. So entstand die Idee, ein modernes Lehr- und Lernmedium zu entwickeln, das dem Lernenden Sachverhalte durch bewegte Animationen und mit Originalultraschallfilmen vermittelt und damit eine sinnvolle Ergänzung zu den konventionellen Lehrbüchern bietet.

Um das Interesse beim Nutzer zu wecken und zu erhalten, muss versucht werden, das sehr theoretische Physikwissen ansprechend, lebendig und spielerisch darzustellen. Dadurch soll Lust auf mehr Information dieser Art geweckt und gleichzeitig Neugier erzeugt werden, sich mit diesem technischen Wissen vertraut zu machen.

Um tatsächlich eine Verbesserung der Akzeptanz der physikalisch-technischen Grundlagen der Sonografie zu erzielen, wird bei dem Programm großer Wert auf die Ergonomie und Didaktik gelegt. Der didaktische Ansatz erfordert eine Umsetzung der Inhalte in der Weise, dass sie schnell und leicht zu verstehen sind. Die geplante Zielgruppe des Programms sind Tiermedizinstudenten der klinischen Semester und praktizierende Tierärzte, die mit der Sonografie beginnen oder ihre Technik verbessern wollen.

## **2 Literaturübersicht**

### **2.1 Allgemeine Definitionen**

#### **2.1.1 Lernen und Lehre**

Lernen wird allgemein als die Speicherung bestimmter Ereignisrelationen oder die Ermöglichung neuen Verhaltens auf Grund von Übung und/oder Beobachtung eines Modells definiert. Speziell für die Weiterbildung im Erwachsenenalter kommt spezifischen Lernangeboten heutzutage eine besondere Bedeutung zu, um auf soziale und individuelle Bedürfnisse eingehen zu können. Dafür eignen sich besonders elektronische (multimediale) Lernprogramme (DABITZ und SEURING; 1993). Lehren ist die Tätigkeit, von der angenommen wird, dass sie die Lernprozesse beeinflusst (LEUTNER; 1998).

#### **2.1.2 Multimedia und CBT**

Ein Lernprogramm auf CD-ROM, wie in der hier vorliegenden Form, wird als „neues Medium“ oder als „Multimedium“ bezeichnet. Der Begriff „Multimedia“ wird allerdings in der Literatur uneinheitlich verwendet.

KERRES (2001) ordnet Multimedien als technische Systeme ein, die in der Lage sind, verschiedene Informationsarten wie Text, Grafik, Audio und Video zu verarbeiten und interaktiv abrufbar zu machen.

WEIDENMANN (2002) differenziert weiter in Multimedialität, Multicodierung und Multimodalität. Multimedial sind ihm zufolge Angebote, die zwar auf unterschiedliche Speicher- und Präsentationstechnologien verteilt sind, aber dennoch integriert präsentiert werden, z.B. auf einer einzigen Benutzerplattform, wie ein PC mit CD-ROM-Player. Insofern unterscheiden sie sich vom „Medienverbund“, bei dem die Präsentation auf verschiedene Medien verteilt ist, z.B. Videofilme, Dias und Clipcharts, aber nicht integriert. Multicodal sind Angebote, die unterschiedliche Codierungen (Buchstaben, Zahlen, Piktogramme) aufweisen, etwa Grafiken mit Beschriftung oder z.B. eine Ultraschallskizze mit Piktogramm und Beschriftung. Multimodal sind schließlich Angebote, die unterschiedliche Sinnesmodalitäten ansprechen, zum Beispiel Video mit Ton.

ISSING und KLIMSA (2002) sehen Multimedia mehr als ein Konzept an, in das sowohl digitale Medien als auch die technische und anwendungsbezogene Dimension integriert werden. Die technische Komponente bezieht sich auf Programmierung, Benutzerschnittstelle und technische Realisierbarkeit einer Anwendung. Der Anwendungsaspekt beinhaltet den Nutzungskontext und die Funktionalität, und betrifft auch die didaktische Konzeption.

Neben „Multimedia“ führt KERRES (2001) die „Computer Based Trainings“ (= CBT) auf, unter denen allgemein die verschiedenartigen Formen der Computernutzung zu Lernzwecken verstanden werden, die auch multimedial aufbereitet werden können.

## 2.2 Ergonomie

### 2.2.1 Definition der Ergonomie

Der Begriff „Ergonomie“ setzt sich aus den griechischen Worten „ergos“ = Arbeit und „nomos“ = Regel zusammen, und stellt die Wissenschaft von den Leistungsmöglichkeiten und -grenzen des arbeitenden Menschen dar, sowie der besten wechselseitigen Anpassungen zwischen dem Menschen und seinen Arbeitsbedingungen (SCHOLZE-STUBENRECHT et al.; 2001).

Laut MEKELBURG (2003) beschäftigt sich die Software-Ergonomie mit der menschengerechten Gestaltung von Programmsystemen im Rahmen Computer gestützter Arbeit, also der Optimierung der Mensch-Computer-Interaktion zu Gunsten des Menschen. Software soll mit den gebotenen technischen Möglichkeiten und unter Einhaltung definierter und empirischer Standards leicht verständlich und schnell benutzbar gemacht werden (MÜLLER und FACKELMAYER; 2003).

### 2.2.2 Ergonomische Anforderungen an ein Lernprogramm

Die International Standards Organisation (ISO) hat mit der DIN EN ISO 9241\* „Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten“ einen aus 17 Teilen bestehenden, teilweise sehr allgemein gehaltenen Standard unter anderem auch für die Software-Entwicklung aufgestellt, der allerdings nicht ausreicht, um benutzerfreundliche Anwendungen zu kreieren (WWW.SOFTWARE-ERGONOMIE.COM; 2004).

Derartige allgemeine Hinweise von offiziellen Standardisierungsgremien sind weniger bestimmend als eigene praktische Erfahrungen, die auf vorhergehenden Entwicklungen basieren (MÜLLER und FACKELMAYER; 2003).

Konkrete Hinweise auf eine benutzerfreundliche Gestaltung von Software gibt WEINREICH (1997). Er verweist auf zehn elementare Leitlinien, die eine anwenderfreundliche und gute Benutzbarkeit von Informationssystemen des World Wide Web (= WWW) garantieren sollen. Sechs dieser Kriterien, nämlich Performanz,

---

\* Da diese Standards nur käuflich erworben werden können (Beuth-Verlag GmbH, Berlin) und aus urheberrechtlichen Gründen auch keine Auszüge daraus zu zitieren sind, wird hier auf Informationen zurückgegriffen, die sich auf diese ISO-Normen berufen.

Seitenlänge, Orientierung, Navigation, Hyperlinks und konsistente Oberfläche, gelten auch für den erfolgreichen ergonomischen Aufbau der Einzelseiten eines Browser basierten Lernprogramms. Weitere Gestaltungskriterien wie Schrifttypus, Farben und deren Kontrast müssen berücksichtigt werden. Bei einem modernen Lernprogramm kommen häufig zusätzliche Medien wie Animationen, Videos und Tondateien (= Audios) zum Einsatz (NIELSEN; 1995).

Es ist legitim, die Benutzeroberfläche nach eigenen kreativen Geschmacksvorstellungen zu konstruieren, denn nur ein auffälliges Design erlangt Aufmerksamkeit (WEINREICH; 1997). Jedoch müssen für die gute Benutzbarkeit eines Systems bei der Design orientierten Gestaltung oben aufgezählte ergonomische Aspekte berücksichtigt werden, die im Folgenden näher erläutert werden.

### **2.2.2.1 Performanz**

Die Performanz eines Systems gilt als ein entscheidender Faktor für seine Benutzbarkeit. Wichtig ist der schnelle Seitenaufbau, der nicht länger als zwei bis vier Sekunden dauern sollte, da sonst der Arbeitsfluss gestört wird. Damit der Anwender das Gefühl bekommt, Objekte direkt manipulieren zu können (über einen Mausklick), müssen die Antwortzeiten (in diesem Fall die zu erfolgende Reaktion auf den Mausklick) sogar unter 0,1 Sekunden liegen (NIELSEN; 1995).

Für eine gute Performanz muss die Komplexität der Seite angemessen sein, z. B. durch die Aufteilung der Seite in Tabellen und das Verwenden kleiner Grafiken, außerdem muss das Format („height“, „width“) der Grafiken vorgegeben sein (WEINREICH; 1997).

Um die Zeit, die zum Aufbau einer Seite benötigt wird, möglichst kurz zu halten und trotzdem eine angemessene Qualität zu garantieren, müssen die Grafiken, Filme und Animationen richtig komprimiert sein. Das JPEG-Format (= Joint Photographic Experts Group) ist gut für realistische Fotos oder Grafiken mit vielen Details geeignet. Allerdings ist die Komprimierung mit Qualitätsverlusten verbunden, weshalb schrittweise herauszufinden ist, welcher Qualitätsverlust noch tragbar ist. GIF (= Graphics Interchange Format) ist die geeignete Kompressionsmethode für Grafiken mit gleichartigen Farbflächen. Hier erfolgt die Komprimierung über die Reduktion der Farben, z.B. von 256 auf 16 (BRÄUTIGAM; 2004).

Zur Kodierung von Videosequenzen gibt es vielfältige Methoden und entsprechend zahlreiche Formate. Die effizienteste Videokomprimierung ist MPEG (= Moving Pictures Experts Group), da trotz extremer Komprimierung der Datenrate weiterhin eine hervorragende Bildqualität garantiert wird (WWW.HYPERDICTIONARY.COM; 2004). MPEG basiert auf dem Prinzip eines ungleichen Enkodier- und Dekodierverhältnisses. Das bedeutet, dass für die Komprimierung der Filme wesentlich mehr Rechenleistung erforderlich ist als für die Rekonstruktion beim Endnutzer. Es gibt derzeit vier Versionen: MPEG 1 erreicht die größtmögliche Kompressionsrate (bis zu 200:1) bei einer dennoch flüssigen, ruckelfreien Wiedergabe (GADEGAST und SCHMIDT; 1996). MPEG 2 ist nicht etwa eine Verbesserung von MPEG 1, sondern auf andere Bedürfnisse zugeschnitten. Es betrifft mehr die Zielgruppe der TV-Konsumenten als der PC-Benutzer, da es besser mit dem beim Fernsehen eingesetzten Zeilensprungverfahren („Interlace“) umgehen kann (SCHROIFF; 1997). MPEG 3 wurde zwischenzeitlich in MPEG 2 integriert. MPEG 4 verfügt bereits über Potentiale zur dreidimensionalen Bildwiedergabe, ist aber mit üblichen Systemen auf eine maximale Datenrate von 256 KByte pro Sekunde beschränkt und kann damit nicht ruckelfrei abgespielt werden (GADEGAST und SCHMIDT; 1996).

Die Reduzierung der Datenmenge erfolgt ähnlich wie bei JPEG-Daten, wobei Einzelbilder in Gruppen (Group Of Pictures = GOP) betrachtet werden, von denen nur die Veränderungen der Pixel zum jeweiligen Vorgängerbild gespeichert werden. Bei einer zu hohen Kompressionsrate kommt es allerdings leicht zu Unschärfeartefakten (STRÖHLEIN; 1999).

### **2.2.2.2 Seitenlänge**

Die Seitenlänge hat im Hinblick auf die Ergonomie große Bedeutung für die Gestaltung von Computeranwendungen. Je kürzer eine Seite ist, desto schneller kann eine Information gefunden werden. Bei langen Dokumenten entstehen Scrollbars\*, die in ihrer Handhabung als umständlich empfunden werden. Die

---

\* Scrolling ist das Verschieben von Bildschirmhalten. Der Begriff setzt sich zusammen aus den englischen Worten "screen" = Bildschirm und "rolling" = rollen. Das Scrolling dient dem Zweck, umfangreiche Inhalte auf begrenztem Platz darzustellen. Der "Scrollbar" ist das Steuerelement am Seitenrand, mit dem die Inhalte im Fensterelement gescrollt werden können. Unter dem Aspekt der Ergonomie sollte das Scrolling vermieden werden. (WWW.NET-LEXIKON.DE, 2004)

Gesamtinformation kann nicht auf einmal überblickt werden und es wird schwierig, bestimmte Textstellen wieder zu finden (WEINREICH; 1997).

### **2.2.2.3 Orientierung**

Eine gute Orientierung in einem Computerprogramm ist für den Anwender sehr wichtig, da es sonst zu dem viel zitierten „lost in hyperspace“-Phänomen (CONKLIN; 1987; GAY und MAZUR; 1991) kommt und der Anwender schnell das Interesse verliert, oder wie es NIELSEN (2002) ausdrückt: „Complexity or confusion make people go away!“. Die Ursache für die Orientierungslosigkeit liegt darin, dass der Benutzer nicht mehr überblicken kann, wo er sich in einem Programm befindet, oder dass er die Information nicht findet, die er sucht. Dies wäre der Fall, wenn beispielsweise das Anklicken eines Hyperlinks zu einem unerwarteten Dokument führt und ein Zurückkehren zur davor betrachteten Seite nicht ohne weiteres möglich ist (WEINREICH; 1997).

Nachdem sich immer nur eine begrenzte Informationsmenge im Fokus der Aufmerksamkeit befindet, sollten nach SCHNOTZ (2002) in jedem Textsegment „Topic“ und „Comment“ angegeben werden, um eine Orientierungsmöglichkeit zu geben, wo sich der Betrachter im Kontext befindet. Das „Topic“ soll in Form einer Überschrift zeigen, worüber etwas ausgesagt werden soll und das „Comment“ gibt an, was ausgesagt wird. Die lokale Position in einer Hierarchie kann auch von einem Menü oder über Seitenzahlen dargestellt werden.

### **2.2.2.4 Navigation**

Mit Navigation wird die Tätigkeit eines Anwenders umschrieben, anhand von Hypertext-Links gewünschte Informationen abzurufen. Da verschiedene Benutzer unterschiedliche Angewohnheiten und Vorlieben haben, um Informationen zu bekommen, gibt es keine einheitliche Vorlage für eine sinnvolle Struktur. Für einen schnellen und unkomplizierten Zugriff kann eine sequentielle Strukturierung mittels Navigations-Menüs vorgenommen werden, eine Methode, die von konventionellen Textdokumenten mit ihrer Gliederung in Abschnitte und Kapitel bekannt ist. Die Qualität eines solchen Menüs hängt stark von der Gliederung selbst und von den gewählten Titeln ab. Ein alphabetischer Index ist ein Werkzeug, mit dem auf direktem Weg schnell wesentliche Informationen zu finden sind. So genannte „Backtracer“

(von englisch "back" = zurück, "trace" = Spur) lassen den Benutzer auf die zuletzt angezeigte Seite zurückgelangen (WEINREICH; 1997).

Besonders für Anfänger sollte bei der Gestaltung der Benutzeroberfläche eine deutliche Trennung von Schalt- und Informationsflächen eingehalten werden. Außerdem müssen für diese Schaltflächen (= „Buttons“) realitätsnahe Metaphern gewählt werden (KERRES; 2001).

Die ISO 9241 fordert nach dem softwareergonomischen Kriterium der „Steuerbarkeit“ zudem, dass verschiedene Navigationsmöglichkeiten angeboten werden (BRÄUTIGAM; 2004).

#### **2.2.2.5 Hyperlinks**

Die Qualität eines Hypertextes ist stark von der Gestaltung der einzelnen Hyperlinks abhängig. Durch diese assoziativen Links sind verschiedene Dokumente miteinander verknüpft. Es muss für den Benutzer klar erkenntlich sein, was ihn bei der Wahl eines Links erwartet. Deshalb muss aus dem Text eindeutig hervor gehen, an welche Information man durch den Link gelangen kann, und der relevante Teil muss hervorgehoben werden (WWW.NET-LEXIKON.DE; 2004).

#### **2.2.2.6 Konsistente Oberfläche**

Computer-Informationssysteme sollten über eine konsistente Oberfläche und ein einheitliches Design verfügen. Durch Logos kommt es zu einer schnellen Identifizierung der Seiten und einem Wiedererkennungseffekt (Corporate Identity). Damit die Anwender eines Systems leichter auf Informationen zugreifen können, sollten die Bedienungselemente immer gleich aussehen und an der gleichen Stelle zu finden sein. Die „Farbwelt“ (Schriftfarbe, Schriftgröße, Hintergrundfarbe, etc.) sollte auf allen Seiten homogen sein, um einen professionellen Eindruck zu erwecken (WEINREICH; 1997).

#### **2.2.2.7 Schrift**

Die Schrift ist nach SCHNEIDER (2004) ein fundamentales Element des ergonomischen Layouts, da wesentliche Informationen immer noch per Text dargestellt werden. WITTIG-GOETZ (2004) beruft sich auf die

Bildschirmarbeitsverordnung (BildschArbV; 1996), die fordert, dass auf dem Bildschirm dargestellte Zeichen scharf, deutlich und ausreichend groß sind. Da schräge Linien auf dem Bildschirm in Form gezackter Linien dargestellt werden, sollten kursive Schreibweisen oder Schriftarten mit Serifen generell abgelehnt werden. NIELSEN (2001) bemängelt, dass insbesondere bei kleinen Schriftgrößen die darstellenden Punkte nicht ausreichen, Serifen deutlich abzubilden. Er gibt jedoch zu bedenken, dass die meisten Menschen das Lesen von Serifenschriften vorziehen. Allerdings hat die Lesbarkeit für ihn Priorität. Texte in Grossbuchstaben sind schwer und langsamer zu lesen, deshalb sollte darauf ebenfalls verzichtet werden. Die Schriftgröße sollte nicht unter acht Punkten (8 pt)\* liegen.

Wenn bei der Programmierung einer Seite keine Angabe zum Schrifttyp (= Font) gemacht wird, so wird die im Browser eingestellte Standardschrift dargestellt. Deshalb sollte ein Font immer definiert werden, wenn man eine Schrift fest vorgeben will. Der serifenlose Schrifttyp „Verdana“ wurde eigens für das WWW entwickelt und garantiert die beste Lesbarkeit. Falls dieser Font beim Anwender nicht installiert ist, so kann man eine Ersatzschrift bei der Programmierung angeben, die dann anstelle von „Verdana“ abgebildet wird. Geeignet wären die serifenlosen Typen für Microsoft Windows „Arial“ oder für Mac Apple „Helvetica“ (BRÄUTIGAM; 2004).

Der Text sollte linksbündig ausgerichtet sein, denn wenn er in zu breiten Spalten geschrieben wird, verliert das Auge leicht die Linie beim Zeilenwechsel. Deshalb sollte er sich auch nicht über die gesamte Bildschirmbreite ausdehnen. Das Hervorheben durch Fettdruck sollte Überschriften oder Schlagworten vorbehalten sein (NIELSEN; 2001).

#### **2.2.2.8 Kontrast**

Wichtig für die Lesbarkeit eines Textes ist der Kontrast von Schriftfarbe und Hintergrund. NIELSEN (2001) plädiert für die so genannte „Positivdarstellung“, schwarze Schrift auf weißem Grund, bei der der Kontrast am stärksten ist. Deshalb ist diese Kombination auch bei langen Textpassagen zu verwenden. Zumindest sollte der Hintergrund einfarbig oder mit einem sehr dezenten Muster gestaltet sein. Bei bestimmten Kombinationen werden Farben unterschiedlicher Wellenlänge vom menschlichen Auge als störend oder unangenehm wahrgenommen, man spricht vom

---

\* Die im vorliegenden Text verwendete Schriftgröße beträgt beispielsweise zwölf Punkte

Chromostereopsis-Effekt. Deshalb sollten bestimmte Farbkombinationen wie Grün auf Rot, Rot auf Blau oder Blau auf Grün vermieden werden ([HTTP://WWW1.KARLSRUHE.DE/\\_PREVIEW/STYLEGUIDE/FARBEN.PHP](http://www1.karlsruhe.de/_PREVIEW/STYLEGUIDE/FARBEN.PHP); 2004).

### **2.2.2.9 Farben**

Bereits Goethe beschrieb in seiner Farbenlehre (1792), dass Farben bestimmte Assoziationen und Reaktionen bei Menschen hervorrufen. BOLES (1996) bestätigt, dass die psychologischen Empfindungen, die verschiedene Farbcharaktere wecken, sowohl auf individuellen Erfahrungen als auch auf kulturellen Überlieferungen beruhen. So ist Rot beispielsweise eine „warme“ Farbe, da es mit Feuer, Glut und somit Wärme assoziiert wird. Blau gilt als „kalte“ Farbe, da es mit Eis und Schnee in Verbindung gebracht wird. Nicht nur die Konsum- und Werbeindustrie macht sich diese Eigenschaften zunutze, sondern solche Grundtendenzen sollten auch beim Design von Computerseiten und -grafiken berücksichtigt werden (BOLES; 1996).

Speziell die Kombination von Schriftfarbe und Hintergrundfarbe muss dabei gut durchdacht werden. Werden zwei sich im Farbkreis gegenüber liegende Farben (Komplementärfarben) nebeneinander angeordnet, ergibt sich der so genannte Komplementärkontrast. Solche Kompositionen wirken sehr stabil auf den Betrachter. Der Qualitätskontrast bezieht sich auf die Unterschiede in der Leuchtkraft der Farben. Soll die Intensität einer (gesättigten) Farbe verstärkt werden, muss sie mit einer schwächeren Farbe (aufgehellt, blass) kombiniert werden (BOLES; 1996).

Wird über einen längeren Zeitraum ein großer Bereich stark gesättigter Farben fokussiert und werden die Augen anschließend auf eine andere Stelle gerichtet, so sieht man ein „Nachbild“ dieses gesättigten Bereichs. Dieser Effekt belastet die Augen, weshalb auf die Gestaltung großer Flächen mit gesättigten Farben verzichtet werden sollte.

Für Bilder oder Grafiken dürfen ferner nie mehr als sieben Farben gewählt werden, da zu viele Farben die Aufnahmefähigkeit des menschlichen Auges überfordern würden (BOLES; 1996).

Zusätzlich besteht die Möglichkeit, mit Hilfe von Beschriftungen, Kontrastveränderungen oder mit direktiven Bildzeichen (z.B. Pfeilen) Einfluss auf die geistige Verarbeitung der Inhalte beim Anwender zu nehmen (SCHNOTZ; 2002).

Zur Ergänzung der eben besprochenen herkömmlichen Medien Text und Bild wird nach NIELSEN (1995) die Verwendung von weiteren Techniken wie Animationen, Videos und Audios für Multimedia immer populärer. KERRES (2001) bestätigt, dass mit Hilfe von Videos und Animationen Kontextinformation in ein Lernmedium integriert werden kann. Aber ebenso wie diese neuen Medien mehr Design-Möglichkeiten bieten, fordern sie auch mehr Design-Disziplin, da der unbedachte Einsatz solcher Medien den Benutzer eher verunsichert als ihm hilft, die Information zu verstehen (NIELSEN; 1995).

#### **2.2.2.10 Animationen**

Wenn ein Sachverhalt aus zwei oder mehr verschiedenen Stadien besteht, dann sind Animationen gut geeignet, den fließenden Übergang dieser Stadien ineinander darzustellen. Einige Informationen sind durch solche Bewegungsabläufe leichter zu verstehen als mit statischen Bildern. Die Animation kann also als ein perfektes Hilfsmittel angesehen werden, um Veränderungen in ihrer zeitlichen Abhängigkeit zu illustrieren. Da der Computer-Bildschirm zweidimensional ist, sind Animationen auch ein gutes Medium, um dreidimensionale Verhältnisse zu demonstrieren. Dazu sollten die Bewegungen allerdings langsam sein, damit der Betrachter die Strukturen besser fokussieren kann (NIELSEN; 1995).

#### **2.2.2.11 Videos**

Videos werden von NIELSEN (1995) als eine Ergänzung zu Text und Bildern angesehen. Sie dienen dazu, bewegte Objekte zu zeigen. Als Hauptproblem führt er allerdings die Produktionsqualität an und erwähnt Studien, die gezeigt haben, dass die Anwender bei schlechter Videoqualität schnell ungeduldig werden. Die auditive Hinterlegung von Filmen sieht NIELSEN (1995) ebenfalls kritisch, da sie den internationalen Nutzen von Anwendungen schmälert.

#### **2.2.2.12 Audios**

Audios können Hintergrundinformationen geben oder Stimmungen vermitteln, ohne als weitere verwirrende Information auf dem Bildschirm wahrgenommen zu werden. Die menschlichen Sinne unterliegen schnell einer Überlastung, die sich reduzieren

lässt, wenn unterschiedliche Codierungen (visuell, auditiv) eingesetzt werden (WEIDENMANN; 2002). Gesprochener Text vermag zudem die Aufmerksamkeit zu erhalten und den Blick des Lernenden zu steuern (PÄCHTER; 1996) und ist persönlicher als gedruckte Sprache (WEIDENMANN; 2002), vor allem wenn die Form der direkten Anrede gewählt wird. KERRES (2001) befürwortet den Einsatz menschlicher Sprecher in Lernplattformen, da das Lesen der Information oft als mühsam erlebt wird. Nachteilig wirkt sich eine große „Text-Bild-Schere“ aus, wenn es durch die schlechte Synchronisation von Bild und Ton zu einer zeitlichen Diskrepanz von auditiv codierter Information und zugehörigen Bildern kommt, da dadurch Langeweile und Abneigung erzeugt werden (WEIDENMANN; 2002).

Zusammengefasst zielt die Ergonomie darauf ab, die graphische Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine, das Graphical-User-Interface (GUI), möglichst anwenderfreundlich zu konzipieren um die „Usability“ eines Objektes zu steigern (WWW.SOFTWARE-ERGONOMIE.COM; 2004).

„Usability“ kommt aus dem Englischen und setzt sich aus den Begriffen „to use“ = benutzen und „the ability“ = Fähigkeit zusammen und ist am ehesten mit Gebrauchstauglichkeit zu übersetzen, impliziert aber gleichzeitig die Begriffe Effizienz und Zufriedenstellung. Die ISO-Norm 9241-11 definiert Usability als das Ausmaß, in dem ein Produkt durch einen Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext eingesetzt werden kann, um ein Ziel wirksam und zufrieden stellend zu erreichen (WWW.USABILITY.CH; 2004).

Die Wahrnehmungspsychologie ist als eine der Grundlagen der Software-Ergonomie entscheidend am Erfolg der Usability beteiligt (SCHNEIDER; 2004). Das Verstehen des Benutzers ist ein wichtiger Ansatzpunkt, denn erkennt der Benutzer nicht, was auf dem Bildschirm steht, benötigt er zusätzlich Zeit, um die Bedeutung der Information herauszufinden. Hat der Anwender andere Erwartungen an die Bedienung des Systems, treten unverschuldet Bedienungsfehler auf. Daraus resultiert ein erhöhter Zeitaufwand. In diesem Zusammenhang spricht SCHNEIDER (2004) von „intuitiven“ Oberflächen, bei denen der Betrachter ohne Hilfestellung instinktiv die Funktionen der Schaltflächen erkennen kann.

KLIMSA (2002) bemerkt dazu, dass es sinnvoll ist, „minimale Handbücher“ zur Verfügung zu stellen, die nur die notwendigsten Erklärungen enthalten, da in der

Forschung das „Paradox of the active user“ seit langem bekannt ist. Dieser Grundsatz besagt, dass die Nutzer von Systemen motivierter sind, wenn sie Anwendungen sofort ausprobieren können, statt zuerst umfassend Funktionalitäten erlernen zu müssen. Das Empfinden des Anwenders spielt bei der effektiven und effizienten Umsetzung auch eine wichtige Rolle. Ist der Benutzer zufrieden, gut motiviert und hat zudem das Gefühl, der Software nicht ausgeliefert zu sein, so ist ein Hauptziel der Software-Ergonomie erreicht (KLIMSA; 2002).

## **2.3 Didaktik**

### **2.3.1 Definition der Didaktik**

Didaktik ist die Wissenschaft vom Lehren und vom Lernen. In der Literatur wird für den Bereich der Erwachsenenbildung eine lebendige, variationsreiche und flexible Didaktik mit authentischem Bezug gefordert (DABITZ und SEURING; 1993).

### **2.3.2 Didaktische Anforderungen an ein Lernprogramm**

RHEINLÄNDER (2003) fordert für Multimedien eine fundierte Didaktik, da ohne diese das Lernen mit den neuen Medien nicht funktionieren wird. Von den zahlreichen Theorien zur Didaktik stehen sich die beiden bedeutendsten gegenüber: die traditionelle Lehrgestaltung durch Frontalunterricht und die modernere Theorie des situierten Lernens, nach der der Lernende sein Wissen selbst konstruiert.

Die Vertreter der traditionellen Unterrichtsphilosophie sind der Meinung, Wissen wird vornehmlich systematisch vermittelt durch Frontalunterricht mit anschließenden strikten Lernerfolgskontrollen (KLAFFKI; 1964). Das Gewicht liegt hierbei auf der Instruktion des Lernenden durch den Lehrenden, wobei objektive Inhalte so transportiert werden, dass der Lernende bezüglich des vermittelten Wissensausschnitts über das gleiche Wissen verfügt wie der Lehrende. Problematisch gestaltet sich der Mangel an empirischen Belegen dafür, dass die Effekte einzelner Instruktionsmaßnahmen replizierbar sind. Praktische Probleme ergeben sich aus der Passivität des Lernenden, da ihm meist die intrinsische Motivation fehlt (MANDL und REINMANN-ROTHMEIER; 1995).

Dem gegenüber steht die konstruktivistische Lernauffassung. Nach Meinung der Vertreter des „situierten Lernens“ wird Wissen nicht nur durch Weitergabe vermittelt, sondern entsteht durch einen aktiven Konstruktionsprozess: die Instruktion weicht der Konstruktion. Daher spielt die Situation, in der das Lernen stattfindet, eine zentrale Rolle für den Wissenserwerb. Eine der grundlegenden Forderungen der Vertreter des situierten Lernens ist der Anspruch auf Authentizität, da Wissen als stark Kontext gebunden angesehen wird und unter Anwendungsgesichtspunkten erworben wird. Diese Forderung kann sicherlich durch multimediale Lernumgebungen eher erfüllt werden als durch herkömmlichen Frontalunterricht. Gerade das Lernen im Erwachsenenalter hat mehr Züge situierten Lernens als das

Lernen von Kindern, da es selbst bestimmt ist und durch spezifische Probleme des Alltags- und Berufslebens initiiert wird. Die intrinsische Motivation ist dadurch gegeben (MANDL und GRUBER und RENKL; 1995).

Diesem konstruktivistischen Ansatz schließt sich ISSING (2002) an, der davon ausgeht, dass das Wissen vom Lernenden aktiv in seine vorhandenen mentalen Modelle und Wirklichkeitskonstrukte integriert werden muss und multimediale Lernumgebungen zur Realisierung dieses aktiven Lernens prädestiniert sind.

Problematisch ist jedoch auch hier die mangelnde Untermauerung der postulierten Effekte situierter Lernumgebungen durch empirische Daten (MANDL und REINMANN-ROTHMEIER; 1995).

Um diese intrinsische Motivation eines Lernenden, von der MANDL et al. (1995) sprechen, zu generieren und vor allem zu bewahren, kann man sich des „Neuigkeitseffekts“ bedienen, der die Motivation zumindest kurzfristig steigert, jedoch bald einem „Gewöhnungseffekt“ weicht (KERRES; 2001). Ein modernes Medium muss ein optimales Maß an komplexer Information und Herausforderung bieten, um Langeweile oder Überforderung des Nutzers zu vermeiden (MALONE; 1981). Speziell durch Abwechslung in der Präsentation wird die Neugier aufrechterhalten. Dem Lernenden sollte die Kontrolle über den Lernweg überlassen werden, damit er seine Lernaktivität mehr als ein scheinbar müheloses Erlebnis empfindet, denn als reines Lernen. DÖRR und SEEL (1997) fordern darüber hinaus für diese multimedialen Lernumgebungen, dass durch die Integration von Medien und der gekonnten Gestaltung einer Lernumgebung ein didaktischer Mehrwert entstehen muss. Demzufolge genügt es nicht, nur Wissensinhalte zu sammeln, vielmehr müssen die Inhalte methodisch so transformiert werden, dass durch das Medium Prozesse angeregt werden, die helfen eine Fragestellung zu lösen. Die zentrale Aufgabe dieser didaktischen Aufbereitung ist es, aus Lehrinhalten Lernangebote zu machen. Für die dazu notwendige Formulierung der Lernziele ist es häufig besser, Personen heranzuziehen, die sich eingehend mit der Materie befassen, allerdings keine echten Fachspezialisten sind. Tatsächliche Sachexperten sind oft nicht mehr in der Lage, ihr Wissen zu explizieren (KERRES; 2001).

Den Prozess der Aufbereitung hat KERRES (2001) als Anhänger der Gestaltungs orientierten Mediendidaktik mit einem „Leitfaden für mediendidaktische Konzeptionen“ konkretisiert, in dem er folgende Punkte als Voraussetzung für die Erstellung eines didaktisch sinnvollen Programms nennt: Der Entwicklung eines

Lernprogramms liegt die Idee zu Grunde, wie ein bestimmtes Bildungsproblem gelöst werden kann. Dafür sind einige Medien besser geeignet als andere und sollten (unter Einbezug der Kosten-Nutzen-Relation) nach ihrer Funktion ausgewählt werden. An der Zielgruppe werden je nach deren Vorwissen, Motivation etc. die Inhalte ausgerichtet und strukturiert und letztlich dementsprechend ein didaktisches Konzept erfasst.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass in der Literatur zwar die Forderung nach einer fundierten Didaktik für die Konzeption einer Lernumgebung besteht, die Frage aber unbeantwortet bleibt, welche Lernprozesse, bzw. Operationen des Lernens stattfinden müssen, um ein bestimmtes Leistungsniveau zu erreichen. Deshalb gibt es mediendidaktisch gesehen auch keinen Grund, bestimmte Medien anderen vorzuziehen (CREß und FRIEDRICH; 2000; KERRES; 2001). Wesentlich ist vielmehr die Frage, ob beispielsweise der Mehraufwand beim Erstellen einer Animation im Hinblick auf den Lernerfolg lohnend ist (KERRES; 2001).

## 2.4 Programmiertechnische Möglichkeiten für die Erstellung eines Lernprogramms

Zur Erstellung von Computerprogrammen gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten. Sie unterscheiden sich vor allem in der verwendeten Programmiersprache. Die Programmiersprache ist nach den Anforderungen des Programms auszuwählen. Schon der Begründer des World Wide Web, BERNERS-LEE (1995), fordert den Aufbau eines plattformunabhängigen Informationssystems, das heißt dass ein Programm mit annähernd allen Computersystemen nutzbar ist. Um diese Plattformunabhängigkeit zu gewährleisten, dürfen in keinem Fall besondere Voraussetzungen von Hardware und Software notwendig sein, sondern es muss eine Sprache gewählt werden, die unter jedem Betriebssystem ausführbar ist. Das schließt alle Sprachen aus, die mit Binärformaten arbeiten (z.B. „Pascal“, „C/C++“, „Assembler“). Übrig bleiben solche, die auf der Zielmaschine „interpretiert“ werden, d.h. deren Anweisungen erst bei der Ausführung in ein für diese Maschine gültiges Binärformat übersetzt werden (STRECK; 2002).

Die Verwendung konventioneller Programmiersprachen ist mit hohem Zeit- und Kostenaufwand verbunden und bleibt erfahrenen Programmierern vorbehalten (ATEYEH; 1997).

MÜNZ (2004) bezeichnet HTML (= Hypertext Markup Language) als die leicht zu erlernende „lingua franca“ des World Wide Web. HTML ist eine Sprache zur Strukturierung von Texten, in die Grafiken oder multimediale Inhalte integriert werden können. Durch die weite Verbreitung der Web-Browser ist HTML praktisch überall verfügbar. Außerdem können die HTML-Elemente problemlos mit anderen Sprachen (z.B. Java) erweitert werden. Java ist eine allgemeine Programmiersprache, mit der z.B. Java-Programme (= Java-Applets) programmiert werden, die in einen plattformunabhängigen Bytecode übersetzt und danach ausgeführt werden. Statt eines erheblichen Datenvolumens muss jeweils nur ein geringes Codevolumen (das Applet) übertragen werden (AUGUSTIN; 1997). Diese Java-Applets können im Internet bezogen werden.

Eine Alternative zu den gebräuchlichen Programmiersprachen stellen Autorensysteme dar. Sie werden zur Softwareprogrammierung für Fachautoren entwickelt, die kaum über Programmierkenntnisse verfügen. Das Programm

„ToolBook“ von Asymetrix Multimedia, Seattle (USA), ist wohl eines der am meisten verbreiteten – da einfach zu bedienende – Autorensysteme (NISS; 1997). Es ist ein „Frame basiertes“ Programm, bei dem Objekte auf Flächen angeordnet werden, die in einer bestimmten Reihenfolge angesehen werden können. Für aufwendigere oder individuelle Projekte ist es dennoch nötig, die komplizierte Programmiersprache „OpenScript“ zu erlernen.

Ein weiteres Autorensystem ist das kostenlose „ActiveSlide 1.0.4“, ein Java basiertes Programm für das Erstellen interaktiver und animierter Einzelseiten, die entlang einer Zeitachse angeordnet werden, ähnlich wie bei Flash (siehe unten). Von Vorteil ist die Plattformunabhängigkeit der Software. Der Nachteil an ActiveSlide besteht in der Komplexität, durch die ein erheblicher Einarbeitungsaufwand nötig wird (HESSE; 2004).

„DirectorMX (2002)“ von Macromedia, San Francisco (USA), ist ein weiteres professionelles Autorenwerkzeug um Multimedia-Präsentationen zu erstellen, allerdings erfordert auch hier die Komplexität des Programms eine zeitintensive Einarbeitung. Individuelle Auftritte können mit der eigens entwickelten Sprache „Lingo“ programmiert werden. Vorkenntnisse in Flash (siehe unten) stellen durchaus eine Erleichterung dar (HESSE; 2003).

„Flash V“ und „Flash MX“ von Macromedia, San Francisco (USA), sind zwei der führenden Vektor basierten Programme im Webdesign. Sie bieten die Möglichkeit, anhand zahlreicher Funktionen Bilder, Animationen und Audios miteinander zu kombinieren und Anwendungen zu gestalten, die man linear „durchblättern“ kann (Zeitachsen orientiert). Außerdem lassen sich Flash-Animationen auch problemlos in HTML-Dokumente integrieren. Ein weiterer großer Vorteil von „Flash“ ist die Browser-unabhängige Interpretation der Animationen über das „Macromedia Flash Player Plugin“ (SCHAFFARNIK; 2004).

HAHN (2000) erklärt solche Plugins (engl.: to plug in = einstöpseln) als Zusatzprogramme, die in den Webbrowser eingebettet werden, um das Abspielen der Animationen und Videos zu ermöglichen. Sie verarbeiten Dateiformate, die der Browser selbst nicht „verstehet“ und gehören teilweise zur Standardausrüstung der Webbrowser. Ist dies nicht der Fall, können sie teilweise kostenlos aus dem Internet geladen werden. Einfacher ist es, die für eine Anwendung benötigten Plugins bei einem Programm mit zu installieren. Beispielsweise das kostenlose „Macromedia

Flash Player Plugin“, das Flash-Animationen abspielt, oder das „Windows Media Player Plugin“ zum Abspielen von Videodateien.

## 2.5 Projektrealisierung

Wichtige Rahmenbedingungen für jede Produktion sind neben Kosten- und Zeitaufwand der Zugriff auf Produktionsanlagen, Fachwissen und Zielgruppen.

Für die Entwicklung einer Lern-CD-ROM für die Erwachsenenbildung, wie in der hier vorliegenden Form, differenziert KERRES (2001) vor allem anhand des Kostenrahmens drei Produktionsklassen:

Für Low Budget-Produktionen veranschlagte er im Jahr 2001 ein Budget von 50.000 DM und schließt die Produktion eigener Videos oder Computeranimationen kategorisch aus. Selbst die Gestaltung eines attraktiven Layouts hält er für zu aufwendig und kostspielig und behauptet, dass sich gewisse Qualitätsvorstellungen in diesem Rahmen kaum realisieren lassen. Produktionen von Einzelpersonen in diesem Bereich beruhen allenfalls auf einer Unterschätzung der Erfordernisse und einer Überschätzung der eigenen Fähigkeiten.

Standard-Produktionen gesteht KERRES (2001) die Nutzung gängiger Medientechniken (Videos, Flash-Animationen, kostenpflichtiges Fremdmaterial) zu und kalkuliert sie mit einem Budgetrahmen von 50.000 bis 250.000 DM. Er warnt hierbei allerdings vor einer Vernachlässigung der didaktischen Konzeption zu Gunsten von Effekten.

Große Produktionen (über 500.000 DM) ermöglichen neben dem Einsatz von hochwertigen Videos, Grafiken und Animationen auch die Erprobung neuer Ansätze didaktischen Designs.

Insbesondere bezüglich der ergonomisch wertvollen Gestaltung einer Plattform betonen MÜLLER und FACKELMAYER (2003), dass Software-Ergonomie einen hohen Preis hat.

## **2.6 Computer basierte Lernprogramme zum Thema physikalische und technische Grundlagen des Ultraschalls**

### **2.6.1 Tiermedizinische Programme**

Ebenfalls im Rahmen einer Dissertation entwickelte SCHAFFHAUSER (2000) das Lernprogramm „Echokardiographie für Tiermediziner“. Das ist ein multimediales Lehrmittel über die Echokardiografie bei Hund und Katze. SCHAFFHAUSER (2000) geht im ersten der drei Hauptkapitel ausführlich auf die „Allgemeinen Grundlagen“ der Sonografie ein. In diesen Abschnitten werden die physikalisch-technischen Grundlagen (z.B. in den Unterkapiteln „Physikalische Grundlagen“, „Gerätebedienung“, „Sonographische Artefakte“, „Schallkopf“, etc.) erklärt. Einige sonografische Grundlagen sind organspezifisch ausgelegt (z. B. „Indikationen“, „Sonographische Bildverfahren“, „Echokardiographische Standardansichten“, etc.). Das zweite Kapitel erläutert die spezielle Diagnostik in der Echokardiografie. Im dritten Hauptkapitel des Lernprogramms gibt er dem Nutzer die Gelegenheit, einen Wissenstest zu absolvieren.

SCHAFFHAUSER (2000) bietet zu seinen textlichen Erläuterungen erklärende Bilder, Skizzen und Videofilme an, bei denen zum Teil Beschriftungen ein- und ausgeblendet werden können. Drei Sachverhalte („Aliasing“, „Schallkopf“, Winkelkorrektur beim „PW-Doppler“) hat der Autor mit Trickfilmsequenzen illustriert.

BODUNGEN und BODUNGEN (1999) beschreiben am Anfang der CD-ROM „Die Sonographie des Abdomens beim Hund“ in kurzen Zügen technische Grundlagen, wobei sie sich vor allem auf die Nomenklatur der Echogenität beziehen und erklären drei der wichtigsten Artefakte (Schallschatten, Schallverstärkung, Zystenrandschatten). Die auditiven Ausführungen werden von aussagekräftigen, qualitativ guten Videosequenzen begleitet, die teilweise beschriftet sind. Darüber hinaus wird die Information ausschließlich in auditiver und nicht in schriftlicher Form vermittelt. Das Doppler-Verfahren wird nicht erwähnt.

Mit dem englischsprachigen Lernprogramm „Small Animal Ultrasound“ über Ultraschall bei Hund und Katze hat GREEN (1997) eine Ergänzung zu seinem Lehrbuch „Small Animal Ultrasound“ (GREEN; 1996) geschaffen. Zu jedem Beispiel bietet er eine kurze Ultraschallsequenz in Form eines Videos und eine theoretische

Skizze an, um das im Text beschriebene Thema darzustellen. Er geht auf sechs Ultraschallartefakte ein, nämlich Mehrfachspiegelung, Kometenschweifartefakt, Schall- und Zystenrandschatten, akustische Spiegelung und dorsale Schallverstärkung. Weitere physikalische oder technische Grundlagen der Sonografie sowie Angaben zur Bildentstehung finden sich in dem Lernprogramm von GREEN (1997) nicht. Das Thema Doppler bleibt unerwähnt.

### **2.6.2 Humanmedizinische Programme**

Die Firma Siemens, Erlangen, hat zum Thema Ultraschall zwei Programme auf CD-ROM entwickelt.

In „Grundlagen der Sonographie“ erläutert HETZEL (1999) mit Skizzen und zum Teil Ultraschallbildern die zu Grunde liegenden Prinzipien für den B-Bild-Modus und das Doppler-Verfahren. Der Schwerpunkt der Ausführungen liegt auf den physikalischen und technischen Grundlagen und betrachtet weniger die anwendungsbezogene Komponente. Das Programm soll in erster Linie Hilfestellung für Vortragspräsentationen geben.

Die zweiteilige CD-ROM „Doppler- und Farbdoppler-Sonographie“ von HAERTEN (1999) führt im ersten Teil viele praxisbezogene Beispiele aus der humanmedizinischen Diagnostik vor. Der zweite Teil erklärt ausführlich die Grundlagen und Einstellparameter der Doppler-Sonografie anhand von Zeichnungen und Ultraschallbildern. Die physikalisch-technischen Erläuterungen sind sowohl in schriftlicher als auch in auditiver Form abzurufen. Anschließend finden sich Anwendungshinweise aus dem humanmedizinischen Alltag. Am Schluss hat der Benutzer die Möglichkeit, ein Quiz zu absolvieren. Physikalische Kenntnisse zum B-Bild-Verfahren werden vorausgesetzt.

## 2.7 Konventionelle Lehrbücher zum Thema physikalische und technische Grundlagen des Ultraschalls

Im Folgenden werden einige Publikationen zitiert, die sich ausführlich mit den physikalisch-technischen Grundlagen der Sonografie befassen. Aus der umfangreichen vorliegenden Literatur wurden nur die Bücher ausgewählt, die direkt als Vorlage für das Programm dienten.

POULSEN NAUTRUP (2001) beschreibt in den ersten fünf Kapiteln des Buches „Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze“ (POULSEN NAUTRUP und TOBIAS; 2001) ausführlich die physikalischen und technischen Grundlagen sowie sonografische Phänomene und Artefakte. Dabei werden der B-Bild- und Doppler-Modus immer getrennt voneinander betrachtet und die Verhältnisse ausführlich mit Ultraschallbildern und theoretischen Skizzen illustriert.

Im Lehrbuch „Small Animal Diagnostic Ultrasound“ (NYLAND und MATTOON; 2002) veranschaulichen NYLAND et al. (2002) ihre Ausführungen über die grundlegenden physikalischen Prinzipien (sowohl des herkömmlichen B-Bildes als auch des Doppler-Verfahrens) mit einigen Zeichnungen. Die möglichen Artefakte bei der Sonografie belegt PENNINGCK (2002) nicht nur mit Skizzen sondern auch mit Ultraschallbildern.

FARROW und HOMCO (1996) schildern am Anfang von „Small Animal Ultrasound“ (GREEN; 1996), illustriert durch einige Ultraschallbilder, kurz die der Sonografie zugrunde liegende Technik und Physik und umreißen in kurzen Zügen die Doppler-Sonografie. Bei der Beschreibung der Artefakte konkretisieren sie ihre Aussagen mit Ultraschallbildern, lassen jedoch die Artefakte bei der Doppler-Sonografie außer Acht.

Da die physikalischen und technischen Grundlagen beim Tier auf den gleichen Prinzipien beruhen wie beim Menschen, wurde auch auf humanmedizinische Literatur zurückgegriffen.

STEIN und MARTIN (2004) stellen im „Ultraschall Kursbuch“ (SCHMIDT; 2004) die physikalisch-technischen Zusammenhänge für die B-Bild- und Doppler-Sonografie kurz dar. In einem gesonderten Kapitel erklärt BRÜGMANN (2004) anhand praktischer

Beispiele die Entstehung von Bildartefakten und mögliche Techniken zu deren Vermeidung, wobei er die Artefakte der Doppler-Sonografie unberücksichtigt lässt. Die Sachverhalte werden durch sonografische Beispielbilder und Zeichnungen veranschaulicht.

Im Buch über die „Sonographische Diagnostik – Innere Medizin und angrenzende Gebiete“ von KREMER und DOBRINSKI (2000) wird sowohl über die physikalischen und technischen Grundlagen wie auch über die technischen Eigenschaften verschiedener B-Bild-Geräte berichtet. Die unterschiedlichen Artefakte werden ausführlich im Text erklärt. Dabei werden ausschließlich für die Veranschaulichung der Artefakte Ultraschallbilder herangezogen. Die übrigen Themen werden nur mit Hilfe einiger Zeichnungen verdeutlicht. Die Ultraschall-Doppler-Untersuchung mit ihren physikalisch-technischen Grundlagen wird in einem eigenen kurzen Kapitel abgehandelt und mit Skizzen illustriert.

MÜSGEN (2000) erläutert in „Moderne Sonographie“ (FÜRST und KOISCHWITZ; 2000) die physikalischen und technischen Grundlagen in mehreren Abschnitten. Dabei wird eine Unterteilung in physikalische Grundlagen von B-Bild-Technik, bzw. Doppler-Technik, technische Abbildungsverfahren und Ultraschallbildartefakte vorgenommen. Die Beispiele werden anhand von Skizzen demonstriert.

## 3 Material und Methoden

### 3.1 Hardware

#### 3.1.1 Ultraschallgeräte

Für die Untersuchungen der Tiere und für die Beschaffung des Bild- und Videomaterials standen drei Ultraschallsysteme zur Verfügung:

Sonoline Elegra, Siemens, Erlangen

Multifrequenter Linearschallkopf 5,0L40 (3,6 MHz bis 7,2 MHz),

Multifrequenter Linearschallkopf 7,5L40 (5,1 MHz bis 9 MHz),

Multifrequenter Linearschallkopf VF13-5 (7,2 MHz bis 12,0 MHz),

Multifrequenter Konvexschallkopf 3,5C40H (2,8 MHz bis 5,1 MHz),

Multifrequenter Mikrokonvexschallkopf 7,5PL13 (5,1 MHz bis 9 MHz),

Megas GPX, Esaote PieMedical, Dorsten

Bifrequenter Linearschallkopf 5,0LA523 (7,5 MHz und 10 MHz),

Bifrequenter Phased-Array-Schallkopf PA230E (2,5 MHz und 3,5 MHz),

Bifrequenter Phased-Array-Schallkopf PA122E (5,0 MHz und 7,5 MHz),

Bifrequenter Phased-Array-Schallkopf PA023E (7,5 MHz und 10,0 MHz),

Sonos 7500, Philips, Hamburg

Multifrequenter Linearschallkopf 15-6L (7 MHz bis 15 MHz),

Multifrequenter Linearschallkopf 11-3L (3 MHz bis 11 MHz),

Multifrequenter Phased-Array-Schallkopf S12 (5 MHz bis 12 MHz),

Multifrequenter Phased-Array-Schallkopf S3 (1 MHz bis 3 MHz),

Multifrequenter Ultraband-Matrix-Schallkopf X4 (2 MHz bis 4 MHz).

#### 3.1.2 Personal Computer

Das gesamte Programm „SonoBasics – physikalisch-technische Grundlagen“ wurde auf einem **Personal Computer** (PC), der einen Arbeitsspeicher von 256 MB RAM hatte, unter dem Betriebssystem Windows XP Professional erstellt. Der enthaltene Intel Pentium IV Prozessor arbeitete mit einer Taktfrequenz von 2,4 GHz.

Die **Grafikkarte** GeForce 4 MX 420 ermöglicht die Bild- und Videobearbeitung.

Zur Übertragung der Videosequenzen von einer Videokamera auf den PC wurde eine **Firewire-Datenverbindung**, hier der OHCI-konforme IEEE 1394 Bus-Hostcontroller, genutzt.

### **3.1.3 Technisches Equipment**

Die an den Ultraschallgeräten Sonoline Elegra, Siemens und Sonos 7500, Philips generierten Standbilder wurden auf **Magnetoptische Disketten** (MO) gespeichert.

Über den Hauptserver im Institut für Anatomie (I) der Ludwig-Maximilians-Universität wurden die Bilder entweder direkt bzw. mit Hilfe eines speziellen Programms (MS-DOS Eingabeaufforderung) in ein standardisiertes Format (TIFF = Tagged Image File Format) umgewandelt.

An allen verwendeten Ultraschallsystemen wurden Filmsequenzen über ein S-VHS-Kabel mit einer **digitalen Videokamera** (Panasonic NV-MX 300) auf digitale Videokassetten (Mini DV) aufgezeichnet. Über die oben erwähnte Firewire-Verbindung wurden diese Filme auf den PC übertragen.

## 3.2 Software

Für die Bearbeitung von Bildern, Filmen und Animationen standen folgende Programme im Institut für Tieranatomie (I) der Ludwig-Maximilians-Universität München zur Verfügung.

### 3.2.1 Textverarbeitungsprogramm

Die Textverarbeitung wurde mit „**Word 2000**“ von Microsoft, Redmont (USA), gemacht. Alle Texte wurden mit dieser Software erstellt und später mit dem unten beschriebenen HTML-Editor in das eigentliche Programm integriert.

### 3.2.2 Bildbearbeitungsprogramm

Die Standbilder wurden mit „**Photoshop 6.0**“ von Adobe, San Jose (USA), einem Pixel basierten Bildbearbeitungsprogramm genormt. Dazu wurden wichtige Bereiche hervorgehoben, für den Betrachter unwichtige und vom Inhalt ablenkende Informationen kaschiert, einheitliche Bildmaße vorgegeben und die Bilder beschriftet. Schließlich wurden die Bilder als JPEG-Dateien ausgegeben.

### 3.2.3 Videobearbeitungsprogramme

Zur Filmbearbeitung stand „**Premiere 6.0**“ von Adobe, San Jose (USA), zur Verfügung. Die Videosequenzen wurden geschnitten, beschriftet und auf eine einheitliche Größe genormt und als unkomprimierte „AVI-Dateien“ (= Audio Video Interleaved) der Größe 1,2 bis 2,4 Gigabyte (GB) ausgegeben.

Diese wurden mit dem Programm „**Ulead Video Editor - Media Studio Pro 6.0**“ in MPEG1 Dateien mit einer Größe von vier bis fünfzehn Megabyte (MB) umgewandelt. Dabei wird eine Komprimierungsrate von ca. 99 % erreicht.

### 3.2.4 Animationsprogramm

Mit „**Flash V**“ von Macromedia, San Francisco (USA), wurden Vektorgrafiken erstellt, die durch Bewegungs-, Form- und Zeit-„**Tweening**“ zu Trickfilmsequenzen animiert wurden.

### 3.2.5 Layoutprogramm

Mit „**Ulli Meybohms HTML Editor - Phase 5**“ wurde aus erstelltem Text, gesammelten Bildern, Animationen und Videos das Erscheinungsbild (= Layout) des Programms festgelegt. Dazu wurden mit dem Editor alle Formen, Farben, Größen, Geschwindigkeiten, usw. als so genannter HTML-Quellcode programmiert.

### 3.2.6 Applets

Das Layout der verschiedenen Seiten des vorliegenden Programms wurde mit „**Java-Applets**“ aufgelockert.

Von [WWW.BRATTA.COM](http://WWW.BRATTA.COM) stammt das **Inhaltsverzeichnis** (auch Menü genannt) auf der linken Bildseite.

Das „**Slideways Image Scroller Applet**“, das am oberen Bildrand dem Betrachter die Bilder aus dem jeweiligen Kapitel zeigt, wurde auf der Seite [WWW.BRAINCODER.COM](http://WWW.BRAINCODER.COM) im Internet gefunden.

Das „**Imagefader Applet**“, bei dem sich verschiedene Bilder abwechseln, kommt von [WWW.DEMICRON.DE](http://WWW.DEMICRON.DE).

Der alphabetische **Index** (Alphasort-Applet) wurde unter [WWW.CAPTAINJAVA.COM](http://WWW.CAPTAINJAVA.COM) gefunden.

Alle genannten Applets stehen für den nicht kommerziellen Gebrauch kostenlos zur Verfügung.

### 3.2.7 Hilfsprogramme

Die „**Plugins**“, die den Browser um bestimmte Funktionen erweitern, sind das „**Windows Media Player Plugin**“, das die Videodateien abspielt (es ist Bestandteil des Windows Media Player von [WWW.MICROSOFT.COM](http://WWW.MICROSOFT.COM)) und das „**Macromedia Flash Player Plugin**“ ([WWW.MACROMEDIA.COM](http://WWW.MACROMEDIA.COM)), mit dem die Flash-Animationen abgespielt werden.

### 3.2.8 Installationsroutine

„**TG Byte Software - Setup Specialist 3.0**“ installiert das Programm automatisch auf dem Computer. Es ist eine Software, die den Anwender durch den Installationsprozess führt. Bei diesem Vorgang wird ein für das Programm typisches Symbol (ein „Icon“) auf dem Desktop des Anwenders installiert und sämtliche für die Ausführung des Programms notwendigen Dateien auf die Festplatte kopiert. Durch Doppelklicken auf dieses Icon (ein Schallkopf) kann das jeweilige Programm gestartet werden.

## 3.3 Benutzerschnittstelle und Programmiersprache

Als „Frontend“ (= Benutzerschnittstelle) dient der „**Webbrowser**“ (**Microsoft Internet Explorer = MSIE**), in dessen Browserfenster das Lernprogramm SonoBasics aufgerufen wird. Die Basis dessen, was der Webbrowser darstellt, sind „**HTML**“-Dateien, die mit einem HTML-Editor erstellt wurden. In dieses Grundgerüst wurden **Javascript**-Applets integriert, die aus dem Internet stammen.

### 3.4 Tiere

Für das Erstellen des Bild- und Videomaterials wurden die Tiere über einen Zeitraum von zwei Jahren von April 2002 bis März 2004 im Institut für Tieranatomie (I) und in der Chirurgischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München geschallt. Dafür standen diverse Hunde und Katzen zur Verfügung.

Hauptsächlich waren dies **private Hunde**. Darunter sind vor allem eine vierjährige Cocker Spaniel Hündin (11 kg), eine dreijährige kastrierte Jack Russell Hündin (7 kg), eine dreijährige kastrierte Ridgeback-Labrador Hündin (25 kg) und ein fünfjähriger kastrierter Spaniel-Mix-Rüde (17 kg) zu nennen. Zusätzlich wurden die zwei klinikeigenen Beaglehündinnen (13 und 14 kg) der **Gynäkologischen und Ambulatorischen Tierklinik** der Ludwig-Maximilians-Universität München in regelmäßigen Abständen geschallt.

Aus dem Bestand des **Instituts für Tierernährung** der Ludwig-Maximilians-Universität München wurden Katzen (Europäisch Kurzhaar) und weitere Beagles (zwischen 13 und 16 kg) sowie Foxhounds (ca. 30 kg) aus der Boehringer Ingelheim-Zucht zur Verfügung gestellt.

Die Hunde und Katzen wurden zuerst an die Situation gewöhnt und darauf konditioniert, in einem abgedunkelten Raum über einen längeren Zeitraum ruhig, im Allgemeinen ohne jede Fixierung, auf einem Tisch liegen zu bleiben.

### 3.5 Bücher

Als Grundlage für die schriftlichen Erläuterungen im Lernprogramm SonoBasics dienten verschiedene Bücher.

Maßgeblich für die Arbeit war der „Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze“ von C. POULSEN NAUTRUP und R. TOBIAS (2001). Insbesondere für die animierten Trickfilmsequenzen diente dieses Buch als Grundlage.

Aus den humanmedizinischen Büchern „Sonographische Diagnostik – Innere Medizin und angrenzende Gebiete“ von H. KREMER und W. DOBRINSKI (2000), „Moderne Sonographie“ von G. FÜRST, D. KOISCHWITZ (2000) und „Ultraschall Kursbuch“ von G. SCHMIDT (2004) stammen Anregungen für die physikalisch-technischen Grundlagen der Sonografie.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Inhaltlicher Aufbau des Programms

Der Inhalt des Computer basierten Lernprogramms auf CD-ROM SonoBasics soll dem Nutzer die physikalisch-technischen Grundlagen Schritt für Schritt aufeinander aufbauend und einleuchtend erklären. Das Programm besteht aus den fünf Hauptkapiteln

- (1) Darstellung
- (2) Schallkopftypen
- (3) B-Modus
- (4) Doppler
- (5) Wissenswertes,

die in unterschiedlich viele Unterkapitel gegliedert sind. In diesen Unterkapiteln werden verschiedene Themen besprochen, die in der Regel auf einer Seite abgehandelt werden.

(1) Das erste Hauptkapitel „Darstellung“ gibt einen knappen Überblick über die verschiedenen Darstellungsweisen der Ultraschalluntersuchung (B-Modus und Doppler), die später in eigenen Hauptkapiteln eingehend beleuchtet werden. So sind in diesem Kapitel die Methoden und Untersuchungsverfahren, die dem Sonografen mit einem modernen Ultraschallgerät theoretisch zur Verfügung stehen, und deren Funktionsprinzipien in kurzen Zügen aufgelistet.

Das erste Unterkapitel „B-Bildverfahren“ erörtert das zweidimensionale B-Bild, das Panorama-Verfahren, das dreidimensionale B-Bild und das Time-Motion-Mode.

Im zweiten Unterkapitel „Dopplerverfahren“ werden der Continuous-Wave-Doppler, der Pulsed-Wave-Doppler, der Farbduplex und der Power-Doppler erklärt. Außerdem werden die verschiedenen Methoden miteinander verglichen.

Da es sich bei diesem Kapitel nur um eine Übersicht verschiedener Verfahren handelt, wird auf weiterführende Inhalte nur mittels Hyperlinks verwiesen, da diese in folgenden Kapiteln explizit erklärt werden.

Die sonografischen Originalmaterialien in dem gesamten Kapitel stellen ausschließlich realistische Situationen dar, wie sie bei der Untersuchung eines Tieres vorkommen.

(2) Der zweite Abschnitt über die „Schallkopftypen“ beschreibt die Hauptarten der Schallköpfe, die in der Ultraschalldiagnostik standardmäßig eingesetzt werden. Auf die Erklärung spezieller Sonden (z.B. die TEE-Sonde für die transösophageale Echokardiografie) wurde verzichtet, da sie nur für wenige Indikationen geeignet sind. Es wurde das Funktionsprinzip der verschiedenen Scanner beschrieben, um für eine Untersuchung den geeigneten Schallkopf auswählen zu können. Deshalb wurde jeweils ein Foto eines Scannertyps – Linear-, Konvex-, Mikrokonvex- und Sektorscanner – gezeigt. Diese Typen ähneln sich unabhängig vom Hersteller. Der dazugehörige Strahlengang wurde schematisch in das jeweilige Bild hineinprojiziert. Zusätzlich wurde ein Beispiel von einer Untersuchung mit dem entsprechenden Schallkopf in Form eines Bildes dargestellt, in das wiederum der theoretische Strahlengang eingeblendet werden kann.

(3) Im dritten Hauptkapitel „Zweidimensionale B-Bild-Sonografie“ (B-Modus) wird auf die physikalischen Grundprinzipien des Schalls, Geräteeinstellungen und Artefaktbildungen eingegangen.

Die Ausführungen beginnen mit den physikalisch-technischen Grundbegriffen der „Bildentstehung“ aus der Schallwellenphysik und dem Verhalten von Schallwellen im Gewebe, worauf die sich anschließenden praxisrelevanten Themen aufbauen.

Die „Schallfeldgeometrie und Auflösung“ werden in einem weiteren Unterkapitel dargestellt. Die abstrakten Gegebenheiten aus diesen beiden Unterkapiteln werden mit Flash-Animationen erläutert. Nur für die Erklärung der Schallfeldgeometrie und ihrer dreidimensionalen Ausdehnung wurden mehrere Skizzen in einer Slideshow ineinander projiziert.

Die folgenden Unterkapitel bauen auf der zuvor erklärten physikalischen Theorie auf und geben die realen Verhältnisse wieder. Aus diesem Grund werden dafür nur praktische Beispiele in Form von Bildern und Videos herangezogen.

Die „Nomenklatur der Reflexstrukturen“ muss für die Interpretation von sonografischem Material beherrscht werden und wird dementsprechend mit bekannten Beispielen aus der Praxis mittels Bildern erläutert.

Das Unterkapitel „Einstellungsmöglichkeiten“ erörtert die zur Verfügung stehenden Maßnahmen, um mit einem Ultraschallsystem eine optimale Bildqualität zu generieren und so ein möglichst gutes Untersuchungsergebnis zu garantieren. Zu

diesem Zweck werden praktische Beispiele aufgeführt, die in Form von Bildern oder mit Videosequenzen demonstriert werden.

Das letzte Unterkapitel zum Thema B-Bild-Modus stellt die möglicherweise durch eine fehlerhafte Einstellung entstehenden oder durch technische Gegebenheiten auftretenden „Artefakte“ anhand von Ultraschallbildern dar.

(4) Das Doppler-Verfahren, kurz „Doppler“, ist für fortgeschrittenere Sonografen gedacht und setzt die bereits vermittelten Grundlagen aus den vorangehenden Kapiteln über die zweidimensionale B-Bild-Sonografie voraus. Trotzdem kann sich auch ein Anfänger über die Grundlagen der Doppler-Sonografie informieren.

Dieses vierte Kapitel ist didaktisch ähnlich strukturiert wie das vorangegangene. Angefangen von der Bildentstehung über relevante physikalische Grundlagen bis hin zu Einstellungsmöglichkeiten und Artefakten wiederholen sich die Überbegriffe.

Das Unterkapitel „Bildentstehung“ erörtert das zugrunde liegende Dopplerprinzip und die verschiedenen Typen des Doppler-Verfahrens. Diese physikalischen Sachverhalte werden mit theoretischen Skizzen und Flash-Animationen illustriert.

Im folgenden Abschnitt „Aliasing und Nyquistfrequenz“ wird der abstrakte Sachverhalt des Aliasings mit einer Animation veranschaulicht. Die Nyquistfrequenz ist die mathematische Erklärung für das Phänomen des Aliasings, die auf die herkömmliche Weise mit einer mathematischen Formel in Textform definiert wird. Abschließend wird der Abschnitt mit praktischen Beispielen anhand von Ultraschallbildern erklärt.

Im Unterkapitel „Beschreibung der Dopplerbilder“ wird geschildert, welchen Aussagewert ein Dopplerbild hat, wie es richtig interpretiert wird und welche Parameter anhand von Messungen bestimmt werden können. Die Aussagen werden mit Bildern aus der Praxis dokumentiert. Diese werden zum Teil nur in Ausschnitten abgebildet, um keine unnötige Information zu liefern, die vom Wesentlichen ablenken könnte. Das vierte der fünf Unterkapitel enthält die „Einstellungsmöglichkeiten“ im Dopplerverfahren. Mit Hilfe verschiedener Videosequenzen und Bilder werden die technischen Möglichkeiten erörtert, die dem Anwender zur Verfügung stehen, um ein gutes Dopplerbild zu erhalten.

Der letzte Abschnitt „Artefakte“ stellt schließlich die möglichen Fehlerquellen bei der Doppleruntersuchung vor, die mit diversen Bildern aufgezeigt werden.

(5) Das kurze fünfte Hauptkapitel „Wissenswertes“ gibt dem Sonografie-Anfänger relevante Tipps für die Praxis, die ihm helfen, die Ultraschalluntersuchungen beziehungsweise Diagnosen zu erleichtern. Dies wird mit Fotos und Bildern umgesetzt.

## **4.2 Realisierung ergonomischer Anforderungen**

### **4.2.1 Seitentypen**

Um den didaktisch-ergonomischen Anforderungen gerecht zu werden, wurde zu Anfang des Projekts ein Seitenprototyp entwickelt, der im Lauf der Zeit immer wieder für unterschiedliche Belange modifiziert wurde. Daraus entstanden insgesamt zehn Seitentypen, die verschiedenen Zwecken dienen und im Folgenden vorgestellt werden.

Die Layoutgestaltung der Seiten wurde einerseits an vorgegebenen ergonomischen Gestaltungsregeln ausgerichtet, andererseits nach persönlichen Geschmacksvorstellungen vorgenommen.

Der grundsätzliche Seitentyp ist immer derselbe. Die Anordnung der Logos, der Schaltflächen, der Navigations- und Orientierungsmöglichkeiten und des Textes sowie die Farbgestaltung präsentieren im gesamten Programm ein homogenes Erscheinungsbild.

Dafür wurden die Seiten in Tabellen aufgeteilt (Abbildung 1), innerhalb derer die Anordnung der Schaltflächen, des Textes oder des entsprechenden Mediums erfolgte.

Für die ausführliche schriftliche Darlegung komplexer Zusammenhänge wurde ein Seitentyp konzipiert, der sowohl in der mittleren großen Tabellenspalte als auch in der rechten Spalte nur Text zeigt. Am oberen Rand des Bildschirms steht auf jeder Seite zentriert die Überschrift des jeweiligen Hauptkapitels zwischen Logo und Seitenzahl.

**SONO BASICS**

**B-Bildverfahren:  
Zweidimensionales B-Bild**

Darstellung 3 von 28

**DARSTELLUNG**  
B-Bildverfahren  
» Zweidimensionales B-Bild  
Panoramabild  
Dreidimensionales B-Bild  
M-Mode  
Dopplerverfahren

**SCHALLKOPFTYPEN**

**B-MODUS**

**DOPPLER**

**WISSENSWERTES**

**Darstellung:** Das zweidimensionale B-Bild zeigt einen "hauchdünnen" Schnitt durch eine gescannte Region. Je nach Echogenität werden akustische Grenzflächen oder, einfacher gesagt, verschiedene Strukturen und Gewebe in unterschiedlichen Graustufen abgebildet.

**Anwendung:** Die zweidimensionale B-Bild-Technik ist die heute üblicherweise in der Praxis angewendete diagnostische Ultraschallmethode. Es können die meisten Körperregionen und Organe abgebildet werden, außer Lunge und Strukturen im Anschluss an Gas, Knochen und Verkalkungen. Zur Beurteilung kommen Morphologie, Topographie und Bewegungen im Hinblick auf Anatomie, Physiologie und Pathologie. Zusätzlich dient das zweidimensionale B-Bild als Grundlage für das exakte Platzieren des Dopplers.

**Vorteile:** - nicht invasive,  
- ungefährliche,  
- schmerzlose und  
- wenig beunruhigende Untersuchungsmethode.  
**Nachteile:** - keine Beurteilung luftgefüllter, hinter Knochen und Verkalkungen liegender Bereiche;  
- zeitaufwendig, da die gesamte Untersuchung (Schallkopf-führung, Messung und Beurteilung) vom Tierarzt selbst durchgeführt werden muss;  
- keine Gewebeanalyse (z.B. im Sinne einer Tumordiagnostik) und häufig auch keine exakte Diagnose ausschließlich anhand des Ultraschallbildes möglich.

ANHANG  
DRUCKEN  
eXit

**Abbildung 1: Seitengrundtyp in Tabellenform, der ausschließlich Text wiedergibt**

Um die textliche Information mit einer medialen Information zu illustrieren, wurden die weiteren Seitentypen ausgearbeitet. Je nach Fragestellung, welcher Sachverhalt vermittelt werden sollte, wurde der Text mit Bildern, Animationen oder Videos kombiniert.

So entstand ein Seitentyp, der den Text in der rechten Spalte mit einem großen Bild in der Seitenmitte erläutert. Dieses Bild kann entweder eine theoretische Skizze sein (Abbildung 2) oder eine Ultraschallaufnahme.

Die Unterkapitelüberschrift wird über der rechten Textspalte, in der die textliche Information mitgeteilt wird, aufgeführt.

Mit Hilfe der Lupe rechts neben der Bildunterschrift ist es möglich, das Bild zu vergrößern und im Detail zu betrachten (Abbildung 3).

**SONO BASICS**

**Bildentstehung**

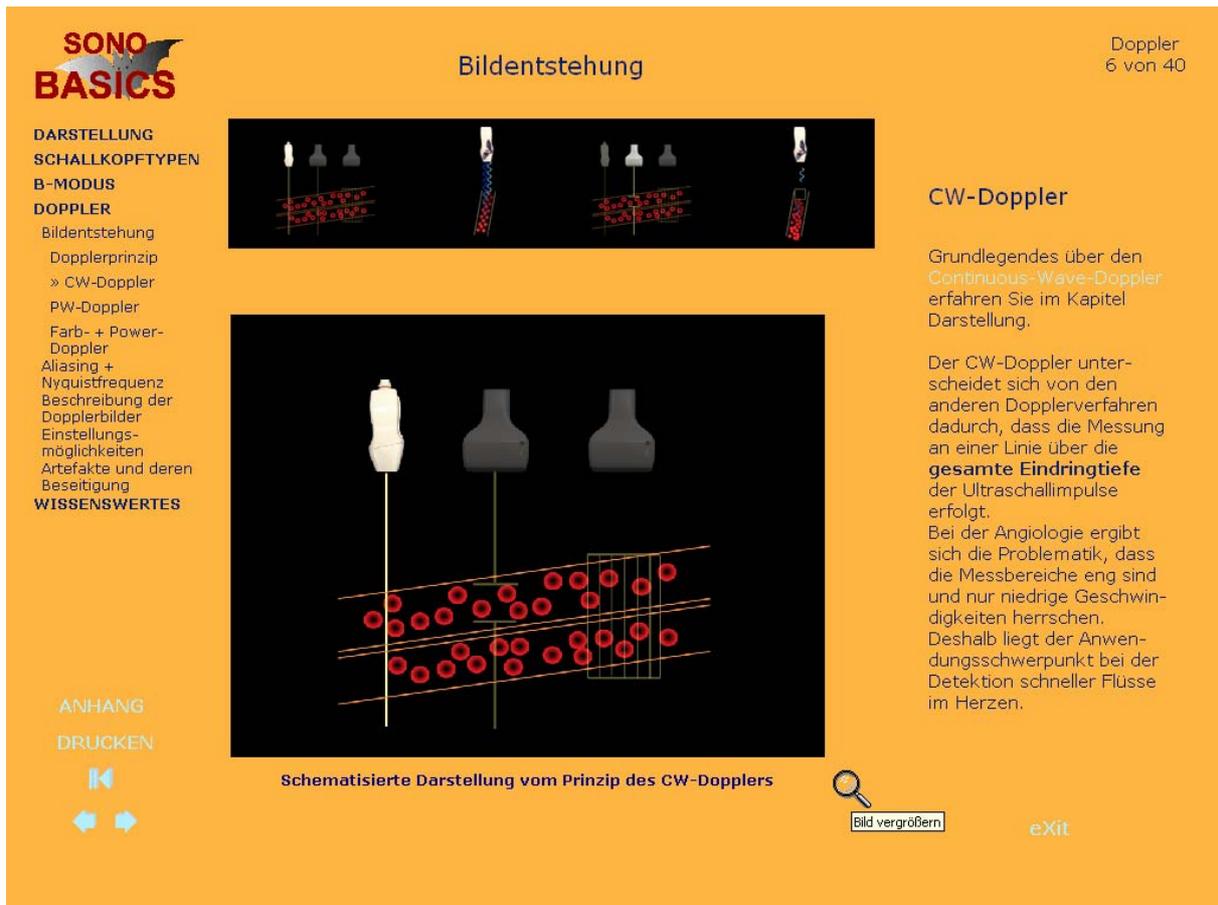
Doppler  
6 von 40

**DARSTELLUNG**  
**SCHALLKOPFTYPEN**  
**B-MODUS**  
**DOPPLER**

- Bildentstehung
- Dopplerprinzip
  - » CW-Doppler
  - PW-Doppler
  - Farb- + Power-Doppler
  - Aliasing + Nyquistfrequenz
- Beschreibung der Dopplerbilder
- Einstellungsmöglichkeiten
- Artefakte und deren Beseitigung

**WISSENSWERTES**

**ANHANG**  
**DRUCKEN**



The screenshot shows a software interface with a dark background. At the top left is the logo 'SONO BASICS'. The main title is 'Bildentstehung'. On the right, it says 'Doppler 6 von 40'. A navigation menu on the left lists 'DARSTELLUNG', 'SCHALLKOPFTYPEN', 'B-MODUS', and 'DOPPLER'. Under 'DOPPLER', there are sub-items: 'Bildentstehung', 'Dopplerprinzip' (with a sub-item '» CW-Doppler'), 'PW-Doppler', 'Farb- + Power-Doppler', 'Aliasing + Nyquistfrequenz', 'Beschreibung der Dopplerbilder', 'Einstellungsmöglichkeiten', and 'Artefakte und deren Beseitigung'. Below this is 'WISSENSWERTES'. At the bottom left, there are 'ANHANG' and 'DRUCKEN' buttons, along with navigation arrows. The main content area features two images: a top image showing three probe types and a bottom image showing a schematic of the CW-Doppler principle with a magnifying glass icon and a 'Bild vergrößern' button. On the right, there is a text block titled 'CW-Doppler' with explanatory text.

**CW-Doppler**

Grundlegendes über den **Continuous-Wave-Doppler** erfahren Sie im Kapitel Darstellung.

Der CW-Doppler unterscheidet sich von den anderen Dopplerverfahren dadurch, dass die Messung an einer Linie über die **gesamte Eindringtiefe** der Ultraschallimpulse erfolgt.

Bei der Angiologie ergibt sich die Problematik, dass die Messbereiche eng sind und nur niedrige Geschwindigkeiten herrschen. Deshalb liegt der Anwendungsschwerpunkt bei der Detektion schneller Flüsse im Herzen.

Schematisierte Darstellung vom Prinzip des CW-Dopplers

Bild vergrößern

eXit

**Abbildung 2: Seitentyp mit einem großen zentralen Bild, das durch Anklicken der Lupe vergrößert werden kann (siehe Abbildung 3)**

Ist auch in der Vergrößerung eine Beschriftung erwünscht, kann eine kurze Erläuterung zur Darstellung eingeblendet werden, indem der Schriftzug „**Legende ein/aus**“ unten links angeklickt wird (Abbildung 4).

In knappen Worten wird der dargestellte Sachverhalt dann nochmals erläutert.

Es besteht bei jeder Seite die Möglichkeit, sie (im Querformat) auszudrucken, so auch bei den vergrößerten Abbildungen. Dieser Befehl wird mit einem Mausklick auf die mittlere Aufschrift „**Bild drucken**“ ausgeführt.

Um wieder zurück zur Hauptseite des Programms zu gelangen, muss das Fenster geschlossen werden. Dies wird durch ein Anklicken des Buttons „**Fenster schließen**“ rechts unten erreicht.

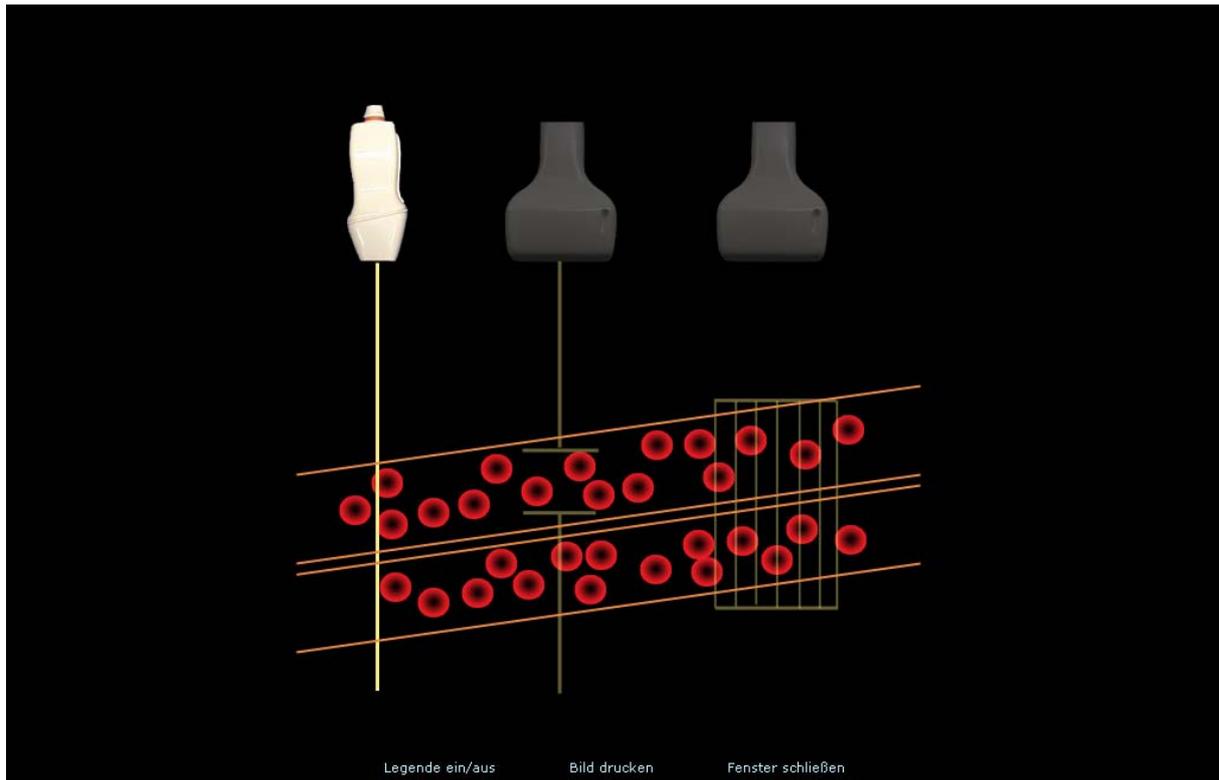


Abbildung 3: Vergrößerung der schematischen Darstellung aus Abbildung 2

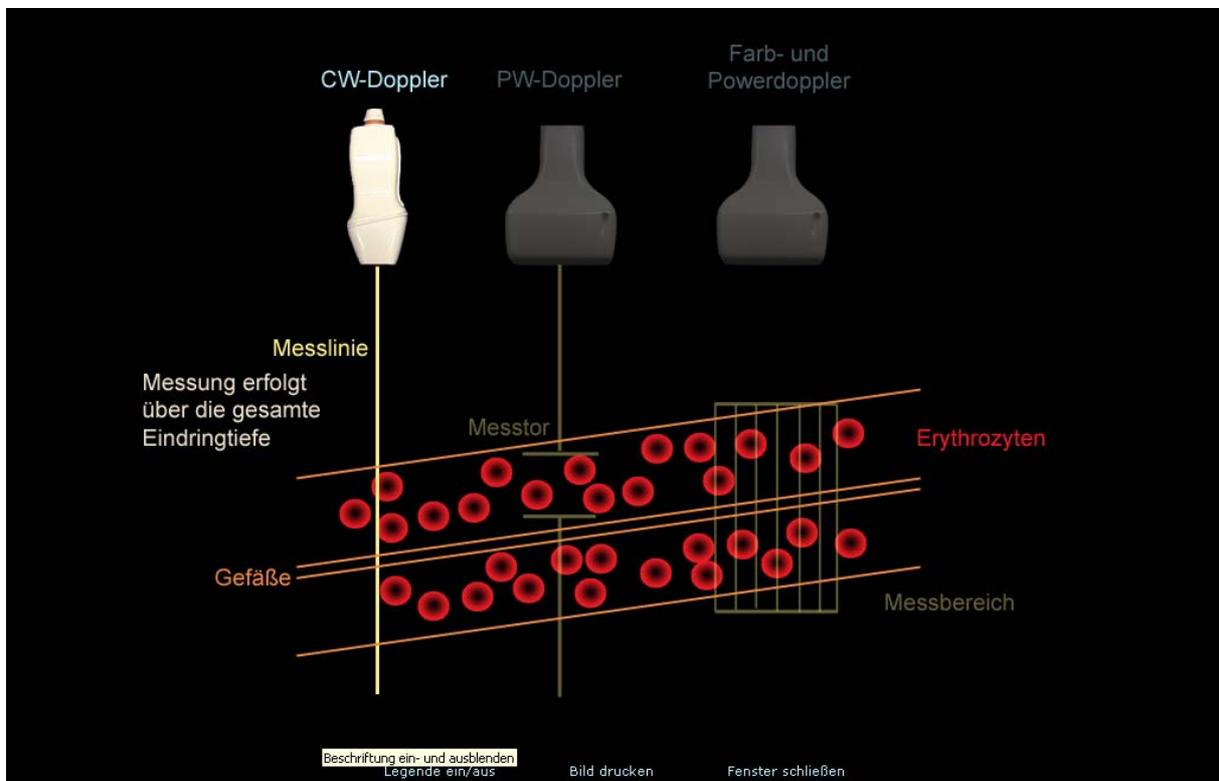


Abbildung 4: Vergrößerung der schematischen Darstellung aus Abbildung 2 mit eingblendeter Beschriftung

Da es bei einigen Bildern nicht notwendig erschien, sie auf ein Seitenfüllendes Format vergrößern zu können, entstanden die „Legenden-Seiten“, bei denen die Beschriftung bereits in dem Bild auf der Hauptseite eingeblendet werden kann ohne den Zwischenschritt der Vergrößerung (Abbildung 5).

## SONO BASICS

### Schallkopftypen

Schallkopftypen  
5 von 10

**DARSTELLUNG**

**SCHALLKOPFTYPEN**

Linearschallkopf

» Konvexschallkopf

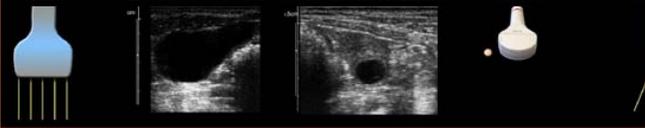
Mikrokonvexschallkopf

Sektorschallkopf

**B-MODUS**

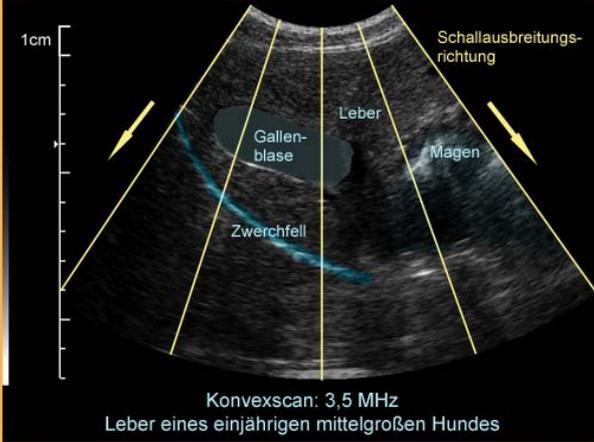
**DOPPLER**

**WISSENSWERTES**



### Konvexschallkopf

Auf diesem Bild ist zu sehen, wie die Leber eines gesunden mittelgroßen Hundes mit tiefem Brustkorb geschallt wurde. Proximal erscheint das Bild seitlich "gestaucht". Distal divergieren die Schallstrahlen stark. Im mittleren Bildbereich ist die Bildqualität am besten.



Legende ein/aus

ANHANG

DRUCKEN

⏪

⏩

eXit

**Abbildung 5: Seitentyp mit Legendenbild**

Da es nicht immer ausreicht, eine Gegebenheit mit nur einem Bild zu veranschaulichen, entstanden weitere Seitentypen mit zwei (Abbildung 6) oder vier (Abbildung 7) Bildern, die neben- beziehungsweise untereinander angeordnet wurden.

Die Bildunterschriften sind - unabhängig davon ob ein, zwei oder vier Bilder gezeigt werden - nach dem gleichen Prinzip gestaltet und geben eine kurze Information über die beabsichtigte Aussage des jeweiligen Bildes.

**SONO BASICS**

**DARSTELLUNG**  
 B-Bildverfahren  
 Dopplerverfahren  
 CW-Doppler  
 PW-Doppler  
 Vergleich CW+PW  
 Farbkodierter Doppler  
 » Vergleich B-Bild+ Farbduplex  
 Vergleich CW+ Farbdoppler  
 Power-Doppler  
 Vergleich Farb- + Power-Doppler

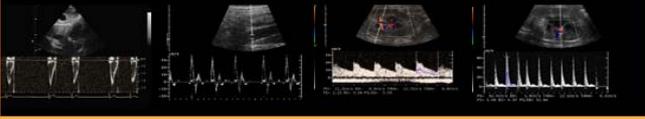
**SCHALLKOPFTYPEN**

**B-MODUS**

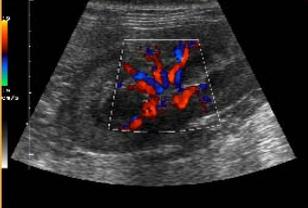
**DOPPLER**

**WISSENSWERTES**

### Dopplerverfahren: Vergleich B-Bild mit Farbduplex




B-Bild: Niere fünfjähriger Hund



Farbdoppler: Niere fünfjähriger Hund

Darstellung 23 von 28

Beim unmittelbaren Vergleich von B-Bild und Farbduplex wird deutlich, dass mit der Farbdopplermethode Gefäße sichtbar gemacht werden, die im B-Bild nicht erkennbar wären. Hinzu kommt, dass auch eine Differenzierung in Arterien und Venen möglich wird.

ANHANG  
DRUCKEN



eXit

Abbildung 6: Seitentyp mit zwei Bildern

**SONO BASICS**

**DARSTELLUNG**

**SCHALLKOPFTYPEN**

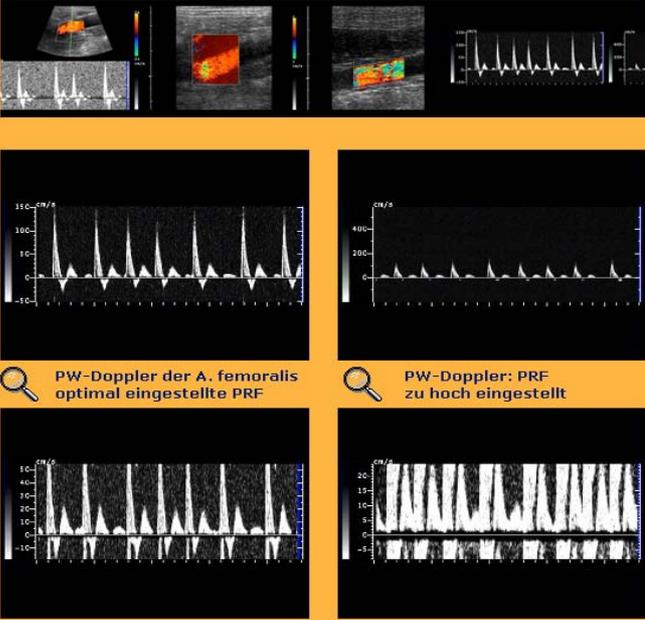
**B-MODUS**

**DOPPLER**  
 Bildentstehung  
 Aliasing + Nyquistfrequenz  
 Beschreibung der Dopplerbilder  
 Einstellungsmöglichkeiten  
 Gain  
 Wandfilter  
 Signalfilter  
 Geschwindigkeitsbereich - PRF  
 Farb- + Powerdoppler  
 » PW-Doppler

Lage + Größe des Meßvolumens  
 Formatfüllende Kurve  
 Artefakte und deren Beseitigung

**WISSENSWERTES**

### Einstellungsmöglichkeiten: Geschwindigkeitsbereich - PRF



PW-Doppler der A. femoralis optimal eingestellte PRF

PW-Doppler: PRF zu hoch eingestellt

PW-Doppler: PRF zu niedrig einfaches Aliasing

PW-Doppler: PRF zu niedrig mehrfaches Aliasing

Doppler 29 von 40

PW-Doppler

Beim PW-Doppler ist, genau wie beim farbkodierten Doppler, die maximal feststellbare Geschwindigkeit aufgrund des Entstehungsprinzips limitiert. Es gilt, dass die PRF so niedrig eingestellt wird, dass die gesamte Skala ausgenutzt wird, aber kein Aliasing entsteht.

ANHANG  
DRUCKEN



eXit

Abbildung 7: Seitentyp mit vier Bildern

Für die Erklärung mancher Zusammenhänge erwies sich die Möglichkeit als sinnvoll, verschiedene Bilder ineinander überzublenen. Aus diesem Grund entstanden zwei Seitentypen mit einer so genannten „Slideshow“.

Die eine fungiert lediglich als Blickfang, ohne dass wichtige Information vermittelt wird. Diese Slideshow ist relativ klein und mit dem Text in der Haupttabelle kombiniert. Dieser Seitentyp wurde nur für die Einleitungsseiten gewählt (Abbildung 8).

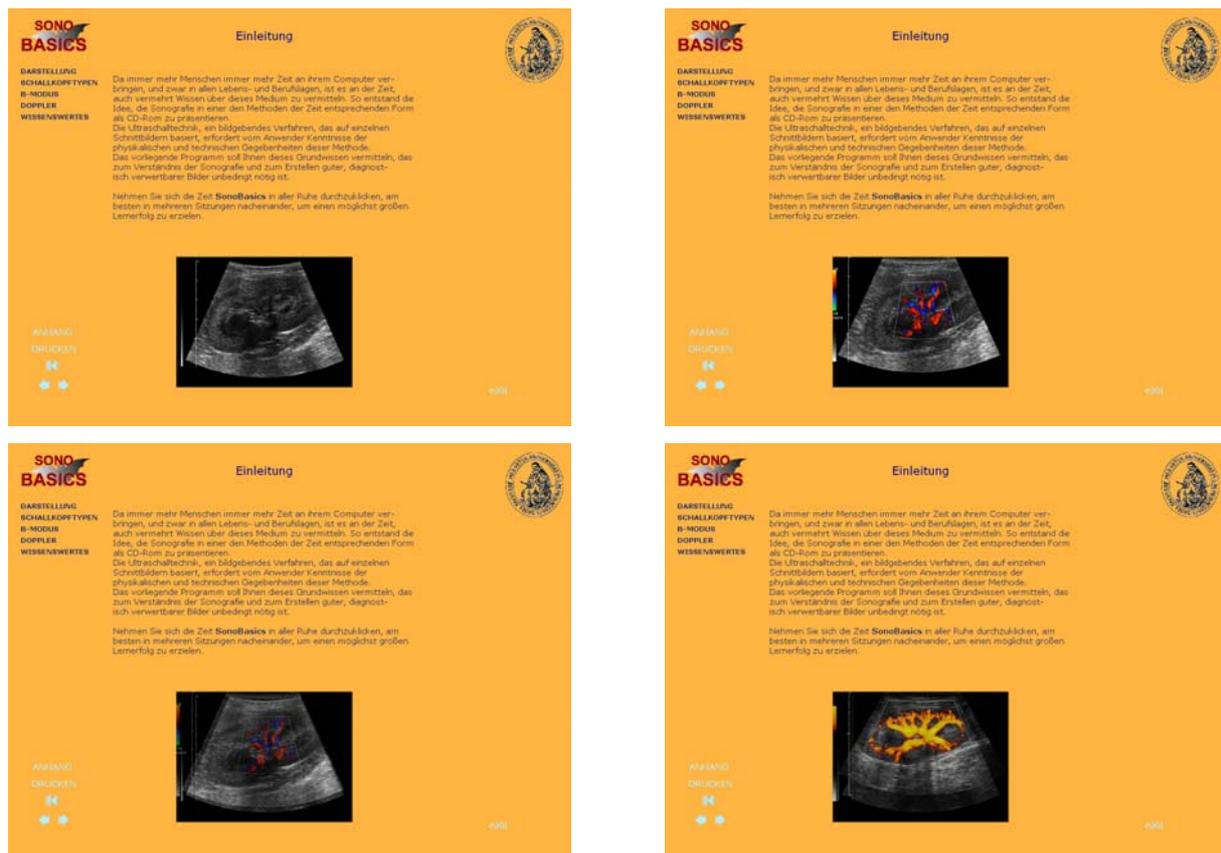


Abbildung 8: Seitentyp mit kleiner Slideshow für Einleitungsseiten

Die zweite Slideshow (Abbildung 9) ist größer und hat das gleiche Format wie ein einzelnes Bild, bietet aber - genau wie die kleinere Slideshow - nicht die Option der Vergrößerung oder der aktiv wählbaren Beschriftung.

Auch hier können, ebenso wie bei den Bildseiten, sowohl Skizzen als auch Bilder gezeigt werden.



Abbildung 9: Seitentyp mit großer Slideshow

Die CD-ROM ermöglicht es, neben statischen Bildern auch andere Medien zur Informationsvermittlung einzusetzen. Demgemäß entstand ein Seitentyp, in dem Animationen in die Haupttabelle eingebunden wurden (Abbildung 10). Diese können, genau wie die Bilder, mit der **Lupe** auf ein den Bildschirm füllendes Format vergrößert werden (Abbildung 11). Die Beschriftung ist, anders als bei den statischen Bildern, schon in dem kleinen Format auf der Hauptseite zu lesen und nicht gesondert ein- oder auszublenden.

**SONO BASICS**

**Bildentstehung**

Doppler  
7 von 40

**DARSTELLUNG**  
**SCHALLKOPFTYPEN**  
**B-MODUS**  
**DOPPLER**  
Bildentstehung  
Dopplerprinzip  
» CW-Doppler  
PW-Doppler  
Farb- + Power-Doppler  
Aliasing + Nyquistfrequenz  
Beschreibung der Dopplerbilder  
Einstellungsmöglichkeiten  
Artefakte und deren Beseitigung  
**WISSENSWERTES**

**ANHANG**  
**DRUCKEN**

◀ ▶

◀ ▶

🔍

exit

The diagram illustrates the CW-Doppler principle. At the top, a probe labeled 'Schallkopf: Sender und Empfänger' (Transducer: Sender and Receiver) is shown. It emits 'kontinuierlich ausgesendete Schallwellen' (continuously transmitted sound waves) downwards. These waves pass through a vessel ('Gefäß') containing 'Erythrozyten' (red blood cells). The waves are reflected back as 'kontinuierlich empfangene REFLEXION' (continuously received REFLECTION). The process is labeled 'TRANSMISSION'.

Abbildung 10: Seitentyp mit Flash-Animation

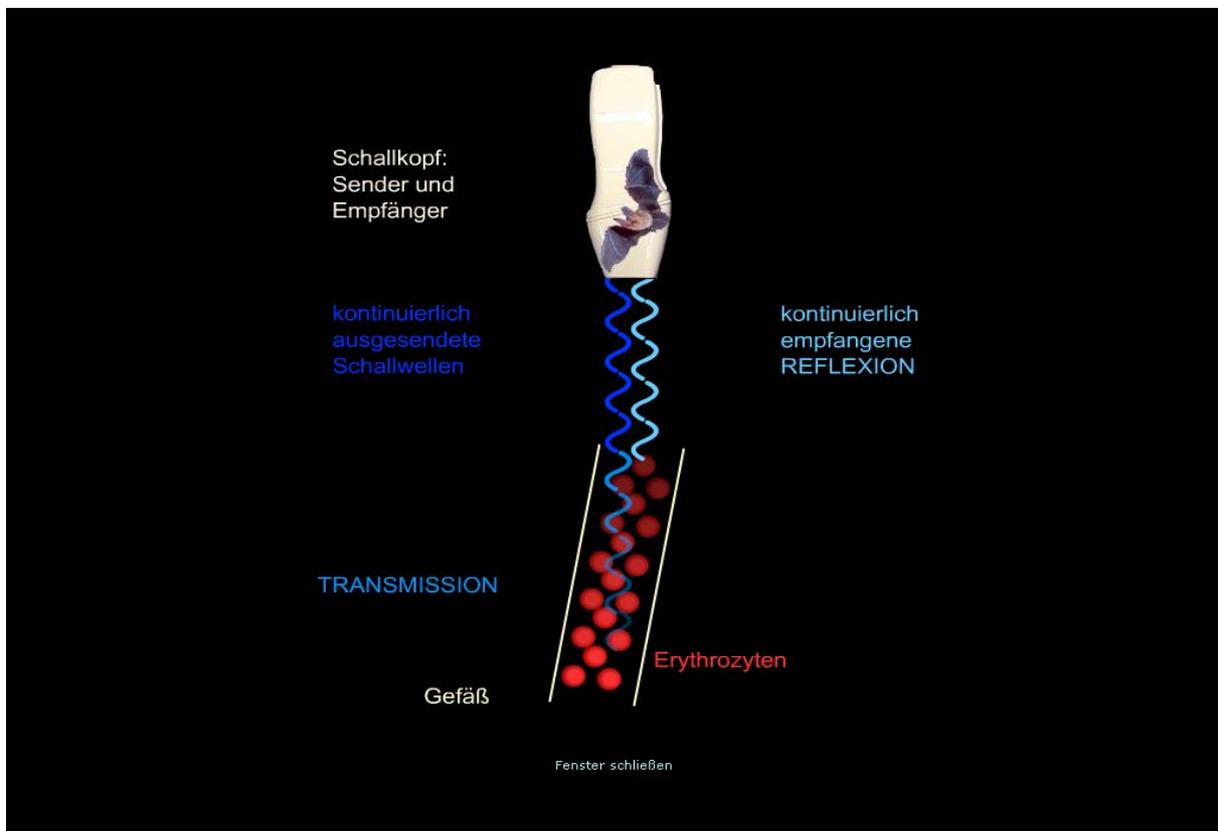


Abbildung 11: Vergrößerung der Flash-Animation aus Abbildung 10

Ein weiterer Seitentyp bindet Videosequenzen ein, die die realen Verhältnisse bei einer Ultraschalluntersuchung demonstrieren (Abbildung 12).

## SONO BASICS

### Einstellungsmöglichkeiten (Preprocessing)

B-Modus  
35 von 50

**DARSTELLUNG**

**SCHALLKOPFTYPEN**

**B-MODUS**

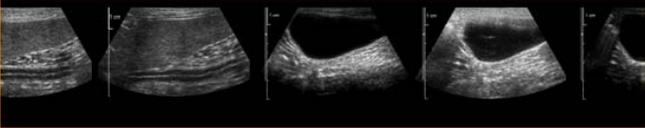
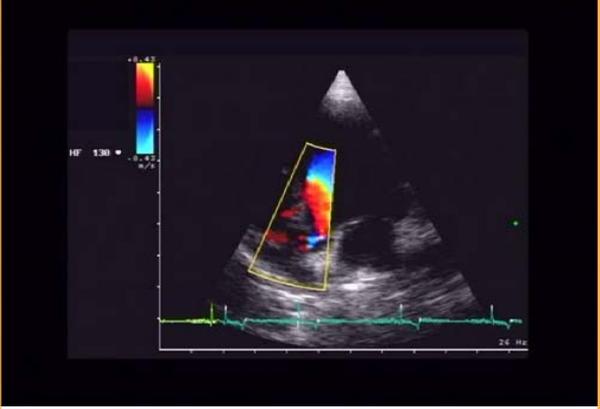
- Bildentstehung
- Schallfeldgeometrie und Auflösung
- Reflexstrukturen (Nomenklatur)
- Einstellungsmöglichkeiten
- Intensität
- Gesamtgain
- TGC
- Enhancement
- Dynamik
- Bildintegration
- Fokus
- Eindringtiefe
- Zoom
- Sendefrequenz
- » Bildrate
- Artefakte und deren Beseitigung

**DOPPLER**

**WISSENSWERTES**

ANHANG

DRUCKEN

#### Bildrate

Der Film zeigt, wie sich die Bildrate mit jeder neuen Einstellung am Gerät verändert. Achten Sie genau auf die Hz-Angaben im rechten unteren Bereich des Filmes, die die Bildrate angibt.

Wiedergabe 00:06 / 01:00

eXit

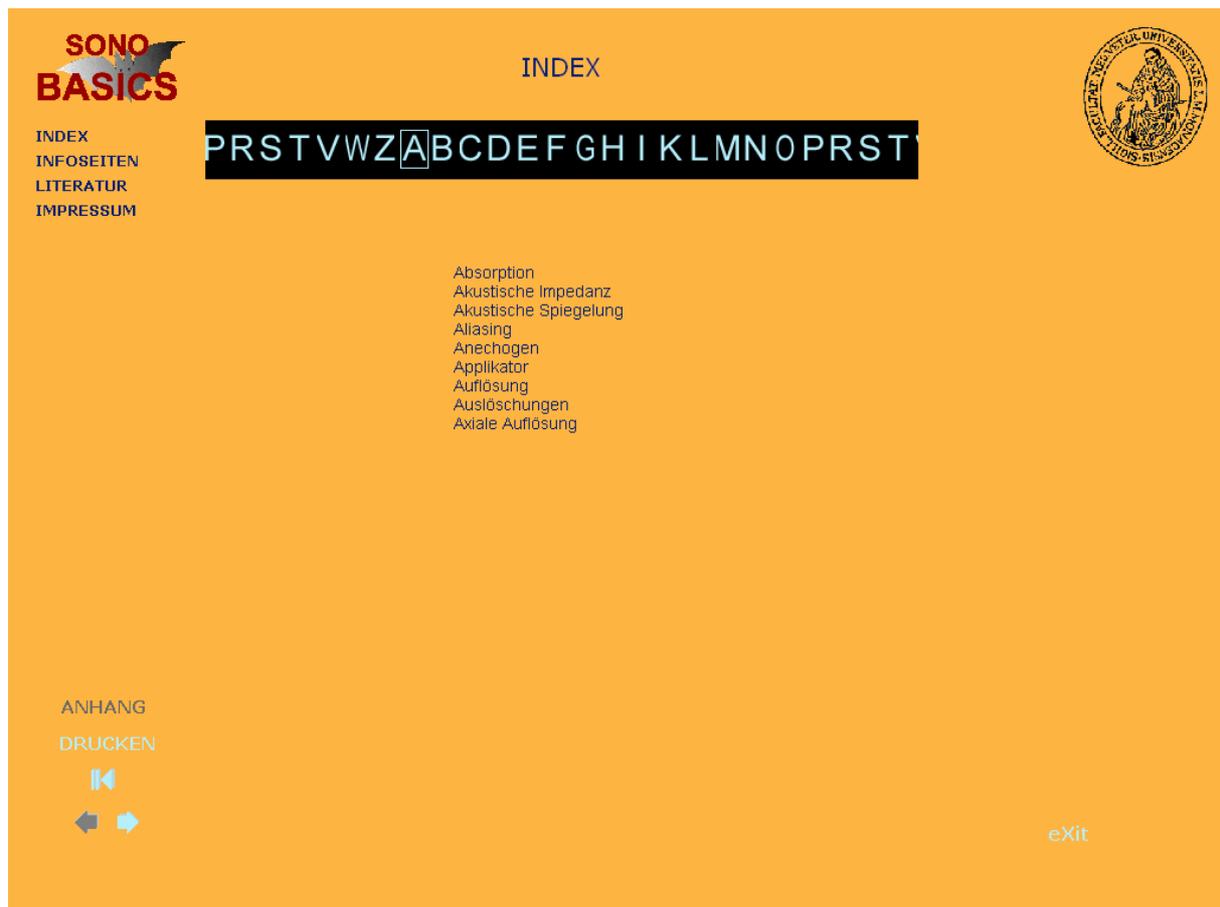
Bildrate am Herzen eines zweijährigen gesunden Hundes

**Abbildung 12: Seitentyp mit Videofilm**

Da beim Doppler-Verfahren üblicherweise der gemessene Dopplershift hörbar ist, werden bei den entsprechenden Filmen diese Frequenzen als Audios wiedergegeben.

Als letzter Seitentyp ist die Indexseite (Abbildung 13) entstanden.

Der alphabetische Index erleichtert die gezielte Suche nach einem Schlagwort. In der Laufleiste am oberen Bildrand kann der Benutzer den entsprechenden Anfangsbuchstaben des gesuchten Wortes aussuchen und anklicken und springt damit auf eine Seite mit der Auflistung aller Worte, die mit diesem Anfangsbuchstaben beginnen. Beim Anklicken des interessierenden Wortes wird der Anwender automatisch auf die dazugehörige Seite im Programm gelinkt.



**Abbildung 13: Seitentyp mit alphabetischem Index**

Die Performanz der einzelnen Programmseiten ist, je nach Leistungsstärke des Betriebssystems des Benutzers, gut und die Seiten bauen sich schnell auf, jedoch tritt beim „Blättern“ von Seite zu Seite für den Bruchteil einer Sekunde ein weißer Hintergrund auf. Je leistungsstärker der Computer ist, desto kürzer und unauffälliger wird dieses weiße Überblenden.

Am Anfang des Programms wird dem Nutzer die Möglichkeit angeboten, sich auf mehreren Informationsseiten mit dem Aufbau und vor allem der Navigation innerhalb des Programms vertraut zu machen. Diese Seiten sind durch die gleichen Seitentypen aufgebaut wie das eigentliche Lernprogramm. Mit Hilfe von Screenshots und Screenshot-Filmen wird demonstriert, wie SonoBasics anzuwenden ist (Abbildung 14).



## Informationen zur Programmbedienung

Info  
2 von 10

**Information**

- Einleitung
- » Seitenaufbau
- Bildseite
- Filmseite
- Link im Text
- Inhaltsverzeichnis
- Viewer
- eXit



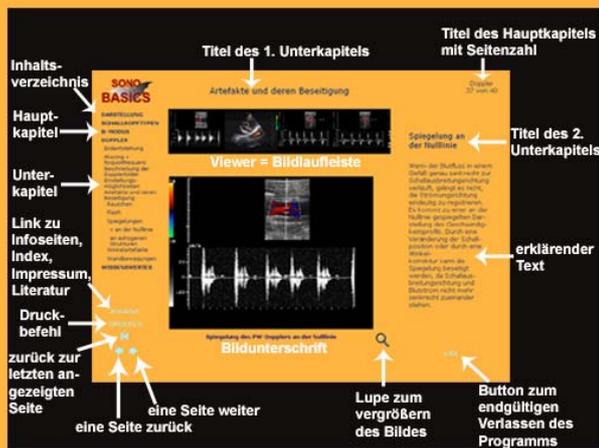
### Seitenaufbau

Der Aufbau aller Seiten ist identisch und entspricht demjenigen dieser Information und dem vom beschrifteten Screenshot links. Nehmen Sie sich bitte Zeit, sich mit einer typischen Programmseite vertraut zu machen. Falls Sie die vorhergehende Seite des Kapitels erneut betrachten wollen, klicken Sie auf den nach links gerichteten Pfeil, in der unteren linken Ecke der jeweiligen Seite. Mit diesem Symbol gelangen Sie immer eine Programmseite zurück.

Bitte klicken Sie jetzt erneut auf den nach rechts gerichteten Pfeil unten links.

ANHANG  
DRUCKEN





eXit

Abbildung 14: Informationsseite mit Screenshot zur Erklärung des Seitenaufbaus von SonoBasics

## 4.2.2 Navigation und Orientierung

Die interaktiven Schaltflächen, kurz „Buttons“, mit denen der Anwender sich im Programm frei bewegen kann, bleiben hier auf acht beschränkt.

Auf der ersten Seite befindet sich in der rechten unteren Ecke ein „Informations-Button“ (Abbildung 15), durch dessen Betätigung der Anwender die Seiten mit Bedienungsempfehlungen für das Programm ansehen kann.



Abbildung 15: Informations-Button

Die wichtigsten Buttons sind die „Vorwärts- und Rückwärtspfeile“ (Abbildung 16 a, unten) mit denen jeweils eine Seite vor oder zurück geblättert werden kann und das Programm somit linear durchschritten wird.

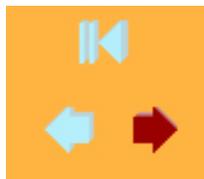


Abbildung 16 a: Navigations-Buttons

Der „Backtracer“ (Abbildung 16 b, oben) ermöglicht es auf die zuletzt angezeigte Seite zu springen.

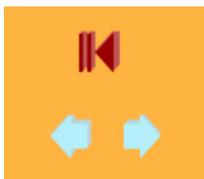


Abbildung 17 b: Backtrace-Button

Der „Anhang“ (Abbildung 18) bietet auf gesonderten Seiten eine Reihe von Informationen (Literatur, Impressum), beziehungsweise die Möglichkeit, über den beschriebenen alphabetischen Index gezielt nach einem bestimmten Begriff und der entsprechenden Programmseite zu suchen. Mit der Schaltfläche „Drucken“ kann die jeweils aufgerufene Seite im Querformat ausgedruckt werden.



**Abbildung 18: Anhang- und Drucken-Button**

Eine für den Anwender ausgesprochen wichtige Kontrollfunktion stellt der „Exit“-Button (Abbildung 19) dar, bei dessen Betätigung das Lernprogramm beendet wird. Er steht entsprechend der mitteleuropäischen Leserichtung rechts unten am Ende der Seite.



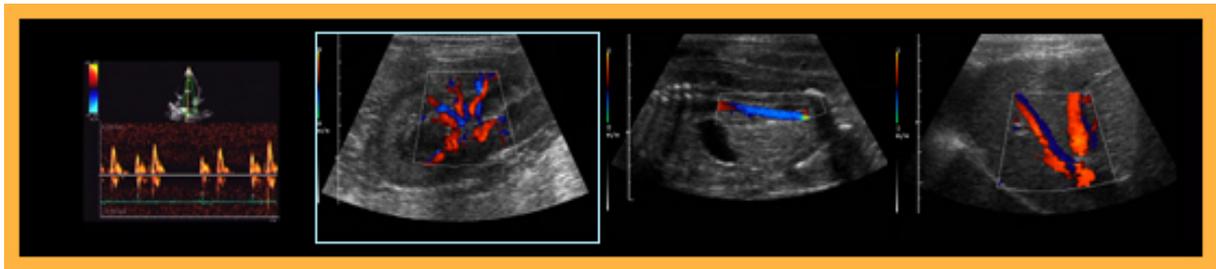
**Abbildung 19: Exit-Button zum Beenden des Programms**

Die „Lupe“ (Abbildung 20) ist ein weiteres interaktives Steuerelement. Sie ist links oder rechts unter der medialen Information (Bilder, Animationen oder Videos) angebracht und dient dazu, diese mit einem Mausklick zu vergrößern.



**Abbildung 20: Lupe zur Vergrößerung des Seiteninhalts**

Die Bildlaufleiste, auch „Viewer“ (Abbildung 21) genannt, ist ein weiteres Element, das es dem Nutzer ermöglicht, sich frei innerhalb eines Kapitels zu bewegen. Es laufen alle Bilder des jeweiligen Abschnitts der Reihe nach durch den Viewer. Bei Interesse kann ein Bild angeklickt werden und der Anwender gelangt dadurch auf die dazugehörige Seite.



**Abbildung 21: Bildlaufleiste ("Viewer")**

Das „Menü“ (Abbildung 22) dient sowohl der Navigation als auch der Orientierung im Lernprogramm. Es listet alle fünf Hauptkapitelüberschriften auf, die Unterkapitel und das jeweilige Thema dazu. Die Hauptkapitel mit den zugehörigen Inhalten können einzeln aufgeklappt werden und über einen Mausklick wird der Benutzer auf die entsprechende Seite gelinkt. Das aktuell aufgeschlagene Thema ist mit einem doppelt angewinkelten Anführungszeichen links („»“) markiert.



**Abbildung 22: Navigationsmenü**

Zur weiteren freien Bewegung im Lernprogramm dienen die „Hyperlinks“ (Abbildung 23). Dies sind farblich hervorgehobene (Eisblau) Worte im Text, die bei der Berührung mit dem Mauszeiger ihre Farbe in Dunkelrot ändern und unterstrichen erscheinen. Beim Anklicken dieser Worte wird zu dem entsprechenden Thema gelinkt.

Entscheidend sind dabei einerseits die Eigenschaften der Schallwellen selbst, wie Intensität, Geschwindigkeit und Widerstand, andererseits ist es wichtig zu wissen, wie Schallwellen durch Grenzflächen beeinflusst

**Abbildung 23: Hyperlinks**

Zwei Elemente auf den Seiten sind nicht interaktiv.

Die Seitenzahl in der rechten oberen Ecke der Seite dient ausschließlich der Orientierung. Sie gibt die aktuelle Position im jeweiligen Hauptkapitel an und beinhaltet gleichzeitig die Information, aus wie vielen Seiten der entsprechende Abschnitt besteht. In Abbildung 24 handelt es sich also beispielsweise um die erste Seite des Kapitels „Doppler“, das aus 40 Seiten besteht.

Doppler  
1 von 40

**Abbildung 24: Seitenangabe**

Das SonoBasics-Logo (Abbildung 25) ist das zweite nicht interaktive Seitenelement. Es befindet sich generell oben links auf den Seiten.



**Abbildung 25: SonoBasics-Logo**

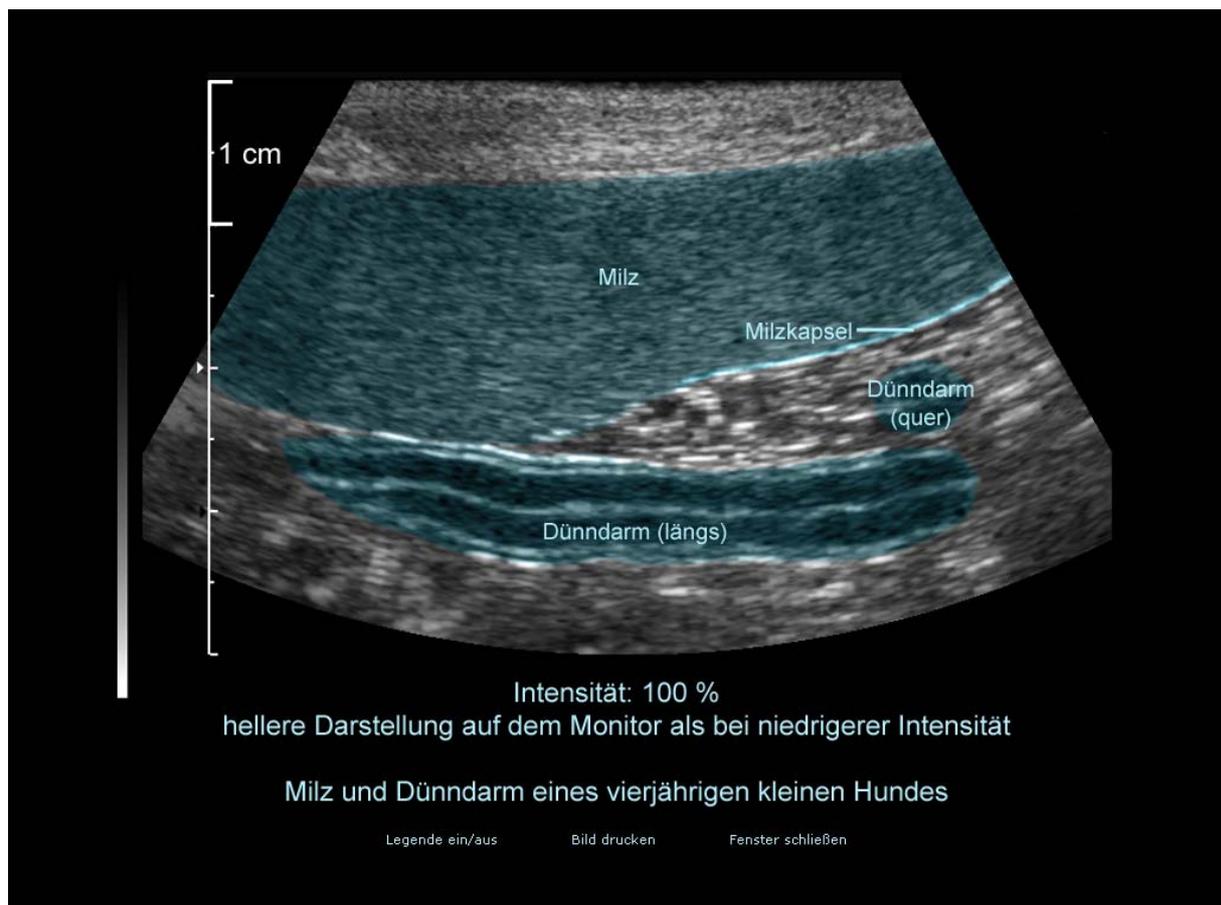
### 4.2.3 Layout

Die Farbzusammensetzung des Lernprogramms besteht grundsätzlich aus vier Farben: Orange, Dunkelrot, Hellblau und Dunkelblau. Die Komposition von dunkelblauer Schrift auf orangem Hintergrund ist durchweg einheitlich. Das Orange hat nur eine Sättigung von 75 %, das Dunkelblau hingegen ist zu 100 % gesättigt.

Die interaktiven Schaltflächen „Anhang“ und „Drucken“, der „Backtracer“ und die „Vorwärts-/ Rückwärtspfeile“, der „Exit-Button“, der „Informations-Button“ und die „Hyperlinks“ haben eine eisblaue Farbe und verändern diese bei einer Berührung mit dem Mauszeiger (= Mouseover-Effekt) in Dunkelrot.

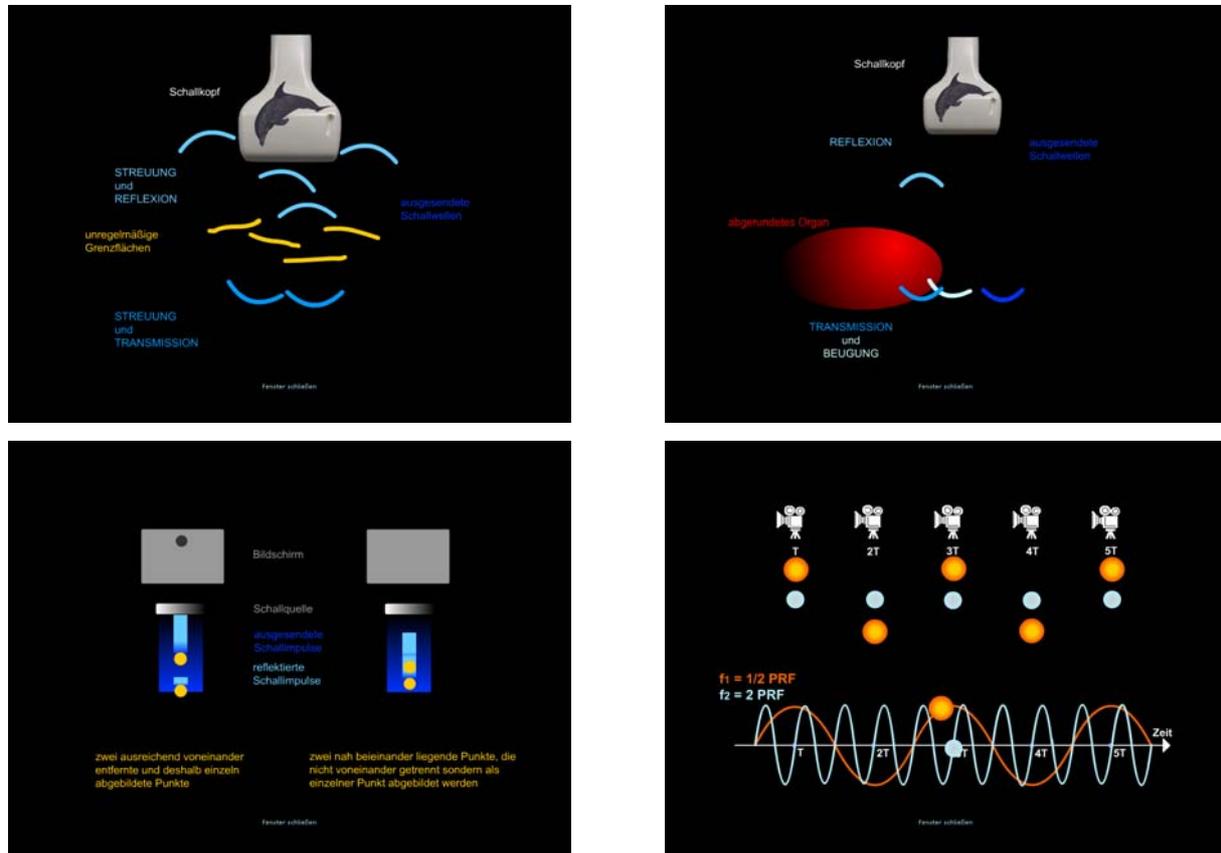
Die Kombination von Orange und Dunkelrot wiederholt sich im Logo (Abbildung 25, Seite 52).

Dasselbe Eisblau wurde im gesamten Programm für die Beschriftung der Ultraschallbilder und -filme verwendet (Abbildung 26).



**Abbildung 26: Eisblaue Farbe der Beschriftung der Ultraschallbilder**

Die Flash-Animationen (Abbildung 27) sind farblich auffälliger gestaltet, jedoch wurden nie mehr als sieben Farben für eine Animation ausgewählt.



**Abbildung 27: Farbliche Gestaltung verschiedener Flash-Animationen**

Für die textliche Information wurde „Verdana“ als Schriftart ohne Serifen gewählt. Die Hauptüberschriften sind mit 16 Punkten (pt) und Fettdruck am auffälligsten gehalten. Die Unterüberschriften haben eine Größe von 14 Punkten und sind ebenfalls fett gedruckt. Der gesamte erläuternde Text unter den Überschriften ist mit elf Punkten und in normaler Schriftdicke geschrieben.

Ausführliche Erklärungen und Überleitungen von verschiedenen Kapiteln wurden immer zentral auf der Bildseite platziert. Die sehr schmalen Textspalten am rechten Bildrand dienen zur kurzen Erläuterung von Bildern, Animationen oder Filmen.

Auf eine persönliche Anredeform wurde (abgesehen von den Informationsseiten) verzichtet.

Das Menü ist ebenfalls mit dem Schrifttyp Verdana geschrieben. Die Hauptüberschriften haben eine Größe von zehn Punkten und sind fett gedruckt, alle untergeordneten Abschnitte haben eine Schriftgröße von neun Punkten und sind in normaler Schriftdicke geschrieben.

### 4.3 Realisierung didaktischer Anforderungen

Die Projektidee war begründet durch die bei vielen Anfängern (erste Zielgruppe) auftretende Schwierigkeit, sich dreidimensionale Strukturen anhand statischer Bilder in Büchern vorzustellen. Um diesem Umstand abzuhelpfen, bietet es sich an, Ultraschall anhand von Videos und Animationen im bewegten Bild zu demonstrieren. Dem Anfänger wird in den Informationsseiten empfohlen, den Weg durch das Lernprogramm linear zu durchschreiten. Auf diese Weise kann er gezielt durch langsam aufgebaute Information instruiert werden und die Grundlagen Schritt für Schritt erlernen. Um den Ansprüchen fortgeschrittenerer Sonografen (zweite Zielgruppe) gerecht zu werden, wird die Dopplersonografie als eigener Themenkreis behandelt. Für sie besteht die Möglichkeit, sich den Weg durch das Programm mit Hilfe verschiedener Navigationsmöglichkeiten selbst zu suchen und sich selbständig zu informieren. Allerdings ist auch für die fortgeschrittenen Anwender ein Schritt-für-Schritt-Vorgehen vorgesehen.

Der Text zur Wissensvermittlung ist kurz gehalten und steht nach Möglichkeit immer unmittelbar neben der medialen Information von Bild, Video oder Animation. Die inhaltlichen Aussagen des Lernprogramms SonoBasics wurden möglichst so formuliert, dass sie für den Anwender leicht verständlich sind.

Das Programm bietet verschiedene Möglichkeiten der Präsentation von Inhalten: Entweder in Form eines oder mehrerer Bilder, als Videosequenz oder Animation. Ein singuläres Bild wurde dann gewählt, wenn ein Sachverhalt unmissverständlich und plakativ dargestellt werden kann (Abbildung 28).

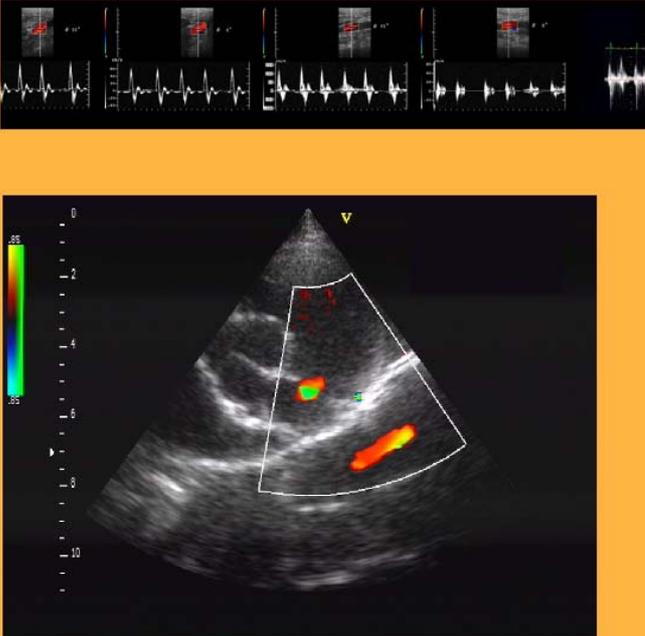
**SONO BASICS**

Artefakte und deren Beseitigung

Doppler 38 von 40

**DARSTELLUNG**  
**SCHALLKOPFTYPEN**  
**B-MODUS**  
**DOPPLER**  
 Bildentstehung  
 Aliasing + Nyquistfrequenz  
 Beschreibung der Dopplerbilder  
 Einstellungsmöglichkeiten  
 Artefakte und deren Beseitigung  
 Rauschen  
 Flash  
 Spiegelungen  
 an der Nulllinie  
 » an echogenen Strukturen  
 Winkelartefakte  
 Wandbewegungen  
**WISSENSWERTES**

**ANHANG**  
**DRUCKEN**



Spiegelungen an stark echogenen Strukturen

Analog zur akustischen Spiegelung beim B-Bild-Modus kann es beim Farbduplex durch den hohen Impedanzsprung an stark echogenen Grenzflächen ebenfalls zu einer Spiegelung kommen. So kann, wie in dem nebenstehenden Beispiel, ein artifiziereller Blutfluss im Lungengewebe kodiert werden.

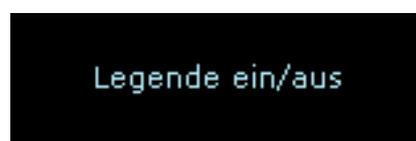
Spiegelung des Farbduplex am Zwerchfell

eXit

**Abbildung 28: Eindeutige Darstellung anhand eines Einzelbildes**

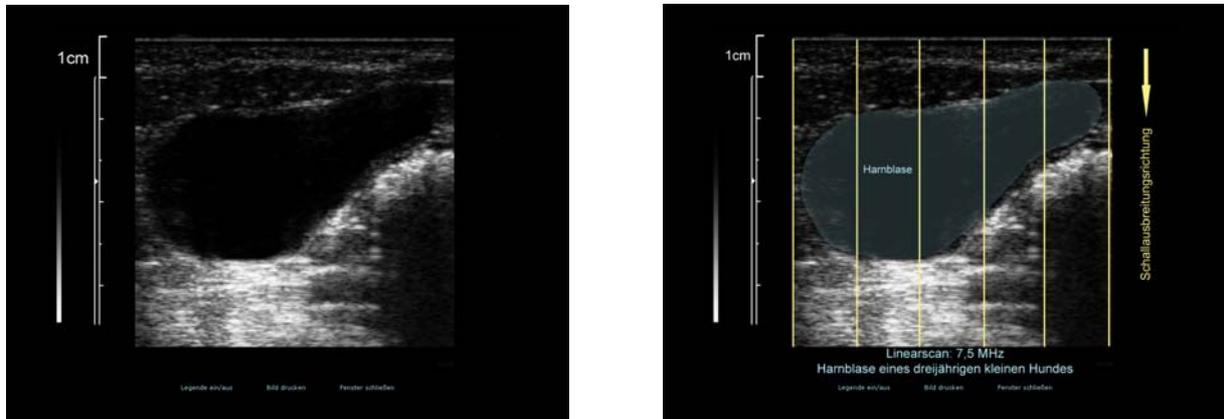
Bei schwierig zu verstehenden Gegebenheiten kann es für das Verständnis notwendig sein, einen Umstand mit mehreren Beispielen zu illustrieren oder einzelne Aussagen einander gegenüber zu stellen. Dafür besteht die Möglichkeit, zwei (Abbildung 6, Seite 42) oder vier (Abbildung 7, Seite 42) Bilder miteinander zu kombinieren. Jedes der Bilder kann vergrößert werden auf ein Bildschirm füllendes Format, damit die Details eingehend betrachtet werden können und der Betrachter nicht durch umgebenden Text oder die Bildlaufleiste (Abbildung 21, Seite 51) am oberen Bildrand abgelenkt wird.

Die Aussage des gewählten Beispielbildes kann mittels des „Legende ein/aus“-Buttons (Abbildung 29) in der Vergrößerung eingeblendet werden.



**Abbildung 29: "Legende ein/aus"-Button**

Um einer Verwirrung durch zu viel unnötige Zusatzinformation vorzubeugen, erscheinen nur die relevanten Inhalte, auf die es im jeweiligen Zusammenhang ankommt und die für das Verständnis des Sachverhalts notwendig sind (Abbildung 30).



**Abbildung 30: Vergrößerung ohne (links) und mit (rechts) eingblendeter Beschriftung**

Die Bildinformation wird durch die farbliche Hervorhebung dieser relevanten Inhalte betont (Abbildung 26, Seite 53).

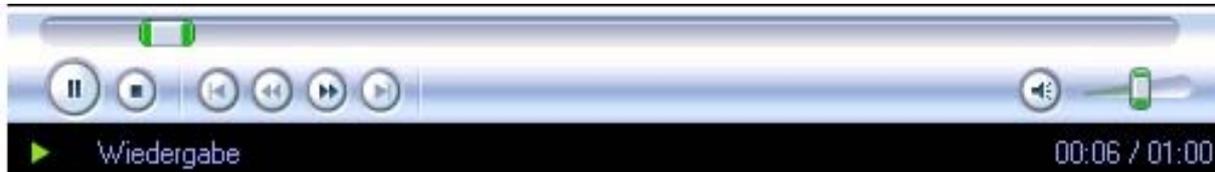
Falls der Benutzer sich auch außerhalb der CD-ROM mit bestimmten Inhalten beschäftigen will, hat er die Möglichkeit, jede Seite auszudrucken. Entweder über den „Drucken“-Button (Abbildung 18, Seite 50) unten links auf den Hauptseiten oder über den Befehl „Bild drucken“ (Abbildung 31) in den Vergrößerungen. Da die HTML-Seiten im Querformat angelegt sind, kann der Ausdruck nur im Querformat erfolgen. Der Anwender wird explizit darauf hingewiesen, die Druckereinstellung entsprechend auszurichten.



**Abbildung 31: Druckoption auf vergrößerten Seiten**

Bestimmte Informationen sind leichter durch bewegte Bildfolgen zu verstehen als durch statische Bilder. In solchen Fällen werden Filmsequenzen präsentiert, die wiederum in Standbildern beschriftet sind. Um diese Beschriftungen in Ruhe durchzulesen oder Filmabschnitte wiederholt betrachten zu können, besteht für den

Anwender die Möglichkeit, selbständig mit der Steuerungsleiste unterhalb des Videos (Abbildung 32) den Film anzuhalten, vorwärts- oder rückwärts zu spulen oder weiter laufen zu lassen. Außerdem wird jedes Video automatisch zehnmal hintereinander abgespielt.



**Abbildung 32: Steuerungsleiste für Videos**

Bestimmte physikalische Vorgänge können nicht mit realistischen Aufnahmen demonstriert werden. Da sie aber leichter durch eine bewegte Bildfolge zu verstehen sind, wurden zur Illustration Animationen hergestellt.

## 4.4 Realisierung programmiertechnischer Anforderungen

Das gesamte Lernprogramm SonoBasics wurde mit HTML programmiert. Mit HTML werden die Höhe („height“) und Breite („width“) für die einzelnen Tabellenabschnitte (Abbildung 1, Seite 38) vorgegeben, in die die Einzelbestandteile eingepasst werden, aus denen sich die Seiten zusammensetzen (Logo, Text, Medium, Buttons). Die Bilder werden im JPEG-Format ausgegeben und haben eine Originalgröße von 630 x 840 Pixel. In das HTML-Grundgerüst wurden außerdem Java-Applets integriert, die Navigationsschaltflächen (Viewer, Slideshow, Index) darstellen.

Ist Java auf dem PC des Anwenders nicht aktiviert, kommt es zu einer Fehlermeldung (Abbildung 33) vor dem Start des Programms mit gleichzeitiger Hilfestellung.

# SonoBasics

Dieses Programm benötigt die Aktivierung von JAVA.

**1. Aktivieren Sie Java in den Internetoptionen Ihres Browsers (im IE unter "Extras - Internetoptionen - Erweitert", in Netscape unter "Bearbeiten - Einstellungen - Erweitert")**

**2. Sie sehen (hier beim Internet Explorer) dann folgendes Fenster, in dem Sie "Java Konsole aktiviert" anklicken müssen.**

ENDE: hier klicken

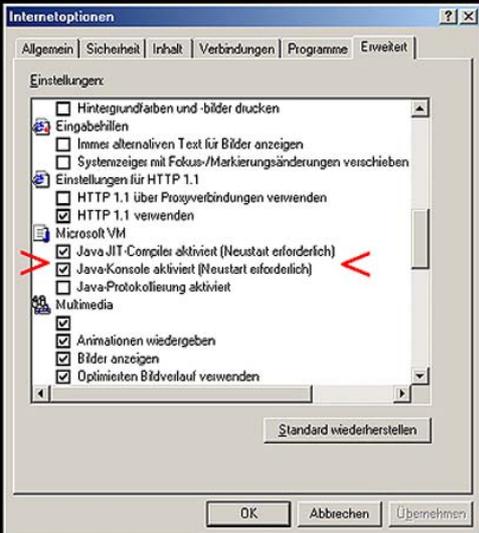
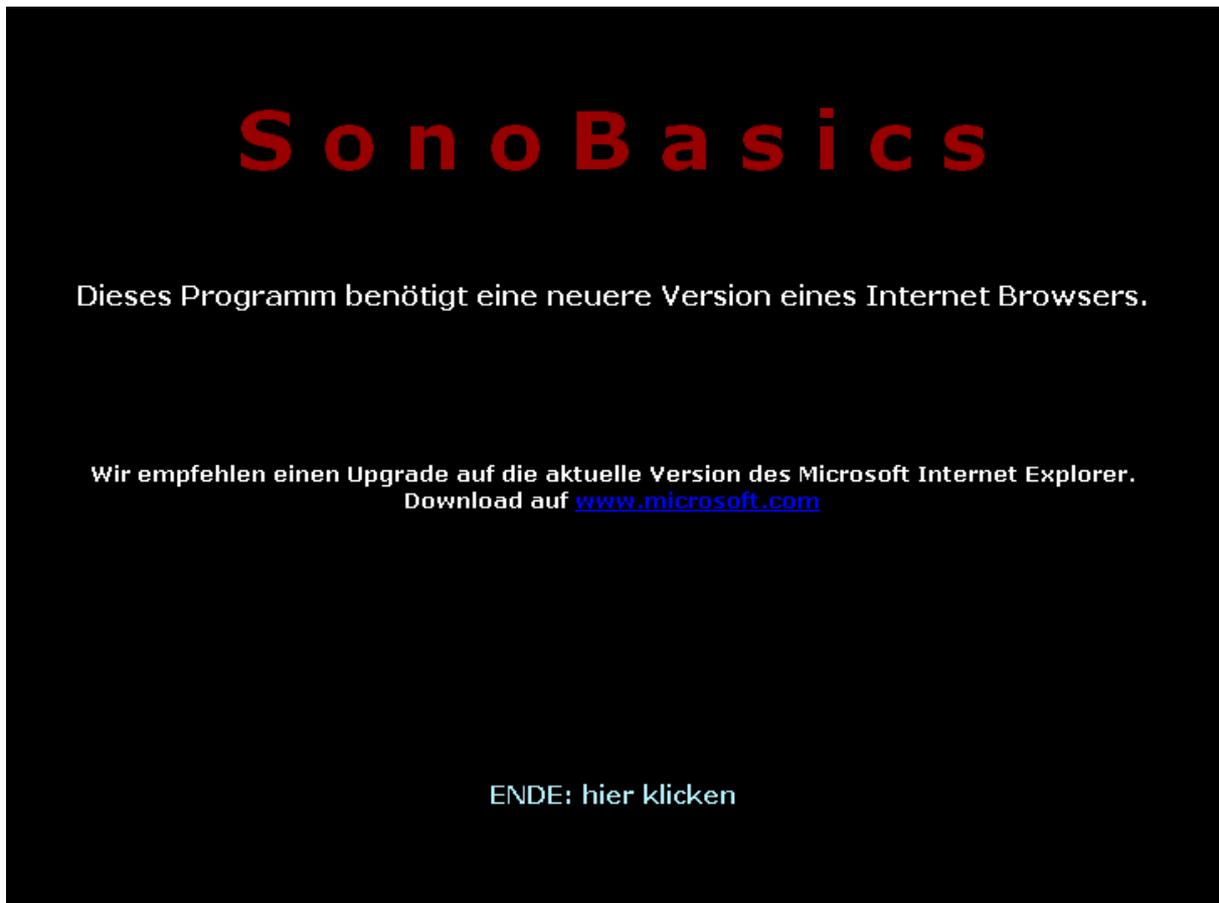


Abbildung 33: Hilfestellung zur Aktivierung von Java

Das Programm ist Browser basiert und läuft optimiert unter dem Internet Explorer 5.5 von Microsoft, aber auch mit anderen Browsern (z.B. AOL, Netscape). Sollte der Internet Explorer nicht installiert sein, erscheint auch hierzu eine Hilfeseite (Abbildung 34) mit einem Link zur Homepage von Microsoft, um den Explorer aus dem Internet herunter zu laden.



**Abbildung 34: Hilfestellung zur Aktualisierung des Browsers**

Die beste Auflösung und Lesbarkeit wird mit einer Bildeinstellung von 1024 x 768 Pixel erzielt (Abbildung 35).

Das Programm lässt sich jedoch auch mit einer höheren Auflösung abspielen; allerdings erscheinen die Seiten dann (programmiertechnisch bedingt) gestaucht (Abbildung 36) und werden durch die kleine Schriftgröße schlechter lesbar.

**SONO  
BASICS**

**DARSTELLUNG**  
B-Bildverfahren  
» Zweidimensionales B-Bild  
Panoramabild  
Dreidimensionales B-Bild  
M-Mode  
Dopplerverfahren

**SCHALLKOPFTYPEN**

**B-MODUS**

**DOPPLER**

**WISSENSWERTES**

**B-Bildverfahren:  
Zweidimensionales B-Bild**



Darstellung  
3 von 28

**Darstellung:** Das zweidimensionale B-Bild zeigt einen "hauchdünnen" Schnitt durch eine gescannte Region. Je nach Echogenität werden akustische Grenzflächen oder, einfacher gesagt, verschiedene Strukturen und Gewebe in unterschiedlichen Graustufen abgebildet.

**Anwendung:** Die zweidimensionale B-Bild-Technik ist die heute üblicherweise in der Praxis angewendete diagnostische Ultraschallmethode. Es können die meisten Körperregionen und Organe abgebildet werden, außer Lunge und Strukturen im Anschluss an Gas, Knochen und Verkalkungen. Zur Beurteilung kommen Morphologie, Topographie und Bewegungen im Hinblick auf Anatomie, Physiologie und Pathologie. Zusätzlich dient das zweidimensionale B-Bild als Grundlage für das exakte Platzieren des Dopplers.

**Vorteile:** - nicht invasive,  
- ungefährliche,  
- schmerzlose und  
- wenig beunruhigende Untersuchungsmethode.  
**Nachteile:** - keine Beurteilung luftgefüllter, hinter Knochen und Verkalkungen liegender Bereiche;  
- zeitaufwendig, da die gesamte Untersuchung (Schallkopf-führung, Messung und Beurteilung) vom Tierarzt selbst durchgeführt werden muss;  
- keine Gewebeanalyse (z.B. im Sinne einer Tumordiagnostik) und häufig auch keine exakte Diagnose ausschließlich anhand des Ultraschallbildes möglich.

ANHANG  
DRUCKEN



eXit

Abbildung 35: Darstellung mit empfohlener Bildschirmauflösung (1024 x 768 Pixel)

**SONO  
BASICS**

**DARSTELLUNG**  
B-Bildverfahren  
» Zweidimensionales B-Bild  
Panoramabild  
Dreidimensionales B-Bild  
M-Mode  
Dopplerverfahren

**SCHALLKOPFTYPEN**

**B-MODUS**

**DOPPLER**

**WISSENSWERTES**

**B-Bildverfahren:  
Zweidimensionales B-Bild**



Darstellung  
3 von 28

**Darstellung:** Das zweidimensionale B-Bild zeigt einen "hauchdünnen" Schnitt durch eine gescannte Region. Je nach Echogenität werden akustische Grenzflächen oder, einfacher gesagt, verschiedene Strukturen und Gewebe in unterschiedlichen Graustufen abgebildet.

**Anwendung:** Die zweidimensionale B-Bild-Technik ist die heute üblicherweise in der Praxis angewendete diagnostische Ultraschallmethode. Es können die meisten Körperregionen und Organe abgebildet werden, außer Lunge und Strukturen im Anschluss an Gas, Knochen und Verkalkungen. Zur Beurteilung kommen Morphologie, Topographie und Bewegungen im Hinblick auf Anatomie, Physiologie und Pathologie. Zusätzlich dient das zweidimensionale B-Bild als Grundlage für das exakte Platzieren des Dopplers.

**Vorteile:** - nicht invasive,  
- ungefährliche,  
- schmerzlose und  
- wenig beunruhigende Untersuchungsmethode.  
**Nachteile:** - keine Beurteilung luftgefüllter, hinter Knochen und Verkalkungen liegender Bereiche;  
- zeitaufwendig, da die gesamte Untersuchung (Schallkopf-führung, Messung und Beurteilung) vom Tierarzt selbst durchgeführt werden muss;  
- keine Gewebeanalyse (z.B. im Sinne einer Tumordiagnostik) und häufig auch keine exakte Diagnose ausschließlich anhand des Ultraschallbildes möglich.

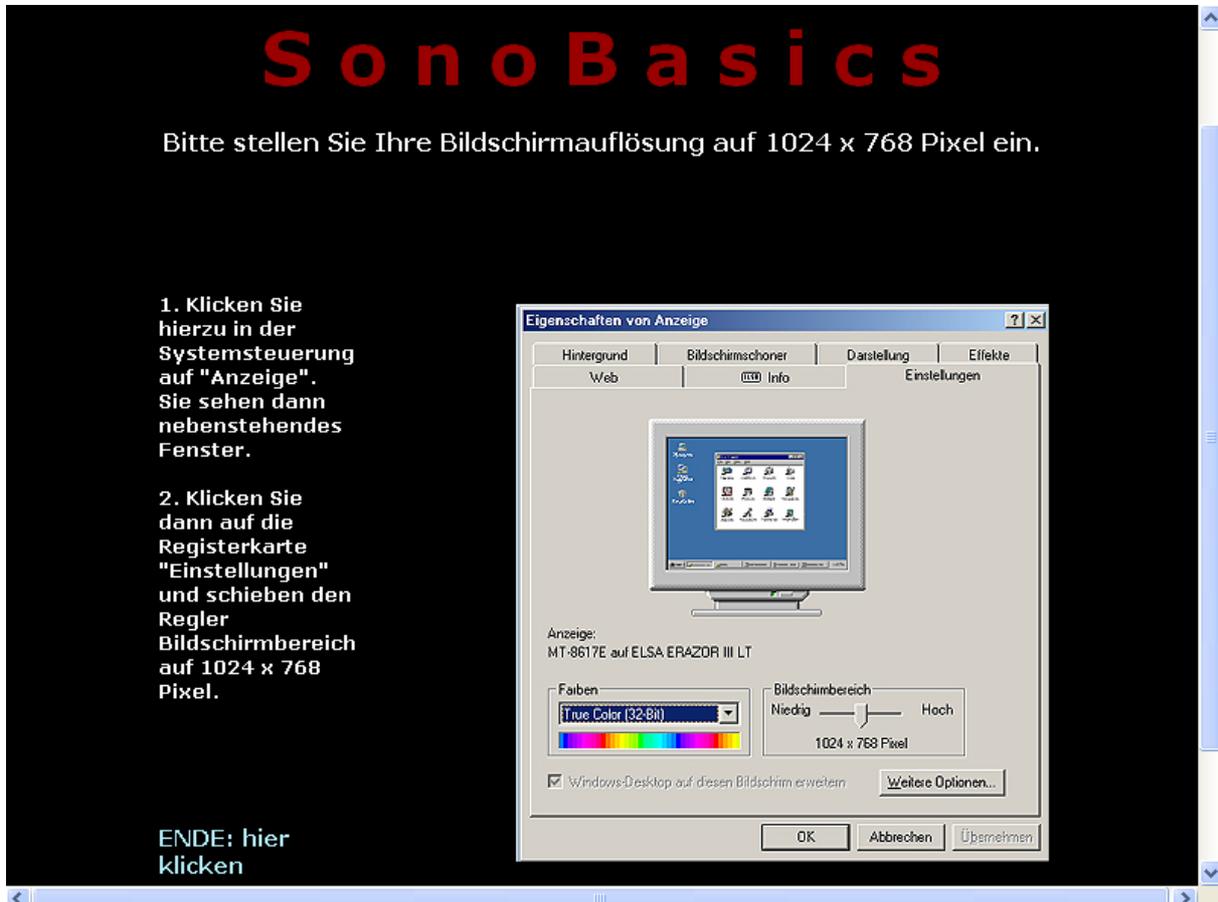
ANHANG  
DRUCKEN



eXit

Abbildung 36: Darstellung mit sehr hoher Bildschirmauflösung (1280 x 1024 Pixel)

Liegt die Bildschirmauflösung niedriger (800 x 600 Pixel), so erscheint eine Fehlermeldung (Abbildung 37) beim Starten des Programms, die darauf hinweist, die Auflösung höher einzustellen.



**Abbildung 37: Hilfestellung bei zu niedriger Bildschirmauflösung**

Die Zusatzprogramme „Windows Media Player Plugin“ und „Macromedia Shockwave Player Plugin“, die bei der Programminstallation zusätzlich installiert werden können, ermöglichen das Abspielen von Videos im MPEG 1-Format und Flash-Animationen (im Shockwave Format = SWF).

## **4.5 Anforderungen an das Betriebssystem des Benutzers**

Das Abspielen eines solchen Programms auf CD-ROM stellt einige Systemanforderungen an den Computer des Anwenders.

### **4.5.1 Hardware**

Ein CD-ROM-Laufwerk ist unbedingt erforderlich, um das Lernprogramm von der CD-ROM auf die Festplatte des Computers zu installieren. Der PC sollte einen Arbeitsspeicher von mindestens 32 MB RAM, empfehlenswert wären 64 MB RAM, und mindestens die CPU-Leistung eines Pentium II 233-Prozessors (oder vergleichbarer Prozessor) oder höher (Pentium III, Pentium IV) besitzen. Werden die Mindestanforderungen an die Hardware nicht erfüllt, kann es zu Problemen mit der Performanz kommen.

Für die vorliegende Programmversion muss der Festplattenspeicher eine Kapazität von 350 MB haben. Die Grafikkarte und der Bildschirm müssen eine Auflösung von 1024 x 768 Pixel garantieren können. Soundkarte und Lautsprecher sind ebenfalls empfehlenswert, aber keine unbedingte Voraussetzung für die Benutzung des Lernprogramms.

### **4.5.2 Software**

Als Betriebssystem wird Microsoft Windows 98 oder eine aktuellere Version (Windows 2000 oder Windows XP) vorausgesetzt. Als Benutzerschnittstelle zum Abspielen des Programms muss der Browser Microsoft Internet Explorer ab Version 4.0 installiert sein, optimal 5.5 (oder höher) oder ein anderer Browser (z.B. AOL oder Netscape). Der Windows Media Player und der Macromedia Flash Player sind ebenfalls erforderlich und können gegebenenfalls von der CD-ROM installiert werden.

## 5 Diskussion

Das Computer basierte Lernprogramm „SonoBasics – physikalisch-technische Grundlagen der Sonografie beim Kleintier“ baut auf einem Konzept auf, wie es bislang auf dem Markt noch nicht realisiert wurde.

Mit den Optionen, die moderne Medien inzwischen bieten, können die Grundprinzipien der Sonografie authentisch im bewegten Bild gezeigt werden, sei es durch animierte Trickfilme oder reale Ultraschallfilme. Das Ergebnis der didaktisch und ergonomisch möglichst sinnvollen Umsetzung dieses Konzepts, wie sie in der Literatur gefordert wird, ist das vorliegende Programm.

### 5.1 Begründung des Titels „Computer basiertes Lernprogramm“

Für das Programm SonoBasics wurde der Titel Computer basiertes Lernprogramm gewählt, da er dieser oben beschriebenen umfassenden und objektiven Definition für den Einsatz neuer Medien am Arbeitsplatz Computer am ehesten gerecht wird.

WEIDENMANN (2002) hält den Begriff Multimedia – obwohl weit verbreitet – für den wissenschaftlichen Diskurs ungeeignet.

In der Literatur gibt es vielfältige Definitionen zu dem Begriff „Multimedia“. Darunter wird nicht nur die Integration verschiedener Medien (Text, Bilder, Audio, Video) verstanden (KERRES; 2001), sondern es besteht die Forderung nach einer weiteren Differenzierung von Multimedia durch die Begriffe der Multimodalität und Multicodierung (WEIDENMANN; 2002), beziehungsweise der Einbeziehung der technischen und anwendungsbezogenen Komponente (ISSING und KLIMSA; 2002).

Allgemeingültiger ist der Begriff der Computer basierten Lernprogramme, der CBTs. Darunter wird die Computernutzung zu Lernzwecken, kombiniert mit dem Einsatz verschiedener Medien verstanden (KERRES; 2001).

## 5.2 Realisierung ergonomischer Anforderungen

Da die ergonomische Gestaltung inzwischen anhand von internationalen Richtlinien festgelegt ist und vielfältige Erfahrungswerte zahlreicher Autoren zur Verfügung stehen, bleibt nicht viel Raum für eine Diskussion hinsichtlich der Gestaltung eines solchen Lernprogramms. Es gilt vielmehr, sich in mehr oder weniger engen Grenzen an diese Regeln zu halten.

Ergonomische Gestaltungsrichtlinien (z.B. DIN EN ISO 9241) geben das Layout von Benutzeroberflächen vor (MÜLLER und FACKELMAYER; 2003). Das Design ist jedoch auch stark von persönlichen geschmacklichen Vorlieben beeinflusst. Das gilt etwa bei der Farbzusammensetzung einer Plattform.

Da Ultraschallbilder selbst überwiegend schwarz-weiß sind, sollten sie sich von der Farbgestaltung der Umgebung abheben. Deshalb wurde für das Programm eine kräftige Farbkomposition aus blauer Schrift auf orangem Hintergrund gewählt. Dabei wurde für die orange Hintergrundfarbe nur eine Sättigung von 75% gewählt. Die blaue Schrift erscheint mit 100%iger Sättigung somit kontrastreicher und ist besser zu lesen. Da außerdem der Text im vorliegenden Programm nach Möglichkeit kurz gehalten ist, erschien es nicht notwendig, auf die klassische Art der Darstellung mit schwarzer Schrift auf weißem Hintergrund zurückzugreifen. Die Puristen unter den Software-Designern, wie NIELSEN (2001), befürworten diesen Positivkontrast, da mit ihm der beste Kontrast erzielt wird. Für lange Textpassagen ist es demnach sinnvoll, diese Kombination zu wählen. Gesättigte Farben sind außerdem nach BOLES (1996) erwiesenermaßen auf Dauer für das menschliche Auge sehr anstrengend.

Bei der Wahl des Schrifttypus für SonoBasics wurden die einschlägigen Erfahrungen von Webdesignern (Bräutigam; 2004; Nielsen; 2001; Schneider; 2004; Weinreich; 1997) berücksichtigt, die für solche Vorhaben die Verwendung von Verdana empfehlen, da dieser Schrifttypus sogar eigens für das Internet entwickelt wurde.

Die Vorgaben für die Art des Schrifttypus sind sehr konkret (SCHNEIDER; 2004; NIELSEN; 2001). Für herkömmliche Texte in Büchern werden generell wegen ihrer besseren Lesbarkeit Schrifttypen mit Serifen empfohlen (NIELSEN; 2001).

Bildschirmseiten, sei es im Internet oder in Lernplattformen, sollten aufgrund der kleinen Schriftgröße und der geringen Auflösung mit serifenlosen Schriften (z.B. Verdana, Arial oder Helvetica) gestaltet werden (BRÄUTIGAM; 2004).

Der Forderung nach direkter Anrede wird im Text des Lernprogramms SonoBasics nicht nachgekommen. In der Literatur wird die Form der persönlichen Anrede befürwortet, um den Eindruck einer ablaufenden Kommunikation zu erwecken und ein Programm persönlicher zu gestalten (WEIDENMANN; 2002). Diese Art der Formulierung wird allerdings dem wissenschaftlichen Anspruch der Arbeit nicht gerecht. Nur in den Informationsseiten, die nicht der Vermittlung der eigentlichen Inhalte des Programms dienen, sondern eine Hilfestellung zur Programmbedienung darstellen, wurde die direkte Anrede eingesetzt. Darin wird der Nutzer persönlich angesprochen um mit dem Programm vertraut gemacht zu werden.

In SonoBasics wird die Information einerseits durch die Unterteilung in Unterkapitelüberschriften („Topic“) und andererseits durch den dazugehörigen Text in der rechten Textspalte („Comment“) strukturiert. Damit wird eine größtmögliche Übersichtlichkeit garantiert.

Diese Gliederung in „Topic und Comment“ befürwortet SCHNOTZ (2002). Gleichzeitig kommt dies auch der Forderung nach bestmöglicher Orientierung nach (WEINREICH; 1997).

In engem Zusammenhang mit der Orientierung steht die Navigation innerhalb eines Programms. In SonoBasics dienen das Menü, der Viewer, die Buttons und der alphabetische Index der Orientierung und vor allem Navigation.

Dem Anwender soll ein schneller und unkomplizierter Zugriff auf die Inhalte des Programms garantiert werden können (WEINREICH; 1997), am besten durch mehrere Navigationsmöglichkeiten (BRÄUTIGAM; 2004).

Die Schaltflächen von SonoBasics sind einerseits unmissverständlich gestaltet (entweder in Schriftform wie beim „Drucken“-Button oder z.B. durch einen nach rechts gerichteten Pfeil, um eine Seite weiter zu gelangen), und andererseits wird durch den Mouseover-Effekt noch eine zusätzliche Hilfestellung gegeben, damit jeder die Funktion eines bestimmten Buttons verstehen kann.

In der Literatur wird vielfach diese anwenderfreundliche Gestaltung der Benutzeroberfläche mit intuitiv verständlichen Zeichen gefordert (KERRES; 2001; SCHNEIDER; 2004 u. a.).

SonoBasics ist auf verschiedenen Seitentypen aufgebaut, die eingehend im Ergebnisteil beschrieben wurden. Für die Gestaltung von SonoBasics kamen (abgesehen vom Text) drei Medien (Bild, Animation oder Video) zum Einsatz. Jeder der besprochenen Seitentypen zielt darauf ab, mit dem jeweils darstellenden Medium einen Sachverhalt didaktisch sinnvoll umzusetzen und dem Lernenden damit möglichst leicht begreifbar zu machen.

So genügt es zum Teil, Themen auf die herkömmliche Art und Weise nur mit Bildern zu illustrieren, wenn nämlich die Verwendung von anderen Medien keinen Mehrwert verspricht. Ist ein Sachverhalt leicht begreifbar, so erschien es ausreichend und sinnvoll, ihn mit einem solitären Bild zu erklären. Anderenfalls können mehrere Bilder im Vergleich gezeigt werden, um mehrere Beispiele für einen Fall anzubieten oder um Unterschiede oder Ähnlichkeiten zu verdeutlichen. Dieser Forderung wird zusätzlich das Prinzip der Slideshow gerecht, die dazu dient, Information zu vermitteln, etwa bei der Demonstration des Übergangs von einem Zustand in einen anderen. Sie soll aber auch dem Anspruch gerecht werden, Interesse zu wecken und die Aufmerksamkeit und Neugier des Anwenders zu erregen, oder zu erhalten.

Andere theoretische Motive, wie zum Beispiel die Physik der Schallausbreitung oder das Dopplerprinzip, sind leichter über einen bewegten Ablauf zu verstehen. Da diese sehr abstrakten Vorgänge jedoch praktisch nicht abbildbar sind, erscheinen simulierte Animationen dafür als das geeignete Medium. Durch die farbige und bewegte Darstellung dieser sonst sehr trockenen Sachverhalte wird versucht, das Interesse des Betrachters zu wecken und zugleich das Wissen angemessen zu vermitteln. Eine bewegte Aktion, wie die Schallausbreitung im Gewebe, auf die konventionelle Methode – nur anhand von physikalischen Formeln und theoretischen Skizzen – zu erklären, wird dem Anspruch der anwenderfreundlichen Gestaltung für den durchschnittlichen Verbraucher nicht gerecht.

Für manche Fakten besteht die methodische Notwendigkeit, sie mit praktischen Beispielen zu belegen, die nur anhand von realistischen Videosequenzen zu erfassen sind. Deshalb wurden in diesen Fällen die entsprechenden Seitentypen mit den MPEG-Filmen eingesetzt. Sie erleichtern das Verstehen insbesondere dann, wenn ein Verfahren für den Betrachter fremd ist. Es erwies sich beispielsweise als sinnvoll, unter anderem die Einstellung der tiefenabhängigen Verstärkung, die nach hinreichenden Erfahrungen Anfängern große Schwierigkeiten bereitet, mit einem Videofilm zu erklären.

Der Bildüberlegenheitseffekt (Picture Superiority Effect) spricht dafür, dass Abbildungen leichter im Gedächtnis zu behalten sind als Begriffe (NELSON; 1976). Deshalb ist das Bild seit jeher ein gängiges Medium zur Informationsvermittlung.

Erweitert wird die Möglichkeit der Informationsvermittlung durch den Einsatz zusätzlicher Medien wie Videos und Animationen (NIELSEN; 2001).

Um die geistige Verarbeitung von Wissensinhalten beim Nutzer zu erleichtern, wurden Bilder, Filme und Animationen in schriftlicher Form kommentiert. Zusätzlich wurden direktive Zeichen (Pfeile) eingesetzt und relevante Bildausschnitte farblich kontrastiert, um auf wichtige Inhalte aufmerksam zu machen. Dies wird der Forderung von SCHNOTZ (2002) gerecht, der die Meinung vertritt, dass bei der cerebralen Verarbeitung von Bildern subsemantische, nicht textliche Informationen zur automatisierten Wahrnehmung bestimmter Aussagen führen.

SonoBasics bietet mit zehn Informationsseiten die Möglichkeit an, sich mit dem Seitenaufbau und der Navigation innerhalb des Programms vertraut zu machen. Diese Seiten können entweder (wie empfohlen) bereits zu Beginn der Nutzung durchgeklickt werden oder später über den Anhang aufgerufen werden.

In der Literatur wird die Erfordernis „minimale Handbücher“ zur Sprache gebracht, um dem Nutzer von modernen Lernmedien deren Anwendung zu erleichtern. Sie sollten allerdings nur die notwendigsten Erklärungen enthalten (KLIMSA; 2002).

### 5.3 Realisierung didaktischer Anforderungen

Es ist nicht möglich, die beiden großen Unterrichtstheorien (traditioneller Frontalunterricht versus konstruktivistischer Ansatz) kategorisch voneinander zu trennen. Im Gegenteil: bei der Entwicklung von SonoBasics wurden Ansätze beider Methoden eingearbeitet. Prinzipiell ist es dem Lernenden selbst überlassen, wann, wo und wie intensiv er sich mit dem Lernstoff auseinandersetzt. Der Anwender kann sich je nach Interesse Begriffe oder Überschriften aus dem Menü oder dem Index aussuchen und so gezielt seinen Wissensdurst befriedigen. Das Programm ist demnach konstruktivistisch aufgebaut. Andererseits ist die Interaktivität dadurch beschränkt, dass das Lernangebot konkret vorgegeben ist und nicht variiert werden kann. Der Lernende hat nur die Möglichkeit, das vorgegebene Wissen aufzunehmen. Speziell die Grundlagen der Sonografie, die auf physikalischen Gesetzmäßigkeiten beruhen, lassen keinen Raum für eine individuelle Wissenskonstruktion. Dieses Faktenwissen kann nur in einer Art „Frontalunterricht“ vom Lehrenden an den Lernenden weitergegeben werden, indem Wissen in Form von Text wiedergegeben und mit Hilfe verschiedener, jeweils geeigneter Medien illustriert wird.

Die didaktische Konzeptionalisierung eines solchen Lernprogramms lässt einen verhältnismäßig großen Spielraum, da, wie bereits erwähnt, die empirische Beweislage für aufgestellte und erforschte Unterrichtstheorien (MANDL und REINMANN-ROTHMEIER; 1995) und für den Einsatz bestimmter Medien (CREß und FRIEDRICH; 2000; KERRES; 2001) immer noch relativ unbefriedigend ausfällt.

Es gilt trotzdem, die beiden populärsten Unterrichtstheorien miteinander zu vergleichen.

Die traditionelle Unterrichtsphilosophie vertritt die Position, dass mit der Aufbereitung der Lehrinhalte und deren Präsentation im Frontalunterricht in Verbindung mit der Kommunikation zwischen Lehrendem und Lernendem der größtmögliche Lerneffekt und die beste Vermittlung von Wissen erzielt wird (KLAFKI; 1964).

Dem gegenüber stehen die Vertreter des situierten Lernens, die der Meinung sind, dass Wissen durch einen aktiven Konstruktionsprozess durch den Lernenden selbst entsteht. Dieser konstruktivistische Ansatz wird gerade erwachsenen Lernenden gerecht, die autodidaktisch lernen wollen (MANDL und GRUBER und RENKL; 1995).

Der Entstehungsprozess von SonoBasics orientierte sich stark am „Leitfaden für mediendidaktische Konzeptionen“ von KERRES (2001). Die zu Grunde liegende Projektidee war die Überlegung, dass es für die meisten Ultraschallanfänger schwierig ist, sich die Verhältnisse von physikalischen Vorgängen vorzustellen beziehungsweise die Ultraschallbilder auf die anatomischen Gegebenheiten zu übertragen, wenn sie diese Fakten in klassischen Lehrmedien (Büchern) präsentiert bekommen. Daraus ergibt sich schon die Entscheidung für das Medium der CD-ROM, die die Möglichkeit bietet, das Prinzip des Ultraschalls (bewegte Aneinanderreihung von Einzelschnittbildern) mit Animationen und Filmen wiederzugeben. Insbesondere der Neuigkeitseffekt, auch Hawthorne-Effekt genannt (FREY; 1989), der Flash-Animationen spricht für sich. Sie sind geeignet die Neugier des Anwenders zu wecken und dessen Aufmerksamkeit zu erhalten.

Die damit angesprochene Zielgruppe ist klar abzugrenzen und wird von den Studierenden der Veterinärmedizin höherer Semester und praktizierenden Tierärzten gestellt. Das Lehrziel ist, das Thema Ultraschall so zu vermitteln, dass sich mit Hilfe der gewählten Medien ein klarer Vorteil des Programms hinsichtlich des Lerneffekts im Vergleich zu konventionellen Büchern ergibt.

Ob dies tatsächlich gegeben ist, ließe sich nur anhand aufwendiger Befragungsaktionen klären, die erst gewisse Zeit nach Erscheinen der Lern-CD-ROM durchgeführt werden können. Zudem muss für die Klärung der Frage sichergestellt sein, dass die Nutzer sich bereits erfolgreich oder aber erfolglos mit einem Buch zu diesem Thema beschäftigt haben. Aber gerade bei Anfängern wird dies nicht der Fall sein. Um zu überprüfen und zu bewerten, ob eine Software den Lernzielen gerecht wird, besteht in der Literatur die Forderung nach der Evaluierung von Programmen (MANDL und GRUBER und RENKL; 2002; KERRES; 2001 u.a.). Für die vorliegende Arbeit wäre eine Evaluierung in einem realistischen zeitlichen Rahmen nicht möglich gewesen, aber auch für SonoBasics ist bereits eine Folgedissertation in Arbeit, die das Programm im großen Rahmen auf Fortbildungen evaluieren soll.

## 5.4 Vergleichende Beurteilung verschiedener Lernprogramme

Am Anfang der Arbeit an SonoBasics stand die Überprüfung der bereits auf dem Markt erhältlichen interaktiven und multimedialen Angebote zum Thema Ultraschall beim Kleintier. Diese Brauchbarkeitsüberprüfung erwies, dass es zwar Lernprogramme zu diesem Thema gibt, diese allerdings gerade im Hinblick auf den Bereich der physikalisch-technischen Grundlagen nicht zufrieden stellend sind.

Im Folgenden werden diese Programme genauer betrachtet und wird erklärt, weshalb sie als nicht ausreichend empfunden wurden.

Für die Erstellung eines neuen Mediums zur Vermittlung von Wissen besteht in der Literatur die eindeutige Forderung nach einem didaktischen Mehrwert (DÖRR und SEEL; 1997). Dieser soll durch die Integration geeigneter Medien erbracht werden.

SonoBasics versucht dieser Forderung nach dem didaktischen Mehrwert gerecht zu werden, indem möglichst viele animierte Sequenzen und Videofilme das Verstehen gerade der theoretischen Umstände erleichtern sollen, die in der herkömmlichen Art und Weise nur anhand von Skizzen und mathematischen Formeln erklärt wurden.

SCHAFHAUSER (2000) geht in „Echokardiographie für Tiermediziner“ zwar ausführlich auf die physikalischen und technischen Grundlagen der Sonografie ein, jedoch erfüllt er mit seinem Lernprogramm nicht die Forderung nach diesem didaktischen Mehrwert durch das eingesetzte Medium. Das Programm beinhaltet zwar eine Vielzahl von Videosequenzen, die aber nicht zur Erklärung des Grundlagenkapitels verwendet, sondern erst im Hauptteil eingesetzt werden. Die drei wenig anspruchsvollen Trickfilmsequenzen im ersten Kapitel können dieser Forderung auch nicht gerecht werden. Zusammengefasst führt er also die physikalischen-technischen Grundlagen akzeptabel aus, demonstriert aber (abgesehen von Hyperlinks) keinen großen Unterschied zu einem konventionellen Lehrbuch.

GREEN (1997) verwendet in „Small Animal Ultrasound“ zwar für jedes aufgeführte Beispiel Videosequenzen zur Illustration, die Qualität der angebotenen Filmsequenzen ist jedoch leider ungenügend, weshalb auch hier der Anspruch auf einen didaktischen Mehrwert nicht erfüllt wird, da qualitativ hochwertige Bilder mehr Aussagekraft hätten. Abgesehen von einigen Artefakten werden die physikalischen oder technischen Prinzipien nicht erläutert.

Die „Grundlagen der Sonographie“ von HETZEL (1999) offenbaren ebenfalls keinen Unterschied zu einem Lehrbuch durch die Integration verschiedener Medien.

BODUNGEN und BODUNGEN (1999) haben ihr Lernprogramm ausschließlich mit Videosequenzen erläutert. Diese sind qualitativ sehr aussagekräftig und erfüllen die Forderung nach dem didaktischen Mehrwert gegenüber herkömmlichen Medien, insbesondere da in den Filmen Beschriftungen eingeblendet werden, die den Lerneffekt erhöhen. Die Ausführungen in ihrem Lernprogramm bezüglich physikalischer und technischer Gegebenheiten sind allerdings auf das Nötigste beschränkt. Die Besonderheit im Lernprogramm von BODUNGEN und BODUNGEN (1999) liegt in den auditiven Erläuterungen, die schriftliche Ausführungen gänzlich ersetzen.

Bei der Herstellung von SonoBasics wurde nicht nur aus Kostengründen auf einen professionellen Sprecher verzichtet. Die Information wird nur in schriftlicher Form gegeben, was jedoch der wenig attraktiven Alternative eines unprofessionellen, Dialekt sprechenden Redners (wie bei BODUNGEN und BODUNGEN; 1999) vorzuziehen ist. Hinzu kommt, dass von manchen Nutzern ein vorgelesener Text als langatmig und langweilig empfunden wird (WEIDENMANN; 2002). Für die erste Seite (das Intro) beim Start des Programms wurde allerdings ein Hintergrundgeräusch gewählt (für das menschliche Ohr hörbar gemachte Ultraschallfrequenzen einer Fledermaus), um die Aufmerksamkeit des Betrachters auf das Programm zu lenken. Außerdem ist bei den CW- und PW-Dopplerfilmen der Dopplershift zu hören.

Die Form des Ansprechens einer weiteren Sinnesmodalität durch die Wiedergabe von auditiver Information über Lautsprecher ist eine gute Alternative zum Lesen langer Textpassagen, das von manchen Anwendern als aufwendig empfunden wird (WEIDENMANN; 2002).

Besonders bei einer starken Beanspruchung der visuellen Modalität wird für den Einsatz der auditiven Modalität plädiert. Dadurch wird eine intensivere Auseinandersetzung mit Bildern möglich, da der Sprecher gezielt die Blickbewegung steuern und das Betrachtungstempo kontrollieren kann (PÄCHTER; 1996).

HAERTEN (1999) hat ebenfalls die auditive Form der Informationsvermittlung für die „Doppler- und Farbdopplersonographie“ gewählt, wobei es in diesem Programm sicherlich von Vorteil ist, dass zusätzlich die Möglichkeit besteht, den Text ein- oder auszublenden.

## 5.5 Projektrealisierung

Das Projekt SonoBasics wurde nicht von Experten unterschiedlicher Fachrichtungen realisiert. Für die Konzeption fanden zwar viele Gespräche sowohl mit Fachexperten im Bereich Sonografie statt wie auch mit Kollegen gleichen Stands und technischen Beratern aus den Bereichen Informatik und Design. Aber die handwerklichen Fähigkeiten, die für die Umsetzung unverzichtbar waren, wurden autodidaktisch erlernt und – abgesehen von Rohmaterialien wie CD-ROMs und Videokassetten – wurden keine Ausgaben getätigt.

Insofern ist SonoBasics tatsächlich eine Low Budget-Produktion, aber vom Ergebnis her eher als Standardproduktion einzuordnen, da neben Originalultraschallbildern und Skizzen Filme zur Demonstration der realen Verhältnisse und Animationen zur Erklärung der theoretischen Verhältnisse erstellt wurden.

Für die Verwirklichung eines solchen Projekts wird vor allem anhand des Kostenrahmens in drei Produktionsklassen differenziert: Low Budget-Produktionen, Standard-Produktionen und große Produktionen. Laien wird zumeist gänzlich die Fähigkeit abgesprochen, ohne ein genügend großes Budget und Know-how ein ordentliches Ergebnis zu erzielen, da allein die technischen Bedingungen zumeist nicht erfüllt werden (KERRES; 2001).

Andere Autoren bestätigen, dass insbesondere eine gute ergonomische Umsetzung nicht billig ist und große Vorkenntnisse auf dem Gebiet erfordert (MÜLLER und FACKELMAYER; 2003).

In der Literatur wird im Allgemeinen die Meinung vertreten, dass für ein solches Projekt viele Spezialisten aus den Bereichen Design, Informatik, Management und Fachexperten zusammen arbeiten müssen, um ein ansprechendes, didaktisch, ergonomisch und fachlich hochwertiges Produkt zu entwickeln (MICHEL; 1996; KERRES; 2001).

## 5.6 Anforderungen an das Betriebssystem des Benutzers

Grundsätzlich sollte das Programm einem möglichst breitem Publikum zur Verfügung stehen, weshalb es plattformunabhängig als Browser basiertes HTML-System entwickelt wurde. Da 85,4 % der Anwender den Internet Explorer von Microsoft (= MSIE) nutzen und nur 9,3 % Netscape ([www.WEBHITS.de](http://www.WEBHITS.de); 2004), wurde SonoBasics mit Hilfe von MSIE 5.5 erstellt und dafür optimiert.

Das Programm sollte möglichst auf vielen Rechnern abspielbar sein, weshalb keine außergewöhnlichen Forderungen bezüglich der Hardware gestellt werden. Die Rechner der Endbenutzer sollten allerdings nicht älter als etwa drei bis vier Jahre sein, da die Hardware sonst nicht den Anforderungen gerecht wird, eine Software mit Plugins problemlos abzuspielen (SCHAFHAUSER; 2003). Bemerkbar macht sich dies beispielsweise beim Überblenden von einer Seite zur nächsten. Die Antwortzeiten beim Seitenaufbau sind prinzipiell sehr kurz, jedoch erscheint für den Bruchteil einer Sekunde jeweils ein weißer Hintergrund. Dies dauert umso länger, je leistungsschwächer der Computer ist. Das liegt an der Integration der Plugins (Inhaltsverzeichnis, Viewer) in das HTML-Gerüst, wurde aber in Kauf genommen, da HTML als plattformunabhängige Programmiermethode beibehalten werden sollte und dieses Überblenden über Weiß in Anbetracht der Garantie eines plattformunabhängigen Programms akzeptiert werden muss.

Ein leistungsschwächerer Computer macht sich auch bei den Slideshows oder dem Viewer bemerkbar. Die Plugins, die auf rechenaufwändigen Grafikberechnungen basieren (permanenter Wechsel von Bildern), werden dann langsamer abgespielt als bei Rechnern mit höherer Leistung (STRECK; 2002).

Bestimmte Grunderfordernisse an den PC des Endnutzers sollten also erfüllt werden, damit die Ästhetik des Programms garantiert werden kann.

## 5.7 Fazit

Im Rahmen der für die Projektrealisierung zur Verfügung stehenden Möglichkeiten wurde mit SonoBasics ein Lernprogramm entwickelt, das theoretisches physikalisches und technisches Wissen so transformiert, dass ein optisch und inhaltlich ansprechendes Medium entstanden ist, welches Tiermedizinstudenten höherer Semester und praktizierende Tierärzte dazu animiert, sich mit den Grundlagen der Sonografie vertraut zu machen.

Resümierend dürfte das vorliegende Lernprogramm SonoBasics den didaktischen Anforderungen insofern gerecht werden, als es gelungen ist, durch den gezielten Einsatz unterschiedlicher Medien einen Mehrwert gegenüber der konventionellen Unterrichtsmethode zu erzielen und somit den Lerneffekt zu verbessern.

## 6 Ausblick

Jedes Lernprogramm – und so auch SonoBasics – ist stark von den persönlichen Vorstellungen des Autors geprägt. Allerdings hängen diese wiederum von den Möglichkeiten der Realisierung ab (KERRES; 2001). Der Inhalt des vorliegenden Programms entspricht derzeit dem neuesten Stand der Technik. So standen für die Ultraschallaufnahmen High-End-Geräte zur Verfügung. Während sich die physikalischen Grundlagen auch in Zukunft kaum ändern werden, unterliegt die Gerätetechnik ständigen Neuerungen, die möglicherweise in einer späteren Version von SonoBasics aufgegriffen werden sollten.

Auch hinsichtlich der multiplen Innovationen auf dem programmier- und softwaretechnischen Sektor, die sich heutzutage bieten, verändern sich die Möglichkeiten und Ansprüche laufend und geben damit Anlass zu Verbesserungen (MICHEL; 2002).

Besonders in Bezug auf die didaktische Umsetzung gibt es vielfältige Überlegungen zu Erweiterungen und potentiellen Verfeinerungen. So sind grundsätzlich die materiellen und zeitlichen Möglichkeiten zu berücksichtigen, die für die Arbeit an einem solchen Projekt realistisch sind. Um diesen Rahmen nicht zu sprengen, wurde SonoBasics auf die physikalischen und technischen Grundlagen der Sonografie beschränkt. Weitere Programme, die sich speziell auf die physiologischen Gegebenheiten verschiedener Organsysteme beziehen, sind bereits in Bearbeitung. Dadurch wird der Wert von SonoBasics als umfassendes Lernprogramm über die Grundlagen der abdominalen Sonografie gesteigert.

Eine attraktive Idee ist der Einsatz von ruhiger Hintergrundmusik, beispielsweise beim Überblenden von Seite zu Seite oder beim Abspielen von Animationen. Hier sind jedoch enge Grenzen durch den finanziellen Rahmen gesetzt, da die Rechte für solche Musikstücke erworben werden müssten (KERRES; 2001). Für eine Neuauflage ist zu überlegen, ob der Forderung nachgekommen wird, das Programm mit auditiven Ausführungen zu ergänzen. Diese können zusätzliche Informationen enthalten oder bereits vorhandene Textinhalte vorlesen oder mit anderen Worten wiedergeben. Allerdings bleibt dabei zu bedenken, dass diese Form der Informationsvermittlung häufig vom Anwender als langweilig oder verwirrend

empfunden wird, da das persönliche Lern- und Lesetempo selten mit der vorgegebenen Geschwindigkeit übereinstimmt (JACOBOWSKI; 2003).

Einige Autoren, z. B. KERRES (2001) oder DICK und CAREY (1996), stellen die Forderung nach einem interaktiven Wissenstest, der am Ende eines derartigen Lernprogramms in Form eines Quiz stehen sollte. Allerdings gibt es hier auch Gegenstimmen; es wird darauf hingewiesen, dass ein Quiz durchaus negative Aspekte besitzt (BAUMGARTNER; 2002). Beantwortet nämlich der Nutzer die gestellten Fragen falsch, geht dies häufig mit Unzufriedenheit einher, die eine negative Konnotation mit dem Programm nach sich zieht. Der Anwender meidet eventuell die Software zukünftig. Ansätze eines Wissenstests, weitgehend ohne Erzeugung von Frustrationen, enthält auch SonoBasics, indem der Nutzer die Beschriftung der Bilder je nach Belieben ein- und ausblenden kann. Will er also sein Wissen selbst testen, bleibt es ihm überlassen, ob er die Bilder zuerst ohne oder mit Beschriftung betrachtet. Außerdem bleibt zu bedenken, dass die physikalisch-technischen Grundlagen ein Faktenwissen darstellen, das internalisiert werden sollte, um später in der praktischen Ultraschalluntersuchung am Tier umgesetzt zu werden. Es besteht also nur bedingt die Notwendigkeit, das erworbene Wissen zu prüfen. Zudem erweitert ein Quiz den Umfang des Programms erheblich. Auf viele Benutzer eines Programms wirkt es eher abschreckend, eine sehr große Zahl an Seiten durcharbeiten zu müssen. Aus den genannten Gründen wurde bei SonoBasics auf ein Quiz verzichtet.

Die wichtigste Voraussetzung für eine potentielle Verbesserung hin zu mehr Usability stellt wohl eine Evaluierung dar. Die gezielte und wissenschaftlich korrekte Durchführung einer Befragungsaktion ausreichend vieler Testpersonen sprengt den zeitlichen Rahmen der vorliegenden Arbeit, ist aber nach Veröffentlichung des Programms durch eine weitere Arbeit geplant. Erste Hinweise darauf, dass ein großes Interesse an SonoBasics und einer plausiblen Erklärung und Präsentation der physikalisch-technischen Grundlagen der Sonografie besteht, ergab die positive Resonanz bei der Vorstellung von nur wenigen Programmsequenzen vor einem Fachpublikum (Tierärzte und Verlage) auf der Frankfurter Buchmesse im Oktober 2003.

## 7 Zusammenfassung

Dem Computer basierten Lernprogramm „SonoBasics – physikalisch-technische Grundlagen der Sonografie beim Kleintier“ liegt ein Konzept zu Grunde, wie es bislang noch nicht realisiert wurde.

Vielen Tierärzten fehlt die Kenntnis der physikalisch-technischen Grundlagen der Sonografie und zudem scheuen sich die Kollegen, sich den als trocken und ermüdend empfundenen Stoff aus Fachbüchern zu erarbeiten. Aber gerade das Wissen um diese Grundlagen ermöglicht die Erstellung von guten und aussagekräftigen Ultraschallbildern und deren richtige Interpretation. Das primäre Anliegen des vorliegenden Programms war, dieses Wissen didaktisch sinnvoll aufzubereiten und gleichzeitig ergonomisch ansprechend zu gestalten, mit dem Ziel, die physikalisch-technischen Grundlagen spielerisch zu präsentieren, damit der Anwender motiviert wird und das Interesse an der Thematik erhalten bleibt.

Für die Umsetzung dieser Idee standen für die Ultraschalluntersuchungen High-end-Geräte zur Verfügung, mit denen qualitativ hochwertiges Bildmaterial gewonnen wurde. Mit den im Institut für Tieranatomie (I) vorhandenen technischen Mitteln (Software und Hardware), wurde dieses Material aufbereitet und das Programm gestaltet.

Das Augenmerk wurde vorrangig auf die anschauliche Erklärung theoretischer Verhältnisse der Schallwellenphysik in bewegter Form gerichtet. Dafür wurden die physikalischen Gesetzmäßigkeiten mit ansprechenden farbigen Animationen dargestellt. Die realen Verhältnisse wurden mittels diverser Originalultraschallbilder und -filme demonstriert. Das Layout und damit die Gestaltung der Navigations- und Orientierungsschaltflächen sowie die Wahl der Farben und des Schrifttypus basieren vor allem auf individuellen Vorstellungen und intuitiven Ideen, die allerdings mit den Forderungen aus der Literatur grundsätzlich kongruent sind.

Das Programm so zu gestalten, dass ein didaktischer Mehrwert entsteht, war der zweite Ansatzpunkt der Projektplanung. Entscheidend dafür war einerseits die Wahl des jeweils darstellenden Mediums und andererseits die didaktische Aufbereitung der fachlichen Inhalte, um sie einleuchtend zu vermitteln. Inhaltlich werden zuerst übersichtlich im Kapitel „Darstellung“ die verschiedenen Methoden der Sonografie erklärt und miteinander verglichen. Das Kapitel „Schallkopftypen“ beschäftigt sich mit

dem Funktionsprinzip und der Bildgebung der gebräuchlichen Schallköpfe. Darauf folgen die Kapitel über die Grundlagen der B-Bild-Sonografie („B-Modus“) und der Doppler-Verfahren („Doppler“), deren Inhalt aufeinander aufbaut. Die ersten drei Kapitel „Darstellung“, „Schallkopftypen“ und „B-Modus“ sind auf die Bedürfnisse der Sonografieanfänger zugeschnitten, die sich mit den elementaren Grundlagen vertraut machen wollen, wohingegen das Dopplerkapitel die Tiermedizinstudenten der klinischen Semester und praktizierende Tierärzte ansprechen soll, die ihr Wissen erweitern wollen. Das letzte Kapitel „Wissenswertes“ spricht grundlegende Dinge an, die beim Erstellen von Ultraschallbildern in der Praxis beachtet werden müssen. Die einzelnen Abschnitte können optional linear, Seite für Seite durchblättert werden, was dem Anfänger empfohlen wird. Der fortgeschrittene Nutzer kann je nach Interesse über verschiedene Navigationsmöglichkeiten (Menü, Viewer, Hyperlinks im Text, Index) interaktiv von Thema zu Thema springen.

Es entstand eine Lern-CD-ROM, die die physikalisch-technischen Grundlagen der Sonografie, einschließlich die der Dopplerverfahren, bei kleinen Haustieren in anschaulicher Form mit zahlreichen erklärenden Animationen sowie vielen eindeutig beschrifteten Ultraschallaufnahmen und –filmen präsentiert.

## 8 Summary

### **Computer based training about the physical technical basics of ultrasound in small animals**

Nicola Streck

The computer based training „SonoBasics – physical technical basics of ultrasound in small animals“ is based on a concept not realised so far.

Many veterinarians lack the knowledge of physical and technical basics of ultrasound and furthermore the colleagues avoid to work up the supposedly boring topic in technical literature. Yet the knowledge of these basics enables the user to achieve good and significant ultrasound pictures and their correct interpretation. Therefore, the program on hand is designed to prepare the material in a didactically meaningful and ergonomically appalling manner at the same time. Its aim is to present the technical basics in a playful way to motivate the user and keep the interest in this topic alive.

For the realisation of the idea there were high-end ultrasound machines available to generate high-quality picture material. Together with the technical means (software and hardware) present at the Institut für Tieranatomie (I), the material was generated and the program designed.

First priority was laid on a vivid explanation of theoretical conditions of sound wave physics by the use of images in moving form. For that reason the physical principles are shown in colourful animated graphs. The real conditions are demonstrated by different original ultrasound sequences. The layout and the design of the pushbuttons for navigation and orientation as well as the choice of colours and print are mainly basing on individual ideas and intuition but turned out to show great congruence with the requirements found in present literature.

Second priority is the achievement of a didactic surplus by the design of the program. Crucial for that matter is the choice of the presenting medium for each lesson as well as the way the content is set up.

The first chapter “Darstellung“ deals with the existing methods of ultrasound and compares them with each other. The chapter “Schallkopftypen“ explains the different

types of probes. The following two chapters each separately explain the principle of B-mode ultrasound ("B-Modus") and Doppler mode ("Doppler"), their content basing one on the other in succession.

The first three chapters ("Darstellung", "Schallkopftypen", "B-Modus") are meant to meet the needs of ultrasound beginners wanting to become familiar with the elementary basics whereas the chapter about Doppler mode addresses veterinarians and advanced students of veterinary medicine who want to broaden their knowledge in this field.

The last chapter "Wissenwertes" deals with basics to be taken into account when ultrasound pictures are made in everyday usage.

The individual passages can be browsed in an optimal linear way, page by page (as recommended for beginners). On the other hand, the user can choose the topics of his interest individually by interactively jumping from page to page via several navigation possibilities (menu, viewer, hyperlinks within the text, index).

An educational CD has been created that explains the physical and technical basics of ultrasound including Doppler mode in small animals in an appalling manner with numerous animated graphs as well as accurately labelled ultrasound pictures and clips.

## 9 Literaturverzeichnis

ATEYEH, K.: Electronic Publishing: Ein Überblick, [http://i31www.ira.uka.de/docs/mm+ep/05\\_Authoring\\_Ueberblick/main\\_html.html](http://i31www.ira.uka.de/docs/mm+ep/05_Authoring_Ueberblick/main_html.html), 1997

AUGUSTIN, G.: Java und Java Applets, [http://i31www.ira.uka.de/docs/mm+ep/04\\_Java/main\\_html.html](http://i31www.ira.uka.de/docs/mm+ep/04_Java/main_html.html), 1997

BAUMGARTNER, P.: Pädagogische Anforderungen für die Bewertung und Auswahl von Lernsoftware in Information und Lernen mit Multimedia und Internet – Lehrbuch für Studium und Praxis, Issing, L.J. und Klimsa, P., Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, Weinheim, 2002

BERNERS-LEE, T.: [www.w3.org](http://www.w3.org), 1995

BODUNGEN, A. und BODUNGEN, U.: CD-ROM Die Sonographie des Abdomens beim Hund, Veterinärmedizinische Fakultät Universität Bern, 1999

BOLES, D.: Eigenschaften von Auge und Licht, [www-is.informatik.uni-oldenburg.de/~dibo/teaching/](http://www-is.informatik.uni-oldenburg.de/~dibo/teaching/), 1996

BOLES, D.: Farbempfindung und Farbpsychologie, [www-is.informatik.uni-oldenburg.de/~dibo/teaching/](http://www-is.informatik.uni-oldenburg.de/~dibo/teaching/), 1996

BOLES, D.: Farbkontraste, [www-is.informatik.uni-oldenburg.de/~dibo/teaching/](http://www-is.informatik.uni-oldenburg.de/~dibo/teaching/), 1996

BOLES, D.: Strategien für die Farbgestaltung, [www-is.informatik.uni-oldenburg.de/~dibo/teaching/](http://www-is.informatik.uni-oldenburg.de/~dibo/teaching/), 1996

BRÄUTIGAM, L.: Bedienung und Navigation, [www.sozialnetz.de](http://www.sozialnetz.de), 2004

BRÄUTIGAM, L.: Grafiken und Multimedia, [www.sozialnetz.de](http://www.sozialnetz.de), 2004

BRÄUTIGAM, L.: Lesbarkeit und Typographie, [www.sozialnetz.de](http://www.sozialnetz.de), 2004

BRÜGMANN, L: Bildartefakte in Kursbuch Ultraschall, Schmidt, G., Thieme Verlag, Stuttgart, 2004

CONKLIN, J.: Hypertext: An introduction and survey, Computer 20/1987 in Zur Veränderung der Lehr- und Lernkultur durch Neue Medien – Ergebnisse der empirischen Bildungsforschung, Rheinländer, K., Oldenburger Universitätsreden, 2003

CREß, U. und FRIEDRICH, H.F.: Selbst gesteuertes Lernen Erwachsener: Eine Lernertypologie auf der Basis von Lernstrategien, Lernmotivation und Selbstkonzept, Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, Verlag Hans Huber, 4/2000

DABITZ, G. und SEURING, D.: Fachlexikon der sozialen Arbeit, Deutscher Verein für öffentliche und private Fürsorge – Eigenverlag, Frankfurt am Main, 1993

DICK, W. und CAREY, L.M.: The systematic design of instruction (1996) in Multimediale und telemediale Lernumgebungen – Konzeption und Entwicklung, Kerres, M., Oldenbourg Verlag München Wien, 2001

DÖRR, G. und SEEL, N.M.: Instructional delivery system and multimedia environments in Instructional Design, International Perspectives, Vol. 2: Solving of Instructional Design Problems Dijkstra, S. und Seel, N.M., NJ.: Erlbaum, 1997 in Information und Lernen mit Multimedia und Internet – Lehrbuch für Studium und Praxis, Issing, L.J. und Klimsa, P., Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, Weinheim, 2002

FARROW, C. und HOMCO, L.: How Ultrasound Works in Small Animal Ultrasound, Green, R.W., Lippincott-Raven, 1996

FREY, K.: Effekte der Computerbenutzung im Bildungswesen, Zeitschrift für Pädagogik, Verlagsgruppe Beltz, Weinheim, 1989

FÜRST, G. und KOISCHWITZ, D.: Moderne Sonographie, Thieme Verlag, Stuttgart, 2000

GADEGAST, W. und SCHMIDT, J.: MPEG2, [www.mpeg2.de/doc/mpno05/mpno05.htm](http://www.mpeg2.de/doc/mpno05/mpno05.htm), UNIXopen, 1996

GAY, G. und MAZUR, J.: Navigating in Hypermedia in Hypertext/hypermedia handbook, Berk, E. und Devlin, J., New York: Intertext, 1991

GOETHE, J.W.v.: Beiträge zur Optik (1792) in Das Wesen der Farben, Steiner, R., Rudolf Steiner Verlag, Dornach, 1991

GREEN, R.W.: Small Animal Ultrasound, Lippincott-Raven, 1996

GREEN, R.W.: CD-ROM Small Animal Ultrasound, Lippincott-Raven, 1997

HAERTEN, R.: CD-ROM Doppler- und Farbdoppler-Sonographie, Siemens AG, München-Berlin, 1999

HAHN, A.: Plugins, <http://userpage.fu-berlin.de/~ahahn/plugins/>, 2000

HESSE, F.: ActiveSlide 1.0.4, [www.e-teaching.org/](http://www.e-teaching.org/), Institut für Wissensmedien, Tübingen, 2004

HESSE, F.: Director, [www.e-teaching.org/](http://www.e-teaching.org/), Institut für Wissensmedien, Tübingen, 2003

HETZEL, G.: CD-ROM Grundlagen der Sonographie, Siemens AG, München-Berlin, 1999

ISSING, L.J. und KLIMSA, P.: Information und Lernen mit Multimedia und Internet – Lehrbuch für Studium und Praxis, Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, Weinheim, 2002

JACOBOWSKI, K.: Lerntempo und kognitive Belastung: Welchen Einfluss hat die Steuerbarkeit der Darbietungsdauer auf den Modalitätseffekt in Lehranimationen?, [http://www.iim.uni-giessen.de/home/news/Postertag03/Postertag\\_KathrinJacobowski.pdf](http://www.iim.uni-giessen.de/home/news/Postertag03/Postertag_KathrinJacobowski.pdf), 2003

KERRES, M.: Multimediale und telemediale Lernumgebungen – Konzeption und Entwicklung, Oldenbourg Verlag München Wien, 2001

KLAFKI, W.: Das pädagogische Problem des Elementaren und die Theorie der kategorialen Bildung, Verlagsgruppe Beltz, Weinheim 1964

KLIMSA, P.: Multimediantzung aus psychologischer und didaktischer Sicht in Information und Lernen mit Multimedia und Internet – Lehrbuch für Studium und Praxis, Issing, L.J. und Klimsa, P., Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, Weinheim, 2002

KREMER, H. und DOBRINSKI, W.: Sonographische Diagnostik – Innere Medizin und angrenzende Gebiete, Urban und Fischer, München, 2000

LEUTNER, D.: Instruktionspsychologie in Handwörterbuch Pädagogische Psychologie, Rost, D.H., Psychologische Verlags Union, Weinheim, 1998

MALONE, T.W.: Toward a theory of intrinsically motivating instruction (1981) in Information und Lernen mit Multimedia und Internet – Lehrbuch für Studium und Praxis, Issing, L.J. und Klimsa, P., Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, Weinheim, 2002

MANDL, H. und GRUBER, H. UND RENKL, A.: Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen, Forschungsbericht Nr. 50, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie, Ludwig-Maximilians-Universität, München, 1995

MANDL, H. und REINMANN-ROTHMEIER, G.: Unterrichten und Lernumgebungen gestalten, Forschungsbericht Nr. 60, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie, Ludwig-Maximilians-Universität, München, 1995

MEKELBURG, H.-G.: Ergonomieglossar, [www.ergo.zip/ergo/kap-lex.htm](http://www.ergo.zip/ergo/kap-lex.htm), 2003

MICHEL, L.P.: Multimedia – eine Branche im Wandel in Information und Lernen mit Multimedia und Internet – Lehrbuch für Studium und Praxis, Issing, L.J. und Klimsa, P., Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, Weinheim, 2002

MICHEL, L.P.: Qualifikationsanforderungen in der professionellen Multimedia-Produktion, MMB Michel Medienforschung und Beratung, Köln, Essen, 1996

MÜLLER, M. und FACKELMAYER, J.: Einführung in die Software Ergonomie, [www.s4a.ch](http://www.s4a.ch), 2003

MÜNZ, S.: HTML als "lingua franca" des Web, <http://selfhtml.teamone.de/intro/technologien/html.htm>, 2004

MÜSGEN, D: Physikalische und technische Grundlagen in Moderne Sonographie, Fürst, G. und Koischwitz, D., Thieme Verlag, Stuttgart, 2000

NELSON, D.L. und REED, V.S. und WALLING, J.R.: Pictorial superiority effect, Journal of Experimental Psychology, Human Learning and Memory, 1976

NIELSEN, J.: Designing Web Usability, Markt + Technik Verlag, München, 2001

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

NIELSEN, J.: Homepage Usability – 50 Websites Deconstructed, New Riders Publishing, 2002

NISS, E.: Frame basierte Autorensysteme, [http://i31www.ira.uka.de/docs/mm+ep/07\\_ToolBook/main\\_html.html](http://i31www.ira.uka.de/docs/mm+ep/07_ToolBook/main_html.html), 1997

NYLAND, T.G. und MATTOON, J.S.: Small Animal Diagnostic Ultrasound, WB Saunders Company, Philadelphia, USA, 2002

- PÄCHTER, M.: Auditive und visuelle Texte in Lernsoftware, Waxmann, Münster, 1996
- PENNINCK, D.: Artifacts in Small Animal Diagnostic Ultrasound, Nyland, T.G. und Mattoon, J.S., WB Saunders Company, Philadelphia, USA, 2002
- POULSEN NAUTRUP, C. und TOBIAS, R.: Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze, Schlütersche, Hannover, 2001
- RHEINLÄNDER, K.: Zur Veränderung der Lehr- und Lernkultur durch Neue Medien – Ergebnisse der empirischen Bildungsforschung, Oldenburger Universitätsreden, 2003
- SCHAFFARNIK, C.: Flash 5, <http://www.schattenbaum.net/flash/>, 2004
- SCHAFHAUSER, T.: CD-ROM Echokardiographie für Tiermediziner, Medizinische Tierklinik (I) der Ludwig-Maximilians-Universität, München, 2000
- SCHAFHAUSER, T.: persönliche Auskunft: Betriebssysteme, München, 10.11.2003
- SCHMIDT, G.: Kursbuch Ultraschall, Thieme Verlag, Stuttgart, 2004
- SCHNEIDER, W.: Ergonomisches Maskenlayout: Farbe, [www.ergo-online.de](http://www.ergo-online.de), 2004
- SCHNEIDER, W.: Ergonomisches Maskenlayout: Gruppierung von Informationen und fachliche Gestaltung, [www. ergo-online.de](http://www.ergo-online.de), 2004
- SCHNEIDER, W.: Ergonomisches Maskenlayout: Schrift, [www. ergo-online.de](http://www.ergo-online.de), 2004
- SCHNOTZ, W.: Wissenserwerb mit Texten, Bildern und Diagrammen in Information und Lernen mit Multimedia und Internet – Lehrbuch für Studium und Praxis, Issing, L.J. und Klimsa, P., Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, Weinheim, 2002

SCHOLZE-STUBENRECHT, W. et al.: Duden Fremdwörterlexikon, Dudenverlag, Mannheim, Wien, Zürich, 2001

SCHROIFF, K.: Java Client for a multimedia Documentsystem, [www.ira.uka.de](http://www.ira.uka.de), 1997

STEIN, J. und MARTIN, C.: Physikalisch-technische Grundlagen in Kursbuch Ultraschall, Schmidt, G., Thieme Verlag, Stuttgart, 2004

STRECK, F.: persönliche Auskunft: Programmiermöglichkeiten, München, 03.10.2002

STRÖHLEIN, D.: Videokodierung im MPEG1-Verfahren, [www-agki.tzi.de/grp/sima/vortraege/mpgvideo/mpgvideo-node3.html](http://www-agki.tzi.de/grp/sima/vortraege/mpgvideo/mpgvideo-node3.html), 1999

WEIDENMANN, B.: Multicodierung und Multimodalität im Lernprozess in Information und Lernen mit Multimedia und Internet – Lehrbuch für Studium und Praxis, Issing, L.J. und Klimsa, P., Verlagsgruppe Beltz, Psychologische Verlags Union, Weinheim, 2002

WEINREICH, H.: Software-Ergonomie und das World Wide Web, [www.informatik.uni-hamburg.de/ergonomie/urls.html](http://www.informatik.uni-hamburg.de/ergonomie/urls.html), 1997

WITTIG-GOETZ, U.: Was ist Ergonomie?, [www.sozialnetz.de](http://www.sozialnetz.de), 2004

WWW.BRAINCODER.COM, Slideways Image Scroller Applet, Stand Oktober 2002

WWW.BRATTA.COM, Inhaltsverzeichnis, Stand Oktober 2002

WWW.CAPTAINJAVA.COM, Alphasort-Applet Index, Stand Oktober 2002

WWW.DEMICRON.DE, Imagefader Applet, Stand Oktober 2002

WWW.GLOSSAR.DE, Stand Januar 2004

WWW.HYPERDICTIONARY.COM, Stand Januar 2004

[WWW1.KARLSRUHE.DE/\\_PREVIEW/STYLEGUIDE/FARBEN.PHP](http://WWW1.KARLSRUHE.DE/_PREVIEW/STYLEGUIDE/FARBEN.PHP), Stand Januar 2004

[WWW.MACROMEDIA.COM](http://WWW.MACROMEDIA.COM), Macromedia Flash Player Plugin, Stand Januar 2004

[WWW.MICROSOFT.COM](http://WWW.MICROSOFT.COM), Windows Media Player Plugin, Stand Januar 2004

[WWW.WEBHITS.DE](http://WWW.WEBHITS.DE), Stand Januar 2004

[WWW.NET-LEXIKON.DE](http://WWW.NET-LEXIKON.DE), Stand Januar 2004

[WWW.SOFTWARE-ERGONOMIE.COM](http://WWW.SOFTWARE-ERGONOMIE.COM), Stand Januar 2004

[WWW.USABILITY.CH](http://WWW.USABILITY.CH), Stand Januar 2004

## 10 Abbildungsverzeichnis

	<u>Seite</u>	
Abbildung 1:	Seitengrundtyp in Tabellenform, der ausschließlich Text abbildet	38
Abbildung 2:	Seitentyp mit einem großen zentralen Bild, das durch Anklicken der Lupe vergrößert werden kann	39
Abbildung 3:	Vergrößerung der schematischen Darstellung aus Abbildung 2	40
Abbildung 4:	Vergrößerung der schematischen Darstellung aus Abbildung 2 mit eingeblendeter Beschriftung	40
Abbildung 5:	Seitentyp mit Legendenbild	41
Abbildung 6:	Seitentyp mit zwei Bildern	42
Abbildung 7:	Seitentyp mit vier Bildern	42
Abbildung 8:	Seitentyp mit kleiner Slideshow für Einleitungsseiten	43
Abbildung 9:	Seitentyp mit großer Slideshow	44
Abbildung 10:	Seitentyp mit Flash-Animation	45
Abbildung 11:	Vergrößerung der Flash-Animation aus Abbildung 10	45
Abbildung 12:	Seitentyp mit Videofilm	46
Abbildung 13:	Seitentyp mit alphabetischem Index	47
Abbildung 14:	Informationsseite mit Screenshot zur Erklärung des Seitenaufbaus von SonoBasics	48
Abbildung 15:	Informations-Button	49
Abbildung 16 a:	Navigations-Buttons	49
Abbildung 16 b:	Backtrace-Button	49
Abbildung 17:	Anhang- und Drucken-Button	50
Abbildung 18:	Exit-Button zum Beenden des Programms	50
Abbildung 19:	Lupe zur Vergrößerung des Seiteninhalts	50
Abbildung 20:	Bildlaufleiste („Viewer“)	51
Abbildung 21:	Navigationsmenü	51
Abbildung 22:	Hyperlinks	52
Abbildung 23:	Seitenangabe	52
Abbildung 24:	SonoBasics-Logo	52
Abbildung 25:	Eisblaue Farbe der Beschriftung der Ultraschallbilder	53
Abbildung 26:	Farbliche Gestaltung verschiedener Flash-Animationen	54
Abbildung 27:	Eindeutige Darstellung anhand eines Einzelbildes	57
Abbildung 28:	„Legende ein/aus“-Button	57
Abbildung 29:	Vergrößerung ohne (links) und mit (rechts) eingeblendeter Beschriftung	58
Abbildung 30:	Druckoption auf vergrößerten Seiten	58
Abbildung 31:	Steuerungsleiste für Videos	59
Abbildung 32:	Hilfestellung zur Aktivierung von Java	60
Abbildung 33:	Hilfestellung zur Aktualisierung des Browsers	61
Abbildung 34:	Darstellung mit empfohlener Bildschirmauflösung (1024 x 768 Pixel)	62
Abbildung 35:	Darstellung mit sehr hoher Bildschirmauflösung (1280 x 1024 Pixel)	62
Abbildung 36:	Hilfestellung bei zu niedriger Bildschirmauflösung	63

## 11 Abkürzungsverzeichnis

AVI	= Audio Video Interleaved
B-Mode	= B-Bild-Modus = Brightness mode
Bzw.	= Beziehungsweise
CBT	= Computer Based Training
CD-ROM	= Compact Disc-Read Only Memory
CPU	= Central Processing Unit
CW-Doppler	= Continuous-Wave-Doppler
d.h.	= das heißt
DIN	= Deutsches Institut für Normung
EN	= Europäische Norm
Etc.	= et cetera
GIF	= Graphics Interchange Format
GOP	= Group Of Pictures
GUI	= Graphical-User-Interface
HTML	= Hypertext Markup Language
IEEE	= Institute of Electrical and Electronics Engineers (erarbeitet technische Standards und Empfehlungen im Bereich der elektronischen Datenverarbeitung)
ISO	= International Organization for Standardization
JPEG	= Joint Photographic Experts Group
Kbyte	= KB = Kilobyte
MB	= Megabyte
Mini DV	= Mini Digital Video
MO	= Magnetoptische Disketten
MPEG	= Moving Pictures Experts Group
MS DOS	= Microsoft Disk Operating System
MSIE	= Microsoft Internet Explorer
OHCI	= Open Host Controller Interface

PC	= Personal Computer
pt	= englisch „point“ = Punkt (gibt die Schriftgröße an)
PW-Doppler	= Pulsed-Wave-Doppler
RAM	= Random Access Memory (Arbeitsspeicher des Computers)
S-VHS	= Super Video Home System
SWF	= Shockwave Format
TEE-Sonde	= Sonde für transösophageale Echokardiografie
TIFF	= Tagged Image File Format
TV	= Television
u.a.	= und andere
Windows XP	= Microsoft Betriebssystem Windows eXPerience (englisch: Erfahrung, Erlebnis)
WWW	= World Wide Web
z.B.	= zum Beispiel

## 12 Danksagung

Herrn Prof. Dr. Dr. h.c.mult. H.-G. Liebich, Vorstand des Instituts für Tieranatomie (I) der Ludwig-Maximilians-Universität München, danke ich für die Möglichkeit, meine Promotion in seinem Hause zu machen.

Frau Prof. Dr. C. Poulsen Nautrup danke ich für ihr fachliches und persönliches Engagement zu fast jeder Tages- und Nachtzeit.

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

Herrn Prof. Dr. R. Stolla, Vorstand der Gynäkologischen und Ambulatorischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München, danke ich für die freundliche Genehmigung zum Schallen der klinikeigenen Beagles.

Frau Prof. Dr. E. Kienzle, Leiterin des Lehrstuhls für Tierernährung und Diätetik der Ludwig-Maximilians-Universität München, danke ich für die Möglichkeit, diverse Hunde und Katzen aus dem Bestand des Instituts schallen zu dürfen.

Annette Bruder, Verena Hocke und Nina Weißflog danke ich für die gute Teamarbeit über zwei lange Jahre hinweg.

Dr. Tom Schafhauser danke ich für seine technische und logistische Hilfestellung, basierend auf seiner eigenen Erfahrung beim Erstellen eines Lernprogramms.

Der Firma Esaote PieMedical, Dorsten, danke ich für das zur Verfügung gestellte Ultraschallgerät Megas GPX.

Außerdem danke ich von Herzen meiner Familie und meinen Freunden für ihre liebevolle und geduldige Unterstützung.

Das Lernprogramm „SonoBasics – abdominale Sonografie beim Kleintier“ in sechs CD-ROMs erscheint im Jahr 2005 bei der Schlüterschen Verlagsanstalt, Hannover.

„SonoBasics – physikalisch-technische Grundlagen“ ist bis dahin bei der Autorin, Nicola S. Streck ([nicola.streck@gmx.de](mailto:nicola.streck@gmx.de)), einzusehen.