

# Evaluation eines interaktiven multimedialen Lernmoduls in der chirurgischen Ausbildung

## - Evaluation eines multimedialen chirurgischen Lernmoduls -

A. Mehrabi, D. Leisenberg, Z. Zachariou<sup>#</sup>, H. Schwarzer, A. Benner\*  
J. Zumbach<sup>⊗</sup>, P. Reimann<sup>⊗</sup>, S. Ruggiero, Ch. Herfarth, F. Kallinowski

Chirurgische Universitätsklinik Heidelberg; INF 110; 69120 Heidelberg  
(Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. Dr. h. c. Ch. Herfarth)

<sup>#</sup>Kinderchirurgische Universitätsklinik Heidelberg  
(Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. L. Waag)

\*ZE Biostatistik des Deutschen Krebsforschungszentrums  
(Leiter: Dr. L. Edler)

<sup>⊗</sup>Psychologisches Institut der Universität Heidelberg

### **Kontaktadresse:**

Dr. Arianeb Mehrabi

CBT-Labor

Chirurgische Universitätsklinik Heidelberg

INF 110; 69120 Heidelberg

Telefon: 06221-566520

Telefax: 06221-564953

E-Mail: arianeb\_mehrabi@med.uni-heidelberg.de

## **Zusammenfassung**

In einer empirischen Untersuchung wurde eine mittels Macromedia Director 6.0 entwickelte Lernsoftware zum Thema „Routineeingriffe in der Kinderchirurgie“ evaluiert. Das multimediale Lernprogramm wurde an einer Stichprobe von 121 Medizinstudenten hinsichtlich gestalterischer Merkmale, motivationalen Effekten, Einstellungen und Maßen des Wissenserwerbes untersucht. Es wurden 121 Medizinstudenten randomisiert (medianes Alter 24; Spannweite: R=21-33) in 2 Gruppen aufgeteilt. Diese haben sich über 90 Minuten entweder mit dem Lernprogramm (CBT: n=71) oder in einem Seminar (Kurs: n=50) auf den Lernstoff vorbereitet. Eine Woche nach der Lernphase wurde mittels MC-Fragen ein Wissenstest durchgeführt. Nach einem zusätzlichen Bed-Side-Teaching für beide Gruppen wurden die Studenten durch den Dozenten geprüft. Hierbei wurde der klinische Umgang, der Problemzugang und die chirurgische Entscheidungsfindung evaluiert. Bezüglich des Wissenstestes zeigte sich zwischen beiden Gruppen ein statistisch signifikanter Unterschied zugunsten der CBT-Bedingung ( $P < 0.001$ ) (CBT: Median=5; R=2.67 - 9.2 Punkte von 10 vs. Kurs: Median=3.16; R=1.0-7.0 Punkte). Beim Vergleich der beiden Gruppen hinsichtlich der evaluierten Faktoren wie klinischem Umgang, Angehen von Problemen und chirurgischer Entscheidungsfindung zeigte die CBT-Gruppe ein im Durchschnitt um 25% besseres Ergebnis gegenüber der Kontrollgruppe. Aufgrund der durchgeführten Untersuchung kann festgestellt werden, daß Lehr-Lernmodule in der Chirurgie zur signifikanten Steigerung der Vermittlung medizinischen Wissens und zur verbesserten Ausbildung des deduktiven Denkens führen.

## **Einleitung**

Die rapide Entwicklung unserer heutigen Informationsgesellschaft hat Auswirkungen auf nahezu alle akademischen Disziplinen. Diese führen immer mehr zu einer regelrechten „Wissensexplosion“ (*Friedrich & Mandl 1997*). Die Auswirkungen dieses Wandels von der Industrie- zur Wissensgesellschaft hat auf die Aus- und Weiterbildung in der Medizin Folgen. Die exponentielle Zunahme medizinischen Wissens, resultierend aus technischem und medizinischem Fortschritt, stellt die Ausbildung neuer Mediziner vor völlig neue Schwierigkeiten. Zudem verlangt sie auch von ausgebildeten Ärzten eine intensivere Form des „lebenslangen“ Lernens. Die Zunahme des Wissens mit einer gleichzeitigen Zunahme der Komplexität desselben bringt neue Schwierigkeiten mit sich. Es zeigt sich, daß Lehrbücher komplexe Sachverhalte nicht adäquat darstellen können. Ausgehend von diesen Schwierigkeiten stellt sich die Frage, wie man den stetig wachsenden Lernstoff innerhalb der zur Verfügung stehenden Studienzeit so vermitteln kann, dass man sowohl den Anforderungen der Wissenschaft, den praktischen Anforderungen und den Ressourcen der Studierenden sowie der Institutionen gerecht werden kann. Es zeigt sich, dass bisherige Druckmedien offensichtlich nicht mehr allein dazu in der Lage sind, komplexe Vorgänge wie beispielsweise Untersuchungstechniken oder OP-Abläufe effizient zu vermitteln. Sie sind in den Möglichkeiten zur Visualisierung aufgrund ihrer Natur sehr eingeschränkt (*Boyle 1997; Kirsh 1997; McFarland 1999*).

Die Probleme in der medizinischen Ausbildung haben einen großen Bedarf an neuen Lernmethoden und insbesondere Lernmaterialien hervorgerufen. Insbesondere der Einsatz von Computern bietet gute Möglichkeiten, den Lernenden bei Wissenserwerbsprozessen zu führen und komplizierte Sachverhalte zu veranschaulichen (*Ferstl & Schmitz 1997*). In der chirurgische Aus- und Weiterbildung eignen sich hierzu vor allem das Computer Based Training (CBT), das Virtual Reality Based Training (VRBT) und das Web Based Training (WBT) (*Baehring et al. 1997; Bro-Nielsen et al. 1999; Vahory et al. 1999; O'Rourke et al. 1999; Voss et al. 1999*). Auch aufgrund der Kosten-Nutzen-Analyse sowie des nahezu uneingeschränkten technischen Potentials zur Visualisierung von Informationen wird heute von vielen Autoren das CBT als das Mittel der Wahl propagiert (*Gerling 1998; Graziadei 1997; Kallinowski et al. 1998a; Kallinowski et al. 1998b*).

Dabei handelt es sich bei der Nutzung des Computers als Lehr-Lernmedium nicht um eine Entdeckung, die erst mit Einzug des Mikrocomputers in die Haushalte seit den 80er Jahren begonnen hat. Bereits in den 60er Jahren im Zeitalter des Behaviorismus mit dem Aufkommen der ersten Großrechner wurde deren Nutzen auch für Aus- und Weiterbildungszwecke erkannt (*Alessi & Trollip*

1991). Mit dem Wandel, der sich aus den Auffassungen über Lehr- und Lernprozesse im Verlauf der letzten 40 Jahren ergeben hat, hat sich die Art der entwickelten und verwendeten Lernprogramme drastisch verändert. Zu Beginn wurden erste Drill & Practice-Programme eingesetzt, um das Memorieren von einzelnen Fakten und Informationen zu forcieren. Mit der kognitiven Wende wurde dieses Prinzip zugunsten Intelligenter Tutorieller System aufgegeben (Zumbach 1999). Bei diesen tutoriellen Systemen liegt die Hauptintention der jeweiligen Autoren darin, durch modellhafte Annäherung von Wissen, System und den Eigenschaften des Lernenden den jeweils optimalen Lernweg zu bestimmen (Ellsworth & Hedley 1994). Diese Systeme, die mit ihren Diagnose-Modulen ein hohes Maß an Adaptivität gewährleisten, wiesen dennoch erhebliche Mängel auf: Zum einen sind die Kosten für die Entwicklung solcher Systeme sehr hoch, weshalb sie sich letztlich auch nicht in voller Funktion auf dem Markt etablieren konnten. Zudem wurden sie meist nur als Lernprogramme zu Untersuchungszwecken entwickelt. Ein wesentlich größeres Defizit dieser Systeme kann jedoch darin gesehen werden, daß die Freiheit des Lernenden im Sinne eines explorativen und selbstgesteuerten Lernens kaum oder gar nicht ermöglicht wurde (Schulmeister 1997). Neuere Ansätze des Lehrens und Lernens in Anlehnung an die konstruktivistische Unterrichtsphilosophie favorisieren jedoch gerade die Selbständigkeit des Lernenden unter dem Aspekt des entdeckenden und verstehenden Lernens (Von Glasersfeld 1989; Reinmann-Rothmeier & Mandl 1999). Insbesondere der Aspekt der Transferierbarkeit von Wissen auf neue Kontexte außerhalb des Rahmens, innerhalb dessen das Wissen vermittelt und gelernt wurde, spielt hierbei eine wichtige Rolle (Dean et al. 1993). Durch das Prinzip der Situiertheit, der Einbindung authentischer Kontexte in den Prozeß der Wissensvermittlung kann der Trägheit von Wissen vorgebeugt werden (Gruber et al. 1995).

Auch der Erwerb flexiblen und anwendbaren Wissens, kombiniert mit einem reichhaltigen Hintergrund an Erfahrungen und theoretischen Grundlagen spielt eine wesentliche Rolle in der medizinischen Ausbildung (Thomas 1997). Diese Kombination von deklarativem und prozeduralem Wissen bildet gleichzeitig die Grundlage für die Entwicklung einer jeweiligen Basis an Fallwissen und praktischem Handlungswissen, welches wiederum Grundlage für das deduktive Denken in der medizinische Expertise bildet (Hmelo 1998). In der chirurgischen Ausbildung kommt die Kombination praktisch relevanten und theoretischen Hintergrundwissens in hohem Maße zum Tragen. Die Notwendigkeit der Visualisierung von Eingriffen sowie den relevanten Behandlungsinformationen macht die Visualisierung von Informationen auf verschiedenen Ebenen notwendig, die nahezu vollständig auf digitale Weise präsentiert werden können.

Aus diesen Gründen stellt das CBT im Bereich der Chirurgie eine verhältnismäßig kostengünstige und zugleich effektive Möglichkeit des Lernens dar, welche zu einer wertvollen

Ergänzung (*Stolzenburg et al. 1999*) und somit Verbesserung der Aus- und Weiterbildung führt (*Mehrabi et al. 2000a*). Zudem kann durch den Einsatz von Computern in der medizinischen Ausbildung eine Qualitätsverbesserung der Patientenversorgung erzielt werden (*Kallinowski et al. 1998, 1*). Seit dem Wintersemester 1994/95 findet ein CBT-Kurs im Praktikum der Chirurgischen Universitätsklinik statt, der bereits in einer ersten Untersuchung mit einer parallel dazu stattfindenden Vorlesung evaluiert wurde. Diese Evaluation des Lernprogrammes „Distale Radiusfraktur“ zeigte eine große Akzeptanz der neuen Lernmethode unter den Studierenden. Im Vergleich zur Vorlesung wurden Übersichtlichkeit, Detailliertheit, Präsentation, Verständlichkeit, zeitsparende Vermittlung und die langfristige Behaltensleistung des gelernten Stoffes um 15 – 20% besser bewertet (*Mehrabi et al. 2000b*). Die Konzeption dieser Studie zielte in erster Linie darauf ab, die Akzeptanz der Lernsoftware zu ermitteln, ohne jedoch die Qualität der Wissensvermittlung zu berücksichtigen. Das Hauptaugenmerk wurde zudem auf die normative Evaluation der oben genannten Gesichtspunkte im Vergleich zur Vorlesung gelegt. Der Lerneffekt in Form der Gedächtnishaftung wurde rein subjektiv durch die Studenten beurteilt. Nachdem die Qualität der Information und deren Präsentation erhoben wurde, eröffnete sich jedoch zwangsläufig die Frage nach der Quantität des vermittelten und retinierten Wissens. Nach der Entwicklung einer hinsichtlich des didaktischen Wertes und auch der Funktionalität verbesserten Teachware wurde diese in unserer Studie prospektiv subjektiv und objektiv evaluiert.

## **Material und Methodik**

In der ersten Phase wurde nach dem bereits publizierten Konzept (*Mehrabi et al. 2000c*) ein Drehbuch erstellt und die einzubindenden multimedialen Komponenten erstellt. Die Lernsoftware (*Zachariou 1999*) wurde mittels Macromedia Director implementiert (*Zachariou et al. 2000*). Die Akzeptanz und Effizienz des CBT-Moduls wurde prospektiv untersucht. Die Evaluation gliederte sich in drei Abschnitte, in welchen jeweils unterschiedliche Kriterien evaluiert wurden:

- a) subjektive Evaluation der Akzeptanz der jeweiligen Lehrmethode anhand von Fragebögen;
- b) objektive Evaluation der Effizienz der Wissensvermittlung von medizinischen Inhalten durch einen Multiple-Choice-Test;
- c) Bewertung des Einflusses des CBT auf das deduktive Denken und den klinischen Umgang der Studenten durch eine klinisch-praktische Beurteilung (blinde Studie) durch den Dozenten.

### **Probanden**

Der CBT-Kurs ist seit 1996 integraler Bestandteil des Kurses „Chirurgie für Mediziner“. Mit Hilfe von 121 Medizinstudenten des Sommersemesters 1999 wurde das CBT-Modul „Routineeingriffe in der Kinderchirurgie“ (*Zachariou 1999*) evaluiert. Das mediane Alter der Studenten lag bei 24 Jahren (R=21-33 Jahre). Die Fachsemesterzahl lag im Median bei 8 (R=7-14 Semester). Unter den Probanden waren 54% weibliche und 46% männliche Studenten.

### **Design der Untersuchung**

Die Studenten wurden randomisiert auf die Kurse des Praktikums der Chirurgie verteilt. Darunter befanden sich unter anderem auch der CBT-Unterricht (n=71) und der Studentenkurs (n=50) der Kinderchirurgie. In der ersten Woche hat sich die CBT-Gruppe 90 Minuten mit einer CBT-CD-ROM auf den Lernstoff der Kinderchirurgie vorbereitet. Die Kurs-Gruppe wurde in einem konventionellen Kurs in das Thema eingeführt (Abb. 1).

Nach diesen 90 Minuten wurde von jeder der Gruppen ein Fragebogen zur subjektiven Evaluation der Lehrform ausgefüllt (Abb. 1). Eine Woche nach der Aneignung des Lernstoffes wurde ein Multiple-Choice-Test (MC-Test) durchgeführt. Dieser bestand aus Wissens-Fragen zum Thema

„Routineeingriffe in der Kinderchirurgie“. Nach einem 90minütigen Bed-Side-Teaching für beiden Gruppen wurden die Studenten durch den Dozenten evaluiert (Abb. 1).

In der CBT-Gruppe (n=71) wurden inhaltliche und benutzerspezifische Faktoren erhoben. In der Kurs-Gruppe (n=50) wurden inhaltliche, teilnehmerspezifische und dozentenbezogene Faktoren mit entsprechenden Detailfragen erfaßt (Tabelle 1). Das Antwortspektrum bot im Fragebogen fünf bis sieben Abstufungen von „trifft zu“ bis „trifft nicht zu“ an. Um die Ergebnisse in einer einheitlichen Skala zu vermitteln, wurden diese in Prozentwerten dargestellt.

Die objektive Evaluation des vermittelten und (nach einer Woche) retinierten medizinischen Wissens wurde anhand eines MC-Testes durchgeführt. Im Verlauf dieser Studie nahm jeder Student nur einmal an dem Test teil. Die Prüfung bestand aus 10 Fragen mit jeweils 5 Antwortmöglichkeiten. Der Fragenpool (p=70 Fragen) wurde durch den Dozenten in die Kategorien leicht (p<sub>1</sub>=23), mittel (p<sub>2</sub>=34) und schwer (p<sub>3</sub>=13) unterteilt. Es wurden durch ein Losverfahren sechs unterschiedliche Fragebögen mit je drei leichten, fünf mittleren und zwei schweren Fragen erstellt. Jeweils eine Variante dieser Fragebögen wurde in einem sechs-wöchigen Zyklus aufgegeben. Diese Methode war notwendig, um einer Verfälschung der Testergebnisse durch „Überlieferung“ von Testfragen im Verlauf der Studie vorzubeugen.

Nach Abschluß des Bed-Side-Teachings wurde den Studenten jeweils ein kinderchirurgischer Fall zugeteilt. Die Studenten hatten die Aufgabe, nach Erhebung der Anamnese und Durchführung der Untersuchung dem Dozenten den Fall vorzustellen. Basieren auf den erhobenen Fakten sollte jeder Proband einen klinischen Algorithmus hinsichtlich der Diagnostik und Therapie präsentieren. Abschließend wurden die Studenten zu kinderchirurgischen Themen mündlich befragt. Hierbei wurden sie vom Dozenten anhand ihres klinischen Umgangs, ihres Angehens von Problemen und ihrer chirurgischen Entscheidungsfindung eingestuft (blinde Studie). Zur Anonymisierung der Evaluation wurde sowohl auf den Fragebögen als auch bei der Evaluation durch den Dozenten ein personalisierter Kode angegeben. Anhand dieses persönlichen Kodes konnten die zueinandergehörenden Fragebögen und MC-Tests ermittelt und somit eine Zuordnung der MC-Tests zu den jeweiligen Gruppen durchgeführt werden.

### **Arbeitsplatz**

Jeder Arbeitsplatz bestand aus einem Apple Power-PC mit Monitor, Maus, CD-ROM-Laufwerk, Aktivlautsprechern, daran angeschlossen jeweils Kopfhörern sowie einer CD-ROM „Routineeingriffe in der Kinderchirurgie“ pro Arbeitsplatz. Den Studenten standen drei CBT-

Arbeitsplätze zur Verfügung. Jeweils maximal zwei Studenten teilten sich einen Arbeitsplatz. Ein bis zwei Mitarbeiter des CBT-Labors betreuten die Studenten bei auftretenden Fragen, gaben aber nur formale Hilfen zu der Arbeit mit den Computern.

### ***Statistische Auswertung***

Die Verteilung individueller Charakteristika wurde grafisch durch spezielle Boxplots beschrieben. Diese Boxplots bestehen aus drei Komponenten: Der zentrale Kasten (Box) zeigt die Lage der mittleren 50% der Daten als Rechteck zwischen dem unteren (Q25) und dem oberen Quartil (Q75) der Verteilung. Ein ausgefüllter Kreis innerhalb des Kastens markiert den Median. Sogenannte Whiskers (dargestellt als gestrichelte Linien) reichen vom oberen bzw. unteren Ende des Kastens bis zum größten bzw. kleinsten erhobenen Wert. Numerisch werden zur Charakterisierung Median und die Spannweite R vom kleinsten bis zum größten erhobenen Wert angegeben. Der Vergleich der Resultate des Wissenstests zwischen der CBT-Gruppe und den Teilnehmern des Kurses wurde mit Hilfe des Rangsummentests von Wilcoxon (andere Bezeichnung: Mann-Whitney-Test) durchgeführt. Die Dozentenbeurteilung (gut - mäßig - schlecht) der Teilnehmer wurde mit Hilfe des Cochran-Armitage Trendtests ausgewertet. Es wurden durchgängig zweiseitige Tests angewendet. Als statistisch signifikant wurde ein Testergebnis mit einem P-Wert  $< 0.05$  beurteilt. Für die statistische Auswertung wurden die Softwarepakete S-Plus 2000 (Mathsoft, Inc.) und StatXact 4 (Cytel Software Corp.) verwendet.



# **Ergebnisse**

## **Die subjektive Evaluation des CBT-Unterrichtes**

**Inhaltliche Faktoren:** Die Präsentation des Lernmoduls wurde überwiegend positiv bewertet, und der Lehrstoff wurde von einem Großteil der Befragten als nahezu vollständig erachtet (über 75% erteilten die Wertung „gut“). Das insgesamt beste Ergebnis dieser Kategorie erhielten die inhaltliche Aufbereitung und die Relevanz des vermittelten Stoffes (ebenfalls über 75% erteilten die Wertung „gut“, das schlechteste Ergebnis wurde mit „befriedigend“ abgegeben). Das Programm wurde überwiegend positiv in seiner inhaltlichen, didaktischen und technischen Aufbereitung bewertet (Abb. 2).

**Benutzerspezifische Faktoren:** Die Motivation erzielte ausschließlich Ergebnisse zwischen indifferent und gut. Vor allem die Eingliederung in den aktuellen Wissensstand und die Benutzerführung wurden sehr positiv bewertet. Hierbei ist den Befragten vor allem die leichte Bedienbarkeit positiv aufgefallen (97,8% Zustimmung). Die Benutzerschnittstelle wurde als „gut“ bis „sehr gut“ bewertet. Die Mediane liegen hier jeweils an der Obergrenze der Bewertungsskala. Der Praxisbezug des Moduls erreichte im Median ca. eine 90%-Wertung (Abb. 3).

**Beurteilung des CBT-Unterrichts:** Die Akzeptanz des Mediums CD-ROM wurde von über 75% der Befragten mit gut angegeben. (75% der Werte lagen hierbei zwischen „gut“ und „sehr gut“). Anhand von gezielten Fragen des Evaluationsbogens unterstrichen 77,4% der Studenten den Vorteil, die Stoffauswahl selbst treffen zu können. Nur 8,7% glaubten nicht, daß man mit dem CBT-Programm im Vergleich zu einer anderen Lernform (Buch, Kurs, etc.) schneller lernt. Daß die Graphiken und Animationen die Lerninhalte verdeutlichen unterstrichen 92,4% der Befragten. Die Animationen wurden als hilfreich (88,2% Zustimmung) und die Darstellungen als gelungen (86% Zustimmung) angesehen. 91,4% der CBT-Gruppe bescheinigten dem Lernprogramm, einen Zusammenhang zwischen Theorie und Praxis herzustellen. 64,5% der Befragten gaben an, das Lernprogramm habe das Interesse an diesem Fachgebiet geweckt. Zudem empfand ein Großteil (87,1%) der Befragten, daß das Lernmodul gut an ihr Vorwissen anknüpfe. Mehr als  $\frac{3}{4}$  (77,2%) empfanden es als angenehm, ihr Lerntempo selbst bestimmen zu können. Unter den Befragten gaben 15,1% an, normalerweise nicht mit dem Computer zu arbeiten. Nur etwa  $\frac{1}{3}$  (33,5%) arbeiten im Durchschnitt mehr als eine Stunde täglich am PC. Dennoch hielten 91,4% der Befragten Computer-Lernprogramme für eine gute

Ergänzung zu den herkömmlichen Lehrmethoden. Daß Lernprogramme vermehrt zur Ausbildung eingesetzt werden sollten, bejahten ca. 80%. Nur ca. 1/5 (20,1%) der von uns befragten Studenten glaubten, die Inhalte des CBT-Lernprogrammes seien mit anderen Methoden sinnvoller zu vermitteln (5,4%: „trifft sehr zu“, 15,1%: „trifft eher zu“).

### **Subjektive Evaluation des Kurs-Unterrichtes**

**Inhaltliche Faktoren:** Die Fallorientiertheit des Kurses erhielt von  $\frac{3}{4}$  der Befragten Wertungen zwischen 65% und 85%. Noch etwas besser schneidet die Veranschaulichung in der Bewertung durch die Studenten ab. Über 50% der Befragten hielten den inhaltlichen Aufbau des Kurses für logisch, beziehungsweise nachvollziehbar und gut organisiert (61,8% bzw. 53%). Eine Mehrheit von 76,5% sieht den Bezug zwischen Theorie und Praxis im Kurs hergestellt. 60% sagten, das Gelernte sei sinnvoll und wichtig. Nur 2,9% sagten, daß der Stoff nicht anhand von Beispielen veranschaulicht würde.

**Teilnehmerspezifische Faktoren:** Die eigene Mitarbeit wurde im allgemeinen als hoch eingestuft. Im Verlauf des Kurses beteiligten sich nach eigenen Angaben 54,3% mit Wortbeiträgen und 65,8% fühlten sich beim Einbringen eigener Beiträge frei und äußerungsfähig. Auch die Akzeptanz des Kurses und der eigene Lernerfolg bzw. die Wissensvermittlung erreichte eine sehr hohe Bewertung (Abb. 4).

**Dozentenbezogene Faktoren:** In der Bewertung des Dozenten wurden überwiegend positive Noten ausgestellt. Ihm wird von einer großen Mehrheit ein freundlicher und aufgeschlossener Umgang mit den Studierenden bescheinigt. Das beste Ergebnis dieser Kategorie, welches jedoch andererseits auch die größte Streuung aufweist, ist die Persönlichkeit des Dozenten. Annähernd identisch gute Ergebnisse erreichten die Organisation der Veranstaltung und das Engagement des Dozenten (Abb. 5).

**Beurteilung des Kurses:** Von den Befragten waren 64,7% der Auffassung, die Arbeit mit Patienten verdeutliche die Problemstellungen zu Krankheiten, Störungen und Therapien. Nur vergleichsweise wenig (40%) sind davon überzeugt, daß sie durch die eigenen Untersuchungen der Patienten viel lernen. 55,9% gaben an, daß der Dozent Kompliziertes verständlich machen könne. Immerhin 88,2% bescheinigten dem Dozenten, im Umgang mit den Studierenden freundlich und aufgeschlossen zu sein. Zum Mitdenken motiviert fühlten sich 47,1% und 41,1% durch das Seminar zur kritischen Auseinandersetzung mit den behandelten Themen angeregt. 60% hielten den Kurs für

interessant und 71,4% gaben an, die im Kurs behandelte Stoffmenge verkraften zu können. Nicht ein einziger Student empfand das Tempo des Kurses als zu schnell und nur 2,9% gaben an, nicht viel im Kurs gelernt zu haben. 81,9% sagten aus, sich nicht auf den Kurs vorbereitet zu haben. Die im Kurs geführten Diskussionen hielten 58,8% für produktiv. Die Mehrheit gab an, sich daran zu beteiligen. 71,4% der Befragten gaben an, daß sich der Besuch des Kurses lohne. Als zusammenfassende Note für den Kurs gaben 43% Noten zwischen 1 und 2 an und 40% Noten zwischen 2 und 3 (zusammen 83% im Bereich Gut und Sehr gut). Die Studenten empfanden den Kurs als interessant und waren überzeugt, viel gelernt zu haben.

### ***Ergebnisse der objektiven Evaluation***

**Ergebnisse des MC-Testes:** Bei dem durchgeführten MC-Test wurden von allen Probanden im Median 4.67 Punkte von 10 erreicht. Die CBT-Gruppe erreichte im Median 5 und die Kurs-Gruppe 3.17 Punkte. Es zeigte sich ein statistisch signifikant besseres Ergebnis der CBT-Gruppe ( $p < 0.001$ ). Hinsichtlich des Verteilungsmusters sind in der CBT-Gruppe weniger schlechte und mehr sehr gute Ergebnisse beim Multiple-Choice-Test erreicht worden. So stammen im MC-Test die „sehr guten und guten“ Ergebnisse (mehr als 5 Punkte) überwiegend von Teilnehmern des CBT-Unterrichtes (Abb. 6).

**Ergebnisse der Beurteilung:** Im klinischen Umgang wurde in der CBT-Gruppe 38,0% der Studenten das Resultat „gut“ erteilt. Als „mäßig“ wurden 53,5% eingestuft und 8,5% erhielten die Bewertung „schlecht“. In der Kurs-Gruppe erreichten 16,7% das Ergebnis „gut“. Mit mäßigen Resultaten wurden 53,7% der Probanden versehen. 31,5% hatten eine schlechte Bewertung (Abb. 7a). Im Vergleich zeigt sich in der CBT-Gruppe bei nahezu identischen mäßigen Resultaten eine höhere Zahl von guten und eine deutlich geringere Zahl der schlechten Ergebnisse (exakter Trendtest:  $p < 0.001$ ). Beim Angehen von Problemen erhielten 42,3% der CBT-Gruppe gute Bewertungen, 50,7% wurden als „mäßig“ und 7,0% als „schlecht“ eingestuft. In der Kurs-Gruppe bewertete der Dozent 16,7% mit „gut“, 44,4% mit „mäßig“ und 38,9% mit „schlecht“ (Abb. 7b). Hier zeigt sich im Vergleich der Gruppen in der CBT-Gruppe ein deutlich höherer Anteil an guten sowie ein geringer Anstieg der mäßigen Ergebnisse bei gleichzeitiger Senkung der schlechten Resultate (exakter Trendtest:  $p < 0.001$ ). Hinsichtlich der chirurgischen Entscheidungsfindung wurde in der CBT-Gruppe eine große Mehrheit von 63,4% der Probanden als „gut“ beurteilt. 31,0% erzielten mäßige Resultate. Mit „schlecht“ bewertete der Dozent 5,6% der Probanden. Die Kurs-Gruppe erreichte in 18,5% gute Bewertungen. Als „mäßig“ wurden 51,9% der Leistungen eingestuft. Schlecht schnitten 29,6% ab.

Die abgebildete Grafik (Abb. 7c) zeigt bei der CBT-Gruppe eine signifikant höhere Zahl an guten bei weniger mäßigen und schlechten Ergebnissen (exakter Trendtest:  $p < 0.001$ ). Insgesamt ist somit zu vermerken, daß der Einsatz von CBT in unserem Kollektiv zu einer deutlichen Verbesserung der Wissensvermittlung und -retention und zu einer effektiveren Schulung des deduktiven Denkens im Vergleich zu einem traditionellen Frontalunterricht führt.

## **Diskussion**

Es besteht die Notwendigkeit, die Wettbewerbsfähigkeit in Klinik, Forschung und Lehre zu erhalten. Dies kann nur durch eine Steigerung der Qualität der Ausbildung bei einer gleichzeitigen Senkung der Kosten erreicht werden. Dem steht die in nahezu allen akademischen Bereichen rasch ansteigende Wissensmenge und zunehmende Komplexität gegenüber (*Bichler et al. 2000*). Die Menge redundanter Informationen wächst überproportional zum Informationsanstieg. Erschwerend kommt eine immer kürzere Halbwertszeit des Wissens hinzu. Diese führt dazu, daß ein Teil der in der Ausbildung erworbenen Kenntnisse bereits zum Zeitpunkt der Erstanwendung (nach 3-4 Jahren) überholt ist (*Konrad 1997; Friedrich & Mandl 1997*). Im Studium herrscht derzeit eine Überbetonung der systematischen und theoretischen Wissensvermittlung und ein Mangel an Schulung hinsichtlich des aktiven Umgangs mit Problemen (*Gerike et al. 1999; Hölker & Breukelmann 1998*). Wünschenswert wäre eine Entlastung der Dozenten bei der Vermittlung des Faktenwissens (*Bichler et al. 2000*) zugunsten der Schulung des deduktiven Denkens sowie der Vermittlung praktischer Fertigkeiten. Unter Lernpädagogen ist man sich einig, daß der Lernerfolg in starkem Maße sowohl durch die Lernmotivation selbst als auch durch das Verständnis des erarbeiteten Lernstoffs beeinflusst wird (*Boekaerts 1997*). Die Motivation wiederum hängt von mehreren Faktoren wie Fachinteresse, Relevanz des Lernstoffs für Berufsalltag und Prüfungen sowie der Wißbegierde des Studenten ab. Es gibt Faktoren, welche das Verständnis und die Langzeitspeicherung des Wissens steigern können. Diese sind die Visualisierung und die strukturierte Präsentation, das Vorhandensein von Übungsmöglichkeiten und die Mehrfachkodierung von Information. Sowohl auf die Motivation als auch auf das Verständnis und die Langzeitspeicherung wirken sich die Interaktivität und die Möglichkeit zur Lernerfolgskontrolle aus (*Gödert & Feierabend 1998; Mandl & Gräsel 2000*).

Mit zunehmendem Einzug von leistungsfähigen Computern in Studentenwohnungen eröffnen sich elegante Möglichkeiten: Die Kombination von zeitunabhängigen (Texte, Grafiken und Bilder) und zeitabhängigen (Animationen und Videos) Elementen begleitet von Tonsequenzen auf einem einzigen Medium wird möglich (*Leven 1995*). Im Bereich des multimodalen Lernens geht man davon aus, daß im Durchschnitt 10% des Gelesenen, 20% des Gehörten, 30% des Gesehenen und 50% des Gehörten und Gesehenen behalten werden (*Weidenmann 1996*). Man erreicht somit durch die multimodale Informationsvermittlung des CBTs, daß das vermittelte Wissen länger im Gedächtnis bleibt als bei konventionellen Lernmethoden. Zudem wird durch die Möglichkeit sofortigen Feedbacks dem Lernenden die direkte Relevanz des eigenen Handelns vor Augen geführt. Durch diese Möglichkeit der Interaktion wird die Relevanz eigenen Handelns verdeutlicht, was wiederum eine

motivationsfördernde Wirkung zur Folge hat (*Malone 1981*). Eine Facette dieses Phänomenbereichs ist hierbei auch unter dem Schlagwort „Motivationssteigerung durch Medienwirkung“ bekannt. Durch parallele motorische und geistige Beschäftigung wird die Konzentrationsfähigkeit gesteigert. Der Lernende hat das Gefühl, die Kontrolle selbst auszuüben. In unserer Studie fanden über drei Viertel der Studenten es als angenehm, das Lerntempo (78,2%) und den Lernstoff (77,4%) selbst bestimmen zu können. Der Computer ist nicht wertend und nicht angsteinflößend. Er bietet die nötige Diskretion und reduziert somit das Unwohlbefinden des Lernenden bei gewünschten Wiederholungen oder Fehlantworten bei Übungen. Der Computer bindet den Lernenden aktiv in den Übungsprozeß ein. Somit kann sich der Lernende besser mit dem Lernprozeß identifizieren (*Bixler 1996*). Der Einsatz von CBT führt dazu, daß weniger Assistenten/Betreuer pro Lernenden benötigt werden, da sich der Betreuungsaufwand auf die Einweisung in das System und Hilfestellung bei Problemen reduziert (*Bixler 1996*). Zudem steht dem Lernenden die Computertechnologie jederzeit an (nahezu) jedem Ort zur Verfügung und bietet ihm alle Freiheiten der Zeitplanung (*Graziadei 1997*). Es wird die Möglichkeit zur „Asynchronität“ der Wissensvermittlung eröffnet (*Bransford 1989*). Das bisherige zwangsweise räumliche und zeitliche Zusammentreffen von Studierenden, Lehrenden und (je nach Lehrprogramm auch) Patienten verliert durch das neue Medium seine Bedeutung. Interessante Patientenfälle können unabhängig von Vorlesungszeiten multimedial aufbereitet und Studenten zu einem späteren Zeitpunkt (und in gleichbleibend hoher didaktischer Qualität) zu Verfügung gestellt werden (*Gerike et al. 1999*).

Der Informationsgehalt der hier untersuchten CD mit 59 Informationskarten, 2 Stunden Ton, 40 farblichen Abbildungen, 6 Minuten Animationen und 42 Videosequenzen übertrifft den chirurgischer Lehrbücher (8-20 Seiten Text mit einzelnen Grafiken) bei weitem. Fachbücher über das behandelte Thema erreichen zwar teilweise den inhaltlichen Gehalt der CD-ROM, stehen jedoch bezüglich der Visualisierung zurück. Gerade die Videosequenzen und Animationen wurden von der CBT-Gruppe als sehr hilfreich bewertet (92,4% eher positiv oder positiv). Weitere Studien belegen auch die positive Auswirkung von Animationen auf den Lernerfolg (*Lilienfield & Broering 1994*). In unserer Studie wurde das CBT von den Studenten zu über 75% gut akzeptiert und das Programm als überaus benutzerfreundlich eingestuft. Es bleibt zu vermerken, daß auch das Seminar vorwiegend positive Benotungen durch die Probanden erhielt. Dies unterstreicht, daß der Computer die Lehrperson nicht ersetzen, sondern deren Kapazitäten für den praktischen Unterricht freisetzen sollte (*Tait 1998*). Zu Beginn der CBT-Sitzungen war eine Zurückhaltung der Studenten gegenüber diesem neuen Ausbildungsmedium zu verzeichnen. Die Studenten äußerten sich enttäuscht darüber, in der CBT-Stunde keinen „praktischen Unterricht“ am Patienten zu erfahren. Um so mehr überrascht die abschließende Bewertung: 77,4% der CBT-Gruppe gaben an, daß ihnen das Lernen mit dem

Programm Spaß gemacht habe. Über 90% der Befragten hielten Computer-Lernprogramme für eine gute Ergänzung zu den herkömmlichen Lehrmethoden. 86% meinten, daß Lernprogramme vermehrt in der Ausbildung eingesetzt werden sollen. Dies deutet auf einen Überzeugungsprozeß durch die Arbeit mit dem Programm hin.

Der klassische Frontalunterricht wurde gut akzeptiert, da sowohl die Organisation des Seminars als auch die Vorbereitung des Dozenten positiv bewertet. Bemerkenswert ist, daß trotz hoher Motivation über  $\frac{4}{5}$  der Studentenangaben, sich selbst nicht auf den Kurs vorzubereiten. 68,8% haben nur gelegentlich oder nie die Hauptvorlesung besucht obwohl die Persönlichkeit des Dozenten und die Vorlesung von ihren Teilnehmern als gut eingeschätzt wurden. Als Begründung gaben Studenten ungünstige Stundenpläne, Belastungen durch Promotion oder parauniversitäre Tätigkeiten zum Erwerb des Lebensunterhaltes an. Als weiterer Grund wird die Vorlesung als eine Vermittlungsmethode für Faktenwissen angesehen, welches sich privat „bequemer“ aneignen ließe. Daraus folgt zwangsläufig, daß die Vermittlung der Kernkenntnisse im derzeitigen Studenumfeld den Dozenten des Bed-Side-Teachings überlassen bleibt. Dies erklärt die Überbetonung der Vermittlung von Faktenwissen bis in den Kleingruppenunterricht (*Gerike et al. 1999; Hölker & Breukelmann 1998*). Demzufolge leidet die Schulung des deduktiven Denkens sowie die praktische Ausbildung. Um die Effektivität des Kurses und das Ausbildungsniveau zu steigern, wäre es sinnvoll, die Vermittlung des Faktenwissens über CBT (als CD oder via Internet) in eine zeit- und ortsunabhängige Umgebung zu verlagern. Durch die Einführung einer Eingangsklausur könnte ein positiver Lerndruck induziert werden. Das erworbene Fachwissen könnte zu einer Entlastung des Dozenten und einer Anhebung des Ausbildungsniveaus führen. Gleichzeitig werden bei steigender Lehreffektivität Kosten reduziert. Erste Studien zur Unterstützung der personalen Lehre durch Bildungstechnologie laufen bereits an der Urologischen Universitätsklinik Tübingen (*Bichler et al. 1999*).

Aufgrund der durchgeführten Untersuchung kann festgestellt werden, daß CBT-Module als Lehr- Lernsystem zur signifikanten Steigerung der faktuellen Wissensvermittlung führen. Durch den Einsatz von CBT in der Vorbereitungsphase konnte nach einer Woche ein um ca. 20% besseres Ergebnis im Vergleich zur Kurs-Gruppe erreicht werden. Mögliche Ursachen dafür sind eine schnellere Wissensvermittlung in der gegebenen Zeit sowie eine bessere und längere Wissensretention im Vergleich zum Seminar. Interessanterweise waren im Multiple-Choice-Test die besseren Noten ausschließlich von der CBT-Gruppe erreicht worden, während in der erreichten Punktzahl die schlechtesten aus der CBT-Gruppe dem Mittelfeld der Kursgruppe entsprechen. Diese Tatsache läßt sich durch eine höhere Motivation (Spaßfaktor), die höhere Konzentration aufgrund der Interaktivität

sowie der Situiertheit der Wissensvermittlung erklären (*Gruber et al. 1995*). Obwohl viele der Meinung sind, daß klassische CBT-Systeme zur Vermittlung von Faktenwissen geeignet sind, besteht Zweifel vor allem bei der Effektivität der Vermittlung des deduktiven Denkens. In dieser Studie konnte deutlich gezeigt werden, daß die CBT-Gruppe bezüglich des deduktiven Denkens von dieser Lernform stark profitiert hat. Die Probanden waren im klinischen Umgang besser, im Angehen von Problemen stringenter und in der chirurgischen Entscheidungsfindung sicherer. Eine Erklärung dafür liegt in der Möglichkeit für den Benutzer, den Lernpfad eigenen Bedürfnissen und der Neugier entsprechend abzurufen. Auch der streng hierarchische Aufbau des Programms unterstützt die systematische Einordnung des Wissens. Möglicherweise würde eine „kompromißlosere“ Auswahl der Themen durch eine Einzelperson deren Lernprozeß weiter begünstigen. Andererseits könnten gerade die Interaktionen mit dem Lernpartner den deduktiven Teil des Ergebnisses verbessert haben. Theoretisch könnte der Dozent des Kurses über weniger Wissen und Erfahrung verfügt haben, als der Autor des Lernmoduls. Hierzu läßt sich jedoch anmerken, daß es sich in unserer Studie um dieselbe Person handelte. Im Laufe mehrerer Semester ist aufgrund personeller Veränderungen ein gleichbleibend hohes Niveau nicht garantiert. Mittels CBT kann eine Standardisierung des zu vermittelnden Wissens nicht nur über die Zeit sondern auch über verschiedene Universitäten konstant erhalten werden. Auch seltene aber wichtige Patientenfälle können erfaßt und auf diese Weise Studenten vermittelt werden. Zusammenfassend zeigt die hier aufgeführte Studie, daß die Kombination von individueller Aneignung der Grundlagen über CBT und anschließendem Bed-Side-Teaching zu einer effektiveren Vermittlung des Faktenwissens und einem verbesserten deduktiven Denken führen.

Derzeit ist in der Medizin die Nutzung von CBT noch nicht sehr verbreitet. Dies liegt vor allem an den hohen Kosten, der Bereitstellung von Computern zur studentischen Nutzung, mangelnder Completeness und Integration im Kurs sowie der Gefahr der Depersonalisierung. Der Preis eines CBT-Moduls ist mit 50 Euro relativ hoch (*Eitel 1998*). Es wurde belegt, daß ab 100 Teilnehmern die Kosten des computerunterstützten Lernens im Vergleich zum Seminar geringer ausfallen (*Riehm & Wingert 1995*). Entsprechende Module könnten über die Universitätsbibliothek oder deren Inhalte über das Hochschulnetz (Intranet) oder das Internet zur Verfügung gestellt werden. Die ersten Ansätze in dieser Richtung wurden bereits in unserer Arbeitsgruppe prototypisch realisiert ([www.med-live.de](http://www.med-live.de)). Der Student oder das betreuende Institut muß für die Nutzung von CBT einen Computer bereitstellen (*Eitel 1998*). Für viele Studenten war bis vor wenigen Jahren die Nutzung des Computers als Hilfsmittel zum Lernen noch ungewohnt. 87% gaben in einer 1997 durchgeführten Evaluation an, nur geringe Computerkenntnisse zu besitzen (*Kallinowski et al. 1997*). Schon heute werden an den Universitäten Studenten PC-Pools zur Verfügung gestellt. Die Preise für



leistungsfähige Multimedia-Computer fallen stetig. Heutzutage schätzen die meisten Studienanfänger der Medizin den Wert des Computer-Assisted Learning. Der Computer ist ihnen aus ihrer Schulzeit als Arbeits- und Lehrmittel vertraut sowie als Informations- und Kommunikationsquelle unverzichtbar (*Asgari-Jirhandeh & Haywood 1997; Bichler et al. 2000*). Auch heutige Krankenhäuser und medizinische Hochschulen sind mit den notwendigen Geräten ausgestattet (*Hagdrup et al. 1999*). Nach der D21-Initiative sollen alle Bundesbürger kostenlosen Zugang zum World-Wide-Web nutzen können (*D21*). Die Vernetzung der Bibliotheken ausgewählter Städte und die Bereitstellung der entsprechenden Terminals wurde bereits angegangen. Zu beachten ist, daß mit heutigem CBT im Vergleich zu Lehrbüchern nur Bruchteile der medizinischen Inhalte abgedeckt werden. Um eine hohe Akzeptanz von CBT zu erzeugen, ist es unabdingbar, eine inhaltliche Completeness zu erreichen. Dies ist nur möglich, wenn viele Arbeitsgruppen systematisch nach einheitlicher Struktur und Niveau schwerpunktmäßig CBT-Module implementieren. Desweiteren müßten verschiedene Schnittstellen zwischen den Informationseinheiten entwickelt werden, um eine effektive kollaborative Arbeitsumgebung zu schaffen. Um die Akzeptanz des CBT weiter zu erhöhen, sollte diese Lernform in die Ausbildung integriert und die Prüfungsrelevanz erhöht werden. Dies kann durch eine verbesserte Aufklärung über deren Vorteile erreicht werden. Hierzu zählt nicht zuletzt der gute Praxisbezug der gebotenen Inhalte. Die Einführung einer Qualitätssicherung bei Neuerscheinungen ist eine weitere Grundvoraussetzung. Dazu ist eine inhaltliche Abstimmung von Dozenten und Autoren zwingend erforderlich. Der Lernende wird für die Dauer des Lernprozesses sozial isoliert und eine Interaktion von Mensch zu Mensch ausgeschaltet. Man befürchtet bei intensivem Einsatz von CBT einen Verlust der sozialen Kompetenz des Studenten (*Gruber et al. 1995*). Ein Ersatz von Seminaren oder Bedside-Teaching durch CBT wäre somit nicht sinnvoll. Der Einsatz des CBT dient zur Vorbereitung auf die personenbezogenen Unterrichtsformen. Zudem schnitten Studenten, die sich mit der CD-ROM auf den Kurs vorbereiten, in der Bewertung durch den Dozenten in allen erhobenen Kriterien besser ab. Die auf diese Weise gewonnene Zeit des Dozenten sollte für die Vermittlung praktischer Fähigkeiten genutzt werden. Mit CBT vorbereitete Studenten waren in einer Studie bei der Wissenswiedergabe sicherer und zeigten eine hohe Zufriedenheit mit dem Kurs (*Hölker & Breukelmann 1998*). Somit können mit CBT-vorbereiteten Studenten Seminare auf einem höheren Niveau stattfinden. Mit fundierteren Beiträgen der Studenten kann deren Selbstbewußtsein und soziale Kompetenz gestärkt werden.

## Literaturverzeichnis

- Alessi, S. & Trollip, S. (1991) *Computer-based Instruction: Methods and Developments (2nd ed.)*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall
- Asgari-Jirhandeh, N. & Haywood, J. (1997) Computer awareness among medical students: a survey. *Medical Education* **31** 225-31
- Baehring, T. U.; Schulze, H.; Bronstein, S. R. et al. (1997) Using the World Wide Web – a new approach to risk identification of diabetes mellitus. In: *International Journal of Medical Informatics* **46** 31-9
- Bichler, K.-H.; Mattauch, W.,; Schulz, T.; Loeser, W. (2000) Einsatz multimedialer Lernprogramme im Urologie-Praktikum der Universität Tübingen. In: *Multimediales Lernen in der medizinischen Ausbildung - Innovationen und Trends des Medizinstudiums im klinischen Teil, Band IV* (ed. by Bichler, K.-H. & Mattauch, W.). Springer Verlag, Heidelberg 87-93
- Bixler, B. (1996) Selecting and implementing Computer-Based Training. [www.clat.psu.edu/homes/bxb11/CBTGuide/CBTGuide.htm](http://www.clat.psu.edu/homes/bxb11/CBTGuide/CBTGuide.htm)
- Boekaerts, M. (1997) Self-regulated learning: A new concept embraced by researchers, policy makers, educators, teachers, and students. *Learning and Instruction* **7(2)** 161-186
- Boyle, T. (1997) *Design for Multimedia Learning*. Hertfordshire: Prentice Hall
- Bransford J.D. (1989) New approaches to learning and instruction: Because wisdom can't be told. In: *Knowing, learning and Instruction* (ed. by Vosniadou S., Ortony A.) Erlbaum, Hillsdale, 453
- Bro-Nielsen, M. et al. (1999) PreOp endoscopic simulator: a PC-based immersive training system for bronchoscopy. *Stud Health Technol Inform* **62** 76-82
- D-21 Initiative. <http://www.i-d21.de/home/php3>
- Dean C. et al. (1993) *A Handbook of Computer Based Training (3<sup>rd</sup> Ed.)* London: Kogan Page Limited
- Eitel, F. (1998) Der Stellenwert Neuer Medien in der Aus- und Weiterbildung. *Viszeralchirurgie* **33** 139-145
- Ellsworth, N. & Hedley, C. N. (Eds.) (1994) *Literacy: A redefinition*. Hillsdale, NJ. Lawrence Erlbaum
- Ferstl, O. K. & Schmitz, K. (1997) Zur Nutzung von Hypertextkonzepten in Lernumgebungen. In: *CBT in der Medizin – Methoden, Techniken, Anwendungen – Proceedings zum Workshop in Aachen* Verlag der Augustinus Buchhandlung
- Friedrich, H.F. & Mandl, H. (1997) Analyse und Förderung selbstgesteuerten Lernens. In: *Psychologie der Erwachsenenbildung (Band D/I/4 der Enzyklopädie der Psychologie)* (ed. by F. E. Weinert & H. Mandl) Göttingen: Hogrefe 237-295
- Gerike, T. G., et al. (1999) Modellversuch: Einsatz und Evaluierung eines problemorientierten Lernprogrammes in der inneren Medizin. *Med Klin* **94** 76-81
- Gerling, B. (1998) Multimediale Autorensysteme zur Gestaltung computergestützter, konstruktivistischer Lernumwelten [www.wiso.gwdg.de/~bgerling/inh.htm](http://www.wiso.gwdg.de/~bgerling/inh.htm)
- Gödert, W. & Feierabend, J. (1998) Computer Based Training zur Einführung in die Benutzung elektronischer Informationsmittel [www.uni-stuttgart.de/UNIuser/hbi/publikat/hbipupl/guides/feierab.htm](http://www.uni-stuttgart.de/UNIuser/hbi/publikat/hbipupl/guides/feierab.htm)
- Graziadei, B. (1997) Advanced Learning & Information Services: Computer Based Training (CBT) & Self-Paced and/or Guided Learning (SPL/GL) in SUNY Web-Based Computer Competency Course (WBCCC). <http://topclass1.itec.suny.edu/CBT/CBT.html>
- Gruber, H., Law, L.-C., Mandl, H. & Renkl, A. (1995). Situated Learning and Transfer. In: *Learning in Humans and Machines* (ed. by Reimann, P. & Spada, H.) Oxford: Elsevier 168-188
- Hagdrup, N. A., et al. (1999) Why? What? And How? IT provision for medical students in general practice. *Medical Education* **33** 537-41
- Hmelo, C. E. (1998) Problem-based learning: Effects on the early acquisition of cognitive skill in medicine. *The Journal of the Learning Sciences* **7 (2)** 173-208
- Hölker, M.; Breukelmann, D. (1998) Vier Jahre Kursus „Ärztliche Basisfertigkeiten“: Ein Erfahrungsbericht“ *Medizinische Ausbildung* **15** 18-22
- Kallinowski, F. Mehrabi, A.; Glückstein, Ch.; Benner, A. Leven, F. J.; Herfarth, Ch. (1997) Computer-basiertes Training – Ein neuer Weg der chirurgischen Aus- und Weiterbildung. *Chirurg* **68** 433-438
- Kallinowski, F., Mehrabi, A.; Schwarzer, H., Herfarth, Ch. (1998a) Entwicklung einer multimedialen CD-ROM-Reihe zur Verbesserung der chirurgischen Aus- und Weiterbildung. *Langenbecks Archiv* 885-887
- Kallinowski, F.; Eitel, F. (1998b) Neue Ansätze der chirurgischen Aus- und Weiterbildung. *Chirurg* **69** 1323
- Kirsh, D. (1997) Interactivity and multimedia interfaces. *Instructional Science* **25** 79-96
- Konrad, G. (1997) Lernen mit neuen Medien – Multimediale Lernumgebungen [http://www.student-online.de/Hausarbeiten/Psychologie/Lernen\\_mit\\_neuen\\_Medien\\_1/index.shtml](http://www.student-online.de/Hausarbeiten/Psychologie/Lernen_mit_neuen_Medien_1/index.shtml)
- Leven, F. J. (1995) Rechnergestützte Lehr- und Lernsysteme in den Klinika: Stand und zukünftige Entwicklungen. In: *Informationsverarbeitung in den Universitätsklinika Baden-Württembergs* (ed. by Buchholz W, Haux R.) Universität Heidelberg 187
- Lilienfeld, L.S. & Broering, N.C. (1994) Computers as teachers: Learning from Animations. *Advances in Physiology Education* **11** 1
- Malone, T. W. (1981) Toward a theory of intrinsically motivating instruction. *Cognitive Science* **4** 333-369

- Mandl, H. & Gräsel, C. (2000) Instruktionale Ansätze zum problemorientierten multimedialen Lernen in der Medizin. In: *Multimediales Lernen in der medizinischen Ausbildung - Innovationen und Trends des Medizinstudiums im klinischen Teil, Band IV* (ed. by Bichler, K.-H. & Mattauch, W.). Springer Verlag, Heidelberg
- McFarland, D. (1999) *Multimedia in Higher Education*. <http://edfu.lis.uiuc.edu/review/summer1996/mcfarland.html>
- Mehrabi, A. et al (2000a) A new way for surgical education – development and evaluation of a computer-based training module. *Computers in Biology and Medicine* **30** 97-109
- Mehrabi, A.; Ruggiero, S.; Schwarzer, H.; Fritz, Th.; Herfarth, Ch.; Kallinowski, F. (2000b) Innovativer Weg zur Verbesserung der Aus- und Weiterbildung in der Chirurgie durch CBT am Beispiel der CD-ROM „Distale Radiusfraktur“. In: *LEARNTEC 2000 Band 2* (ed. by Beck, U. & Sommer, W.) 907-916
- Mehrabi, A.; Leisenberg, D.; Schwarzer, H.; Ruggiero, S.; Herfarth, Ch.; Kallinowski, F. (2000c) Konzept zur Erstellung eines chirurgischen Computer Based Training- Moduls – How to do it –. In: *Multimediales Lernen in der medizinischen Ausbildung - Innovationen und Trends des Medizinstudiums im klinischen Teil, Band IV* (ed. by Bichler, K.-H. & Mattauch, W.). Springer Verlag, Heidelberg
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (1999) *Unterrichten und Lernumgebungen gestalten (Forschungsbericht Nr. 60; überarbeitete Fassung)*. München: Universität München, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie
- Riehm, U., Wingert, B. (1995) *Multimedia* Bollmann-Verlag
- Schulmeister, R. (1997) *Grundlagen hypermedialer Lernsysteme. Theorie-Didaktik-Design (2. Aufl.)* München: Oldenbourg
- Stolzenburg, J.U.; Dorschner, W.; Neuhaus, J.; Mondry, J. (1999) Die CD-ROM als neues Aus- und Weiterbildungsmedium in der Urologie. *Akt. Urol.* **30** A256-A266
- Tait, K. (1998) Replacing lectures with multimedia CBL: Student attitudes and reactions. *Instructional Science* **26** 409-438
- Thomas, R. E. (1997) Problem-based learning: Measurable outcomes. *Medical Education* **31** (5) 320-329
- Vahory, F. et al. (1999) Virtual reality and women's health: a breast biopsy system. *Stud Health Technol Inform* **62** 367-72
- Von Glasersfeld, E. (1989) Cognition, construction of knowledge, and teaching. *Synthese* **80** 121-140
- Voss, G. et al. (1999) Virtual cutting of anatomical structures *Stud Health Technol Inform* **62** 381-3
- Weidenmann, B. (1996). Instruktionsmedien. In: *Enzyklopädie der Psychologie - Pädagogische Psychologie. Bd II: Psychologie des Lernens und der Instruktion* (ed. by Weinert, F.E.) Göttingen: Hogrefe 319-367
- Zachariou, Z.; Mehrabi, A.; Schwarzer, H.; Kallinowski, F.; Daum, R. (2000) Multimedia technology in pediatric surgical education, I.e. CD-ROM "Routine operations in Pediatric Surgery". *Zentralbl Kinderchir* **9** 42-46
- Zachariou, Z. (1999) *Routineeingriffe in der Kinderchirurgie* CD-ROM und Buch, J. A. Barth Verlag, Heidelberg – Leipzig, ISBN 3-335-00573-2
- Zumbach, J. (1999) *Wissensvermittlung durch computerbasierte Lernumgebungen. Gestaltung und Evaluation von Lernumgebungen für lokale Anwendungen und das World Wide Web*. St. Augustin: Gardez

# Studiendesign

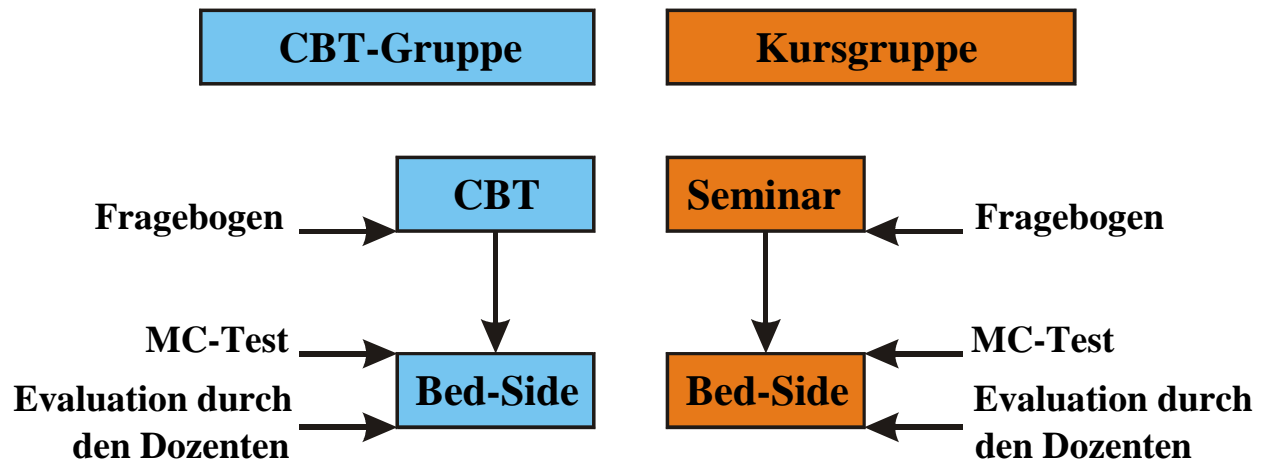
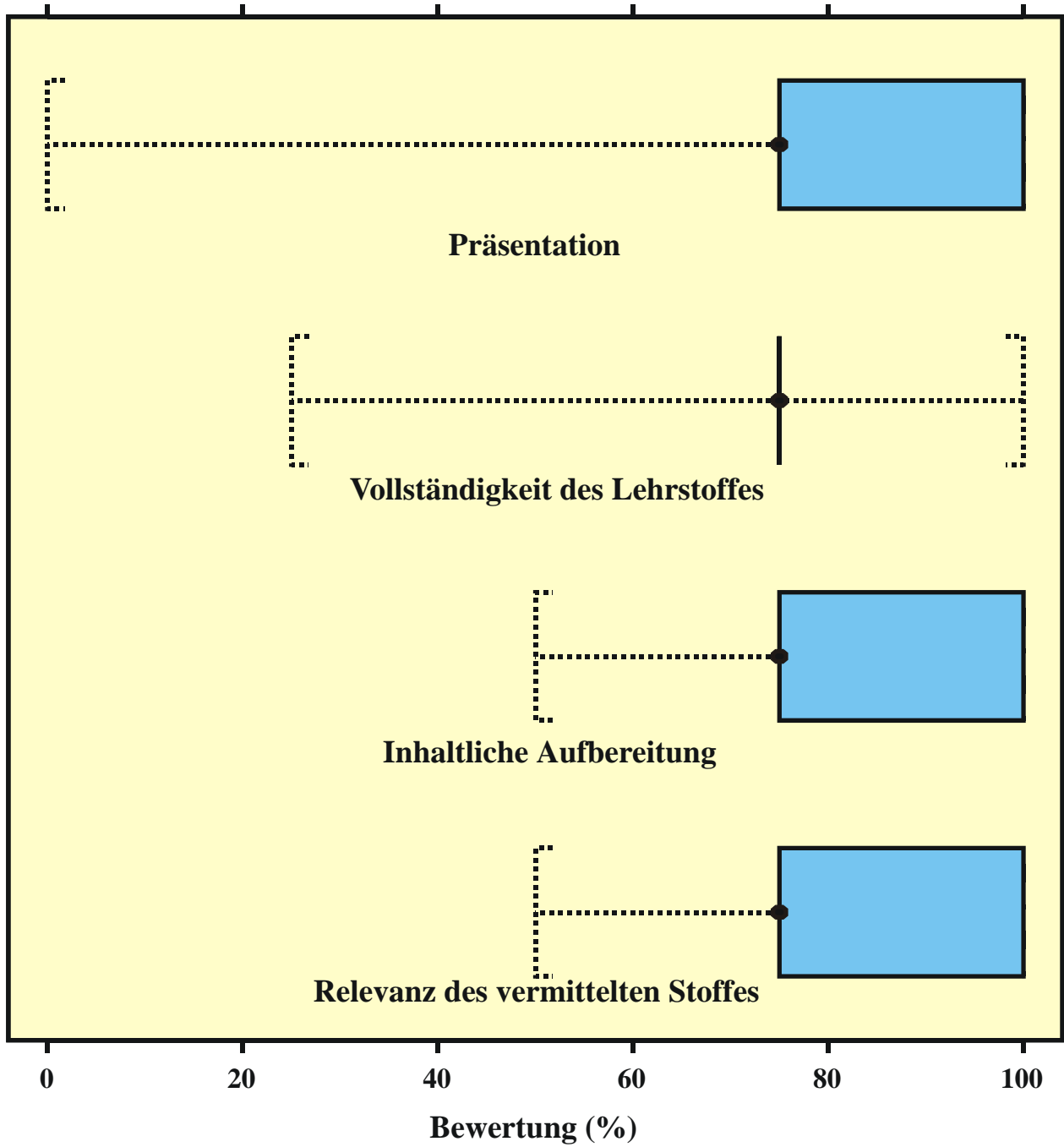


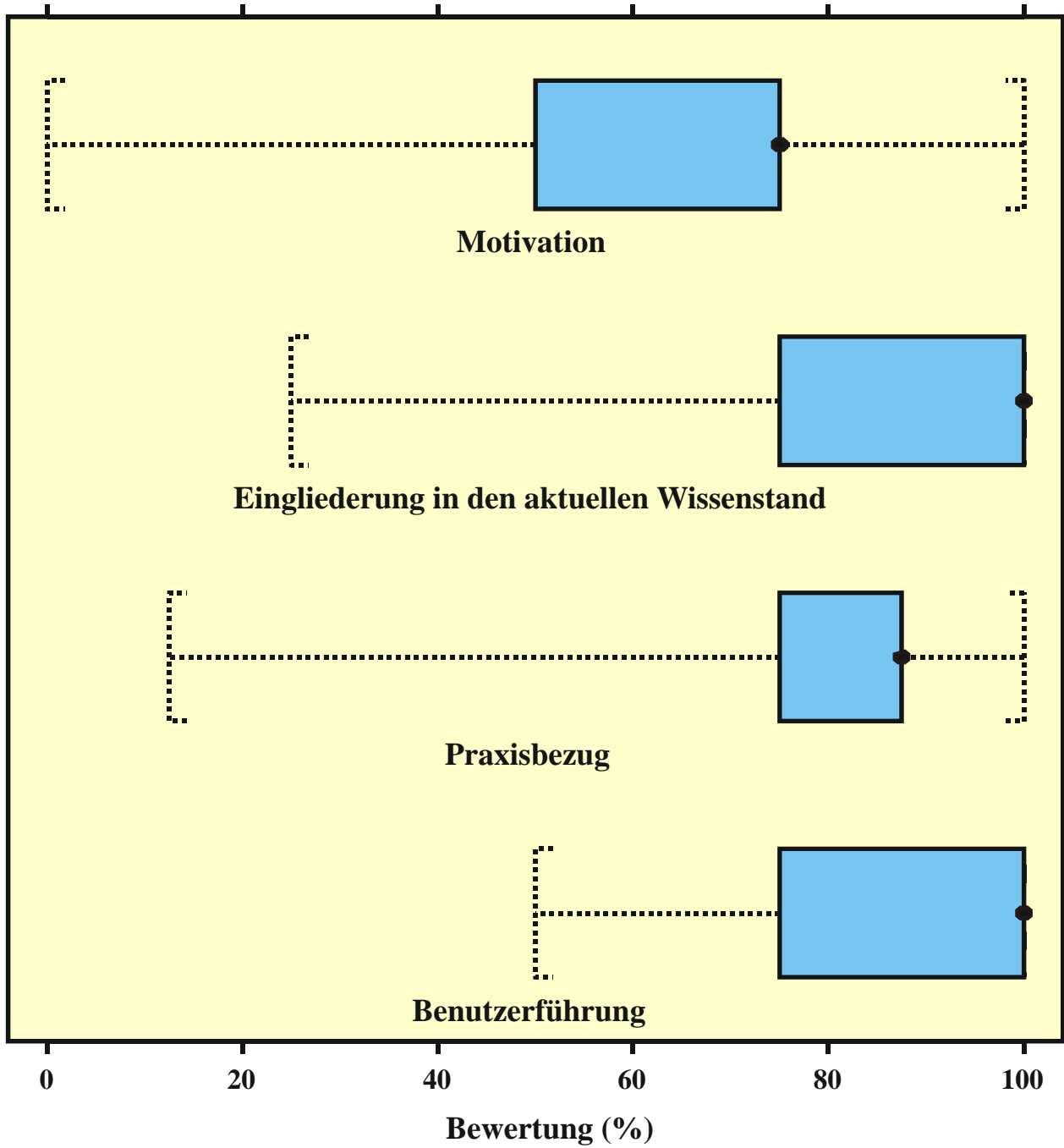
Abb. 1: Studiendesign der Evaluation CBT vs. Kurs

<b><i>CBT-Fragebogen</i></b>	<b><i>Kurs-Fragebogen</i></b>
<p><b><i>Inhaltliche Faktoren</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentation</li> <li>• Vollständigkeit des Lehrstoffes</li> <li>• Inhaltliche Aufbereitung</li> <li>• Relevanz des vermittelten Stoffes</li> </ul> <p><b><i>Benutzerspezifische Faktoren</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivation</li> <li>• Eingliederung in den aktuellen Wissenstand</li> <li>• Praxisbezug</li> <li>• Benutzerführung</li> </ul>	<p><b><i>Inhaltliche Faktoren</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fallorientiertheit</li> <li>• Veranschaulichung</li> </ul> <p><b><i>Teilnehmerspezifische Faktoren</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigene Mitarbeit</li> <li>• Lernerfolg / Wissensvermittlung</li> <li>• Akzeptanz des Seminars</li> </ul> <p><b><i>Dozentenbezogene Faktoren</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisation der Veranstaltung</li> <li>• Vorbereitung des Dozenten</li> <li>• Persönlichkeit des Dozenten</li> <li>• Engagement des Dozenten</li> </ul>

**Tabelle 1: Erhobene Spezifikationen für die CBT- und Kurs-Gruppe**



**Abb. 2: Bewertung inhaltlicher Faktoren des CBT-Moduls, dargestellt durch themenbezogene Boxplots**



**Abb. 3: Bewertung der benutzerspezifischen Faktoren des CBT, dargestellt durch themenbezogene Boxplots**

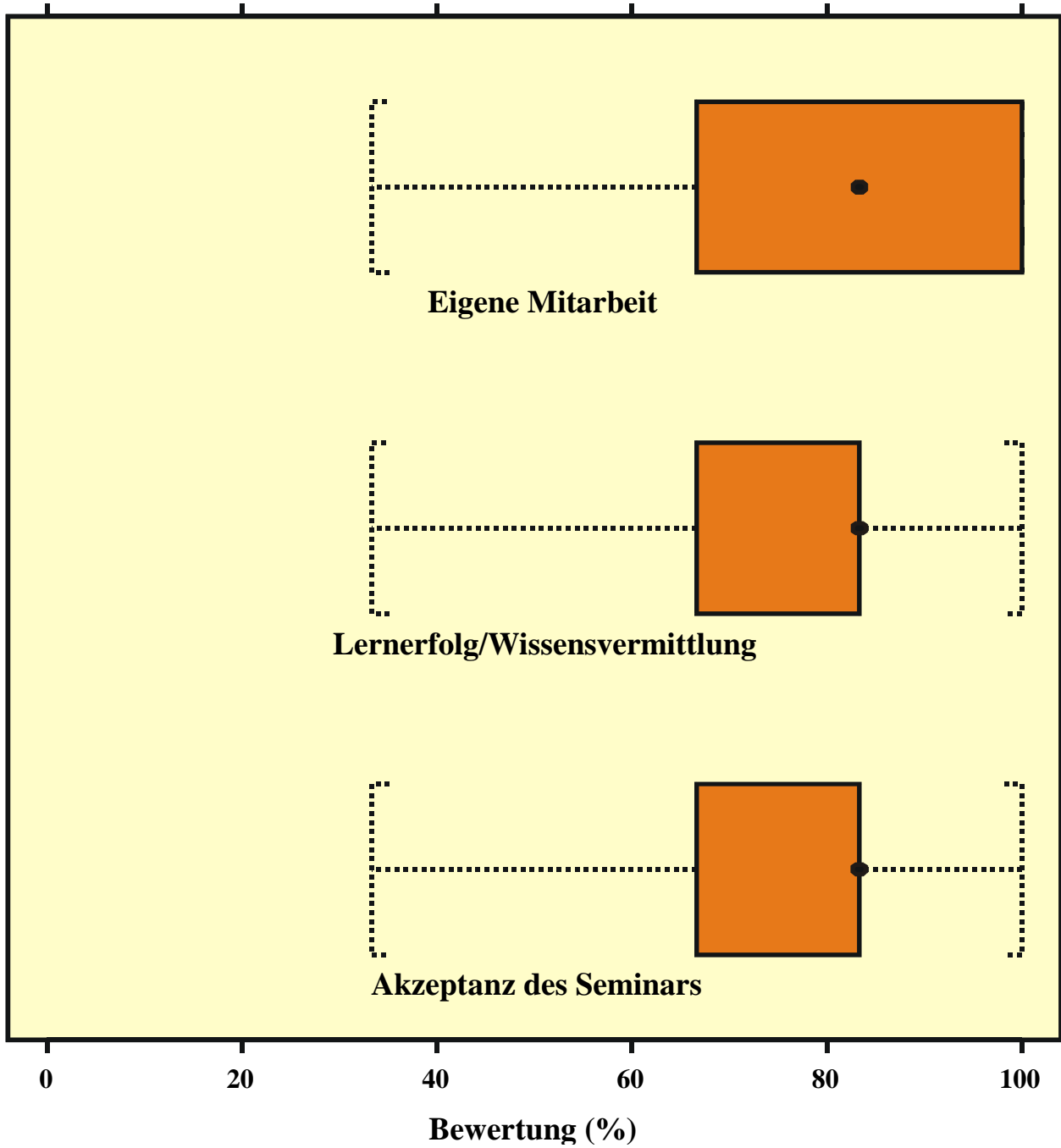


Abb. 4: Bewertung benutzerspezifischer Faktoren des Kurses, dargestellt durch themenbezogene Boxplots



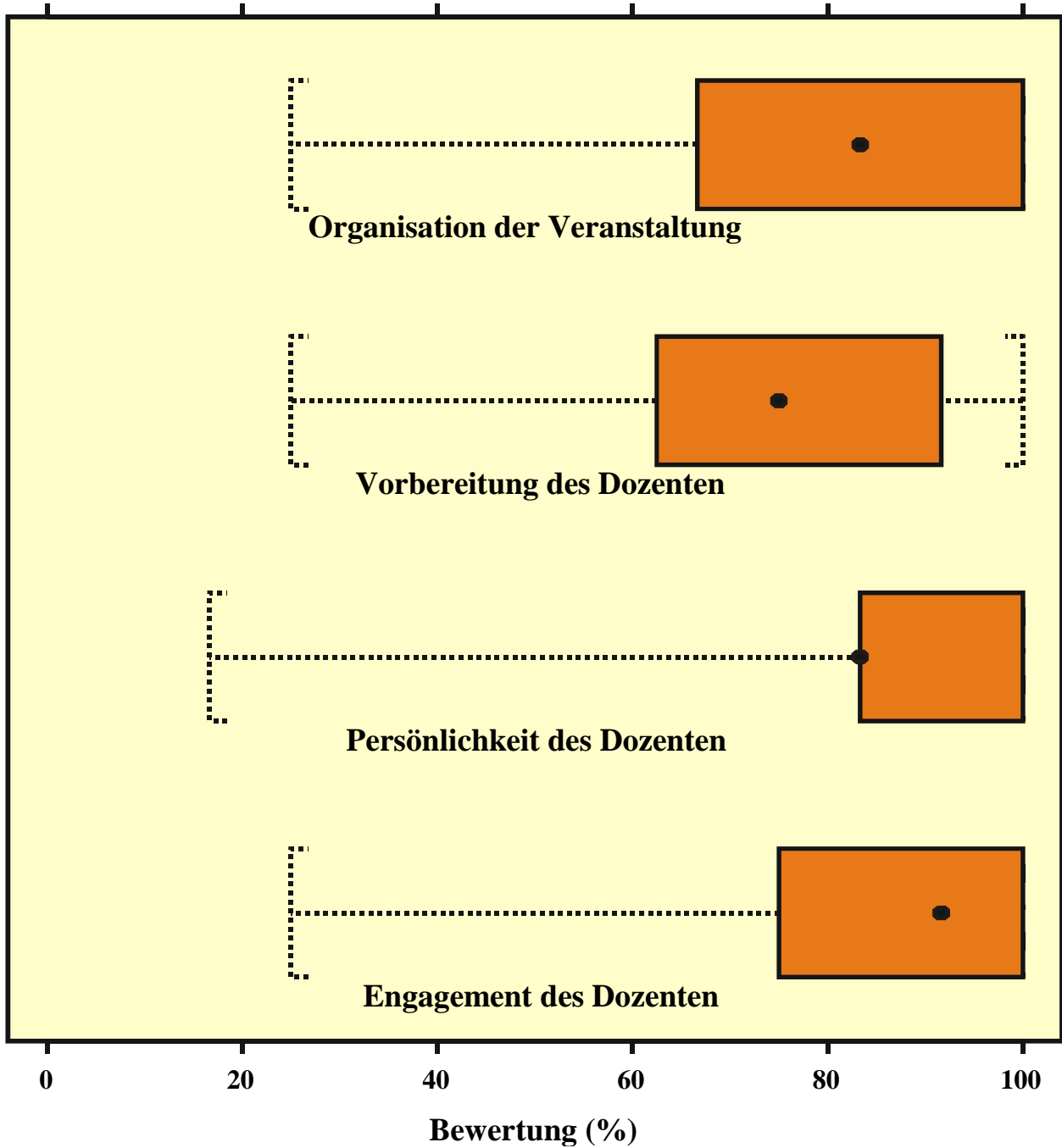


Abb. 5: Bewertung der dozentenbezogenen Faktoren des Kurses, dargestellt durch themenbezogene Boxplots

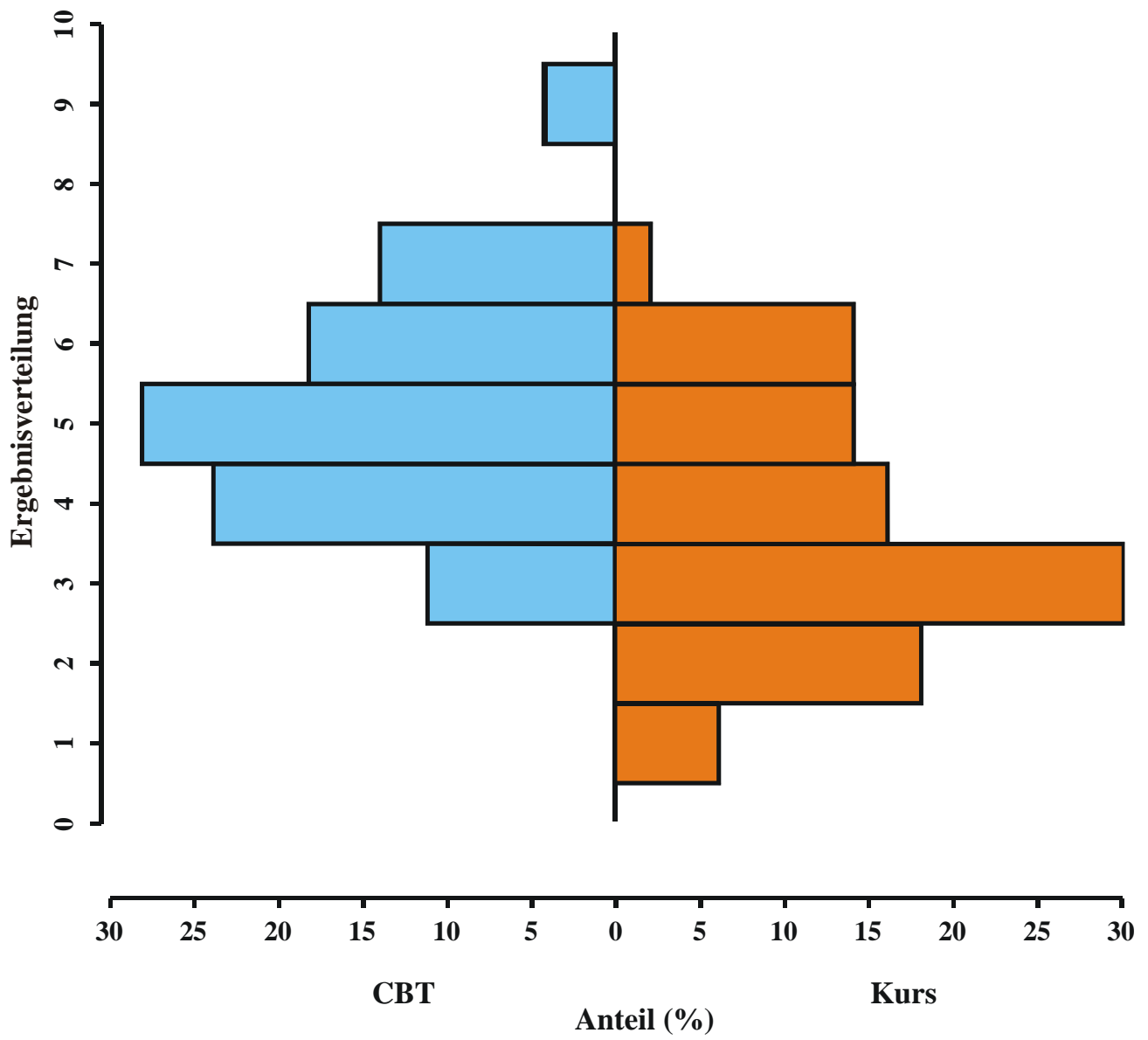
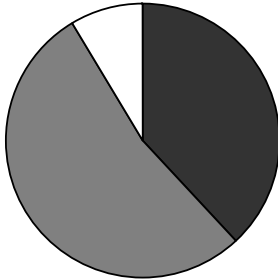


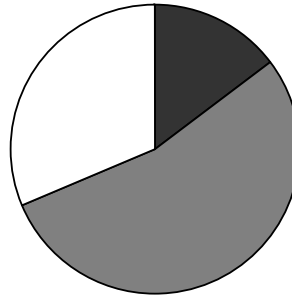
Abb. 6: Verteilung der Probanden nach der erreichten Punktzahl im MC-Test (back-to-back Histogramm)

### 7a: Klinischer Umgang

CBT-Gruppe

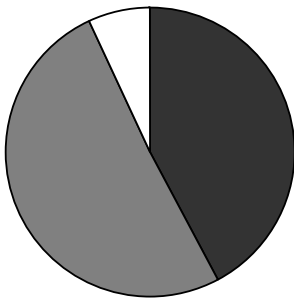


Kurs-Gruppe

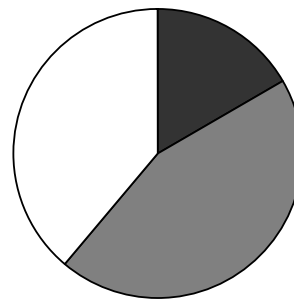


### 7b: Angehen von Problemen

CBT-Gruppe

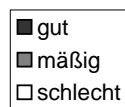
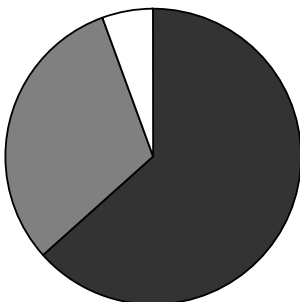


Kurs-Gruppe

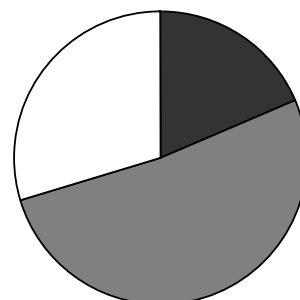


### 7c: Chirurgische Entscheidungsfindung

CBT-Gruppe



Kurs-Gruppe



**Abb. 7:** Ergebnis der Studentenevaluation durch den Dozenten bezüglich klinischem Umgang, Problembewältigung und chirurgischer Entscheidungsfindung (CBT vs. Kurs)