

Die Integration eines computerbasierten Anatomie-Lernprogramms im Curriculum der Ausbildung Medizinisch-technischer Assistenten der Fachrichtung Radiologie

The integration of a computer-based tutorial in anatomy into an educational curriculum for student radiographers/technicians

Abstract

Purpose: Anatomy is an important subject in the education of radiographers and radiotherapy technicians. The enormous amount of information may render efficient learning more difficult and lead to sub-optimal results. The purpose of this study was to test whether the introduction of a computer-based tutorial enhances learning success in anatomy.

Methods: A commercially available tutorial in anatomy especially adapted to the requirements of the education of radiographers and which facilitated and structured the frequent repetition of the material was introduced into the conventional curriculum. The tutorial was used during normal lessons, and work with it was obligatory. The students could learn anatomical structures and landmarks repeatedly as well as test themselves. The scores obtained in the final examinations two years prior to introduction of this tutorial were compared with those obtained two years after introduction.

Results: Students' knowledge in anatomy could be markedly improved.

Conclusion: An efficient and time-saving method of learning became possible. It was important to integrate the tutorial into the normal curriculum. The test results show the feasibility of this educational concept.

Keywords: anatomy, education of technicians, elearning

Marcus Niewald¹
Gregor Hohenberg²
Reinhilde Ziegler¹
Christian Rube¹

1 Universitätsklinikum des Saarlandes, Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie, Homburg/Saar, Deutschland

2 Universität des Saarlandes, Competence Center virtuelle Saar Universität, Saarbrücken, Deutschland

Zusammenfassung

Zielsetzung: In der MTA-Ausbildung nimmt Anatomie einen wichtigen Platz ein. Die große Stofffülle erschwert jedoch ein effizientes zeitsparendes Lernen und führt auch bei motivierten Schülern oft zu mangelndem Lernerfolg. Es sollte geprüft werden, ob dieser durch Einführung computerbasierten Lernens verbessert werden kann.

Methodik: Ein auf die Erfordernisse der MTRA-Ausbildung von den Autoren angepasstes kommerzielles Anatomie-Lernprogramm, das den Schülern das notwendige häufige Wiederholen des Materials erleichtert und strukturiert, wurde im Rahmen des Pflichtunterrichtes den Schülern zur Verfügung gestellt. Diese konnten damit anatomische Sachverhalte sich einprägen, beliebig oft wiederholen und ihr Wissen testen. Die Examensergebnisse jeweils zweier Jahrgänge vor und nach der Einführung des Programms wurden verglichen.

Ergebnisse: Durch die Einführung des Programms konnten die Anatomiekenntnisse von MTA-Schülern bei gleichem Zeitaufwand deutlich verbessert werden.

Schlussfolgerung: Durch gezieltes Üben derjenigen Elemente, die noch nicht ausreichend im Langzeitgedächtnis verankert sind, war eine effiziente und zeitsparende Art des Lernens möglich. Wichtig ist eine Einbettung des eLearning-Tools in den normalen Unterrichtsablauf. Die

deutlich besseren Examensergebnisse nach Einführung unserer Anatomie-Lernplattform sprechen für die Richtigkeit des Konzeptes.

Schlüsselwörter: Anatomie, MTRA-Ausbildung, e-learning

Einleitung

Die MTA-Ausbildung ist in Deutschland im MTA-Gesetz (http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/mtag_1993/gesamt.pdf) geregelt. Die dazugehörige Ausbildungs- und Prüfungsordnung (<http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/mta-aprv/gesamt.pdf>) sieht im Fach Anatomie einen Unterrichtsumfang von insgesamt 80 Unterrichtsstunden vor, ohne nähere Angaben über die inhaltliche Gestaltung des Unterrichts zu machen.

Ein reiner Frontalunterricht scheint uns einem Fach wie Anatomie nicht angemessen zu sein. Speziell in der Radiologie ist es wichtig, ein gutes räumliches Vorstellungsvermögen zu entwickeln, um anatomische Strukturen auf analogen und digitalen Röntgenbildern sicher identifizieren und auch z.B. zur Planung einer Strahlentherapie mit hinreichender Genauigkeit heranziehen zu können. Das Ausbildungsszenario an der MTA-Schule des Universitätsklinikum des Saarlandes ist mehrgliedrig aufgebaut: Die Anatomieausbildung beginnt im 1. Jahr mit einer 80 – stündigen Einführungsvorlesung, die nach 3 Monaten mit dem hier präsentierten eLearning-Modul unterstützt wird. Aufbauend bzw. parallel zu diesem anatomischen Basiskurs werden in den klinischen Hauptfächern weitere spezifische Inhalte gelehrt (siehe Abbildung 1).

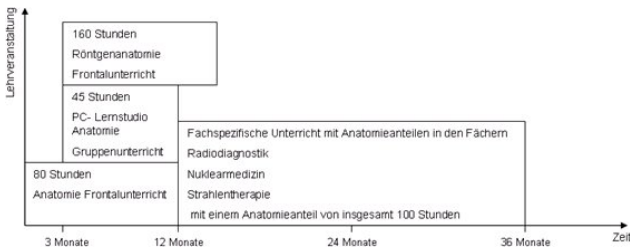


Abbildung 1: Ablaufplan der Anatomie-Ausbildung einschließlich dem PC-Lernstudio

Zu Vergleich wird der zeitliche Ablauf der Anatomie-Ausbildung vor der Einführung des eLearning-Moduls gezeigt (siehe Abbildung 2):

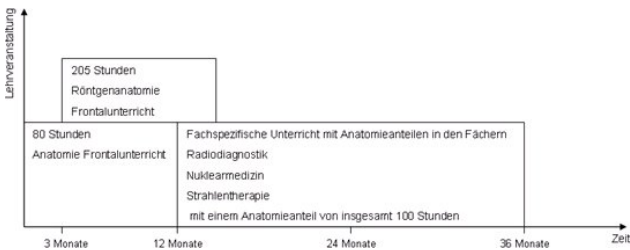


Abbildung 2: Ablaufplan der Anatomie-Ausbildung ohne eLearning

Hierbei muss berücksichtigt werden, dass die MTA-Ausbildung in Deutschland die mittlere Reife bzw. einen äquivalenten Schlussabschluss erfordert, der überwiegende Teil der Bewerber allerdings zumindest die Fachhoch-

schulreife besitzt. An der hier betrachteten MTA-Schule wurden jedes Jahr 15 Bewerber eingestellt. Die Einstellung erfolgt aufgrund der Auswertung der vorhandenen Schulzeugnisse und eines Vorstellungsgesprächs.

Die folgende Tabelle 1 zeigt die Verteilung der schulischen Voraussetzung. Hierbei werden die allgemeine Hochschulreife, die Fachhochschulreife und die mittlere Reife unterschieden. Es werden für jeden Jahrgang der Mittelwert und die Standardabweichung der Notendurchschnitte auf den Abschlusszeugnissen der allgemein bildenden Schule angegeben.

Tabelle 1: Schulische Voraussetzungen der Studierenden

Prüfungsjahr	Anzahl Prüflinge	Eingangsvoraussetzung				
		Allgemeine Hochschulreife	Fachgebundene Hochschulreife	Mittlere Reife	Mittelwert Notendurchschnitt	Standardabweichung
2004	14	4	6	4	2,37	0,43
2005	11	4	4	3	2,67	0,36
2006	10	3	4	3	2,45	0,19
2007	11	3	5	3	2,79	0,35

Das Staatsexamen findet nach dem 3.Studienjahr statt – formal 20 Monate nach dem Ende des eigentlichen Anatomieunterrichts. Da jedoch in den genannten Hauptfächern regelmäßig anatomische Inhalte gelehrt und wenige Wochen vor dem Staatsexamen auch wiederholt werden, ist ein Zeitintervall von allenfalls einigen Wochen anzunehmen. Das Staatsexamen in Anatomie findet überwiegend schriftlich statt und umfasst die gesamte Anatomie mit Schwergewicht auf dem Skelettsystem. Die Aufgaben im Fach Anatomie werden überwiegend als offene Fragen angeboten und werden durch Multiple-Choice-Fragen ergänzt. Zusätzlich werden regelmäßig anlässlich des mündlichen Staatsexamens anatomische Inhalte von den Prüfern der Fächer „Radiodiagnostik“, „Strahlentherapie“ und „Nuklearmedizin“ abgefragt. Aufbauend auf diese Änderung in der Unterrichtsplanung hat sich die Fragestellung zu dieser Arbeit entwickelt.

Fragestellung

In der vorliegenden Arbeit soll untersucht werden, ob ein auf die Erfordernisse der MTRA-Ausbildung adaptiertes kommerziell erhältliches Lernprogramm für Anatomie bei MTRA-Schülern geeignet ist, gerade die anatomischen Fakten, welche zum sicheren Verankern im Langzeitgedächtnis zahlreiche Wiederholungen und Übungsdurchläufe erfordern, leichter und dauerhafter zu erlernen. Zielparameter zur Beurteilung ist der tatsächlich messbare Lernerfolg in Gestalt der Examensergebnisse im Vergleich vor versus nach Einführung des Lernprogrammes.

Material und Methodik

Der digitale Anatomie-Atlas

Basis des hier vorgestellten Lernprogrammes für MTA-Schüler ist die elektronische Version des Anatomieatlas von Netter [16]. Aus der Fülle des Materials wurden zuerst diejenigen Darstellungen herausgesucht, die entsprechend dem Curriculum der Ausbildung von MTRA von Bedeutung waren. Auf jeder dieser Darstellungen wurde vom ärztlichen Dozenten (M.N.) festgelegt, welche anatomischen Einzelheiten bzw. Benennungen von Bedeutung und somit vom Schüler dauerhaft zu erlernen waren und welche nicht. Nur diese Angaben sind auf den jeweiligen Darstellungen für den Schüler sichtbar und können studiert werden (siehe Abbildung 3).

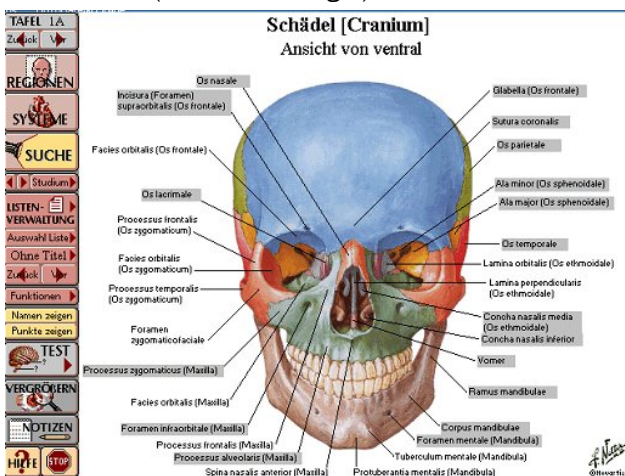


Abbildung 3: Übungsdarstellung (Interaktiver Atlas)

Die genannten Angaben wurden digital gespeichert und dem verantwortlichen Schulleiter (G.H.) zur Verfügung gestellt. Dieser gruppierte die Darstellungen nach Körperregion bzw. Organsystemen und formte hieraus Lernmodule, die von den Schülern abgearbeitet werden mussten. Dazu zählte das eigentliche Lernen und Wiederholen, die Selbstprüfung im Übungs-Testmodus wie auch die Formulierung von computerbasierten Tests, in denen je nach Aufbau vorgegebene anatomische Strukturen lokalisiert oder in der bildlichen Darstellung markierte Strukturen korrekt benannt werden mussten. Eine Leistungs- oder Fehlerstatistik wird automatisch erstellt. Dieser Leistungsumfang des interaktiven Lernprogramms hat dazu geführt, dass man sich für ein e-Learning-Szenario im Fach Anatomie entschieden hatte (siehe Abbildung 4).

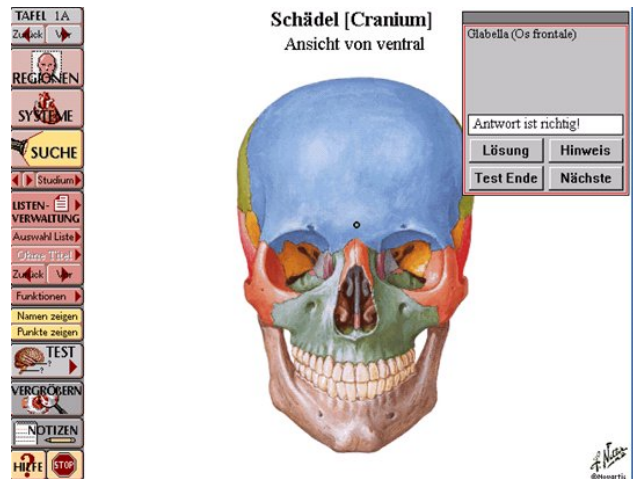


Abbildung 4: Darstellung als Selbsttest mit sofortiger Beurteilung der Antwort (Interaktiver Atlas)

Integration in den Stundenplan

Das Lernprogramm wurde ab 2003 regulär in den Unterrichtsablauf der MTRA Ausbildung integriert. Es wurde also nicht als Zusatzangebot konzipiert, das von den Schülern nach Belieben genutzt werden konnte oder auch nicht, sondern es war integraler Bestandteil des Unterrichtes. Die Bearbeitung der Anatomielektionen erfolgte nach einem festen Schema.

In einem ersten Schritt wurde der gesamte Lerninhalt in 5 Module und die SchülerInnen des jeweiligen MTRA-Kurses in 5 Gruppen aufgeteilt. Dadurch konnte entsprechend der folgenden Abbildung ein Kleingruppenunterricht in 5 Fächern realisiert werden. Parallel zu den eLearning-Modul Anatomie wurden in Kleingruppen die Fächer Strahlentherapie, Nuklearmedizin, Dosimetrie und Physik unterrichtet (siehe Abbildung 5).

	1. Woche	2. Woche	3. Woche	4. Woche	5. Woche
Gruppe 1	Anatomie-eLearning-Modul	Physik	Dosimetrie	Nuklearmedizin	Strahlentherapie
Gruppe 2	Strahlentherapie	Anatomie-eLearning-Modul	Physik	Dosimetrie	Nuklearmedizin
Gruppe 3	Nuklearmedizin	Strahlentherapie	Anatomie-eLearning-Modul	Physik	Dosimetrie
Gruppe 4	Dosimetrie	Nuklearmedizin	Strahlentherapie	Anatomie-eLearning-Modul	Physik
Gruppe 5	Physik	Dosimetrie	Nuklearmedizin	Strahlentherapie	Anatomie-eLearning-Modul

Abbildung 5: Gruppeneinteilung einschließlich dem Anatomie-Lernmodul

Für jedes Lernmodul wurden im Stundenplan feste Unterrichtszeiten eingeplant. Für die Bearbeitung eines Lernmoduls hatten die Schüler und Schülerinnen innerhalb einer Woche insgesamt 12 Unterrichtsstunden Zeit, um sich die anatomischen Kenntnisse anzueignen. Die 12 Unterrichtsstunden wurden auf 3 Unterrichtstage verteilt. Diese 3 Unterrichtstage wurden bewusst auf 4 Wochen-

tage aufgeteilt, damit ein Tag Pause zwischen den Übungseinheiten gewährleistet werden konnte. Am 3. Unterrichtstag wurde von den Lernern ein Abschlusstest am PC absolviert.

Die folgende Abbildung 6 zeigt die Integration in den Stundenplan.

Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag
	4 Unterrichtsstunden	4 Unterrichtsstunden		4 Unterrichtsstunden
	PC-Lernstudio Anatomie	PC-Lernstudio Anatomie		Test
				PC-Lernstudio Anatomie

Abbildung 6: Integration in den Stundenplan

Die Anwesenheit eines Tutors (Lehr-MTRA) gewährleistete die Kontrolle über die tatsächliche Arbeit der Schüler, sowie die Möglichkeit für die Schüler, Fragen zu stellen und eventuell auftretende Probleme sofort zu lösen. Über einen Rotationsplan konnten die Schüler und Schülerinnen nach 4 Wochen wieder das PC-Lernstudio besuchen, um das nächste Lernmodul zu bearbeiten.

Der Lehrinhalt wurde folglich in 5 Module aufgeteilt. Hierbei wurden folgende Schwerpunkte gesetzt:

- Modul 1: obere und untere Extremitäten (anatomische Begriffe)
- Modul 2: Wirbelsäule und Schultergürtel
- Modul 3: Schädel
- Modul 4: Thorax und Atmungssystem
- Modul 5: Verdauungstrakt, Abdominal- und Beckenorgane

Als Beurteilungsparameter für den Erfolg des Programmes dienten die Ergebnisse des schriftlichen Staatsexamens der Jahre 2004 und 2005 (vor Einführung des Programmes) und 2006 bzw. 2007 (nach Einführung des Programmes).

Datenverarbeitung und Statistik

Die erhaltenen Werte wurden im medizinischen Datebank- und Statistikprogramm Medlog® (Fa. Parox, Münster) verarbeitet. Absolute und relative Häufigkeiten wurden berechnet, ebenso Mittelwerte und Standardabweichungen. Die Ergebnisse der einzelnen Jahre wurden anhand des u-Tests nach Mann-Whitney-Wilcoxon berechnet, die Signifikanzgrenze wurde auf $p=0.05$ festgelegt.

Ergebnisse

Die abschließenden Tests für die Module 1 bis 5 wurde ausgewertet, um eine Aussage zu erhalten, wie der Lerninhalt nach einer Woche rekapituliert werden konnte. Mithilfe des Lernprogramms wurde ein interaktiver Test am Computer durchgeführt, mit dem anatomische Strukturen identifiziert werden mussten. Das Ergebnis wird als Mittelwert und Standardabweichung in Prozent der korrekten Antworten angegeben (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Ergebnisse der Wochentests für die 5 Module

Prüfungsjahrgang	N	Modul 1	Modul 2	Modul 3	Modul 4	Modul 5
2006	10	88,73% ± 5,67%	86,34% ± 3,54%	82,73% ± 7,78%	90,73% ± 2,34%	80,73% ± 6,99%
2007	11	90,73% ± 2,26%	87,24% ± 4,56%	85,89% ± 5,67%	88,12% ± 3,57%	83,44% ± 4,93%

Im der schriftlichen Abschlussprüfung der MTA Schüler konnten maximal 118 Punkte erreicht werden, 30 Punkte davon in Anatomie. Dies entspricht 25,42% der Gesamtpunktzahl. Die Mittelwerte samt Standardabweichung der tatsächlich erworbenen Punkte in Anatomie, der erreichten Gesamtpunktzahl des Gesamtextamens und des Anteils korrekt beantworteter Anatomiefragen am Gesamtpool korrekt beantworteter Fragen vor und nach der Einführung des Programms, jeweils bezogen auf die erreichbare Höchstpunktzahl relativ dargestellt, sind Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 3: Examensergebnisse der Jahre 2004 bis 2007

	Mittelwert/Standardabweichung			
	2004	2005	2006	2007
Anzahl Prüflinge	14	11	10	11
Richtig beantwortete Fragen in Anatomie (%)	68,5 ± 10,9	75 ± 5,5	83,5 ± 4,7	85,7 ± 4,8
Richtig beantwortete Fragen im gesamten Examen (%)	68,8 ± 11,8	74,3 ± 4,2	67,9 ± 8,5	69,5 ± 7,2
Richtig beantwortete Fragen Anatomie (%) / Gesamtextamen (%)	1,001 ± 0,112	1,011 ± 0,088	1,250 ± 0,197	1,244 ± 0,139

Den statistischen Vergleich der erreichten Ergebnisse in den einzelnen Jahren miteinander (u-Test nach Mann – Whitney – Wilcoxon) zeigen die Tabellen 4 , 5 und 6 .

Tabelle 4: Ergebnisse des u-Tests für das Fach Anatomie

Variable	Jahr		2004	2005	2006
Ergebnisse in Anatomie (%)		N	14	11	10
		Median	70,83	76,76	84,17
	2005	11			
		76,67	$p=0,56$		
	2006	10			
		84,17	$p<0,001$	$p=0,003$	
	2007	11			
		86,67	$p<0,001$	$p<0,001$	$p=0,337$

Tabelle 5: Ergebnisse des u-Tests für das Gesamtexamen

Ergebnisse im Gesamtexamen (%)	Jahr		2004	2005	2006
		N	14	11	10
		Median	71,72	74,58	69,49
	2005	11 74,58	p=0,170		
	2006	10 69,49	p=0,500	p=0,057	
	2007	11 70,34	p=0,641	p=0,70	p=0,778

Tabelle 6: Ergebnisse des u-Tests für das Fach Anatomie in Relation zum Gesamtexamen

Ergebnisse in Anatomie (%) / Ergebnisse im Gesamtexamen (%)	Jahr		2004	2005	2006
		N	14	11	10
		Median	0,966	1,03	1,18
	2005	11 1,03	p=0,460		
	2006	10 1,18	p<0,001	p<0,001	
	2007	11 1,21	p<0,001	p<0,001	p=0,594

Damit sind die Ergebnisse in Anatomie der Jahre 2004/2005 (vor Einführung des Programms) und 2006/2007 (nach Einführung des Programms) jeweils untereinander betrachtet nicht signifikant unterschiedlich, wohl aber die Ergebnisse aus 2004 oder 2005 verglichen mit Resultaten aus 2006/2007, diese Unterschiede sind hochsignifikant. Die Ergebnisse im Gesamtexamen hingegen waren über die 4 betrachteten Jahre nicht signifikant unterschiedlich. Demzufolge ergaben sich bei der Betrachtung des Verhältnisses der Resultate in Anatomie zu denjenigen im Gesamtexamen keine Unterschiede im Vergleich der Jahre 2004/2005 und 2006/2007 jeweils untereinander, wohl aber beim Vergleich der Ergebnisse vor und nach der Einführung des Programms.

Zusätzlich wurde anhand des Spearman's rho/Kendall's Tau - Tests versucht, univariate Korrelationen zwischen den Ergebnissen und dem Jahr zu berechnen. Erwartungsgemäß fanden sich diese zwischen dem Jahr und den Ergebnissen in Anatomie ($p < 0.001/p < 0.001$) sowie zwischen dem Jahr und dem Verhältnis der Ergebnisse ($p < 0.01/p < 0.01$), jedoch nicht zwischen dem Gesamtergebnis und dem Jahr ($p = 0.351/p = 0.302$) sowie zwischen dem Resultat in Anatomie und dem Gesamtergebnis ($p = 0.547/p = 0.491$).

Diskussion

Aus den vorliegenden Daten ist unserer Ansicht nach zu vermuten, dass die Hinzunahme des eLearning Moduls zum Unterricht im Fach Anatomie für die gefundene Verbesserung der Examensergebnisse in Anatomie bei gleichen Ergebnissen im Gesamtexamen zumindest teilweise ursächlich war. Hierbei sind selbstverständlich die bekannten Limitationen einer retrospektiven Untersuchung mit begrenzten Fallzahlen in Betracht zu ziehen.

Der Erfolg im Staatsexamen im Fach Anatomie ist sicherlich multifaktoriell bedingt, auch wenn wir davon ausgehen, dass die eLearning Module einen bedeutenden Anteil daran hatten. Inwiefern der Effekt des eLearnings selbst nach dessen Abschluss über die erwähnte Zeitdauer von 20 Monaten bis zum Staatsexamen fortwirkt, ist den vorhandenen Daten nicht zu entnehmen. Bemerkenswert ist allerdings, dass die Eingangsvoraussetzungen der Prüfungsjahrgänge 2006 und 2007 leicht schlechter waren, als die der beiden Jahre zuvor. Dennoch konnte diese Gruppe mit besseren Examensergebnissen im Fach Anatomie aufwarten. Ein Aspekt, der für die Wirksamkeit der eLearning-Module spricht. Weitere Beiträge haben einerseits die ständige Vermittlung anatomischer Inhalte im Hauptfachunterricht – sicherlich beeinflusst durch die Qualität der Dozenten) und andererseits das Eigenstudium bzw. die individuelle Examensvorbereitung geleistet. Der Einfluss des eLearning Moduls auf die Motivation der Studierenden wurde nicht z.B. anhand eines standardisierten Tests untersucht, wenn nach spontanen Äußerungen von Studierenden ein Motivationsschub dadurch anzunehmen ist.

Die vorliegenden Ergebnisse unterstreichen die Bedeutung von eLearning-Elementen nicht nur im Bereich fallorientierten Lernens und Verstehens [3], [14], sondern insbesondere auch beim Auswendiglernen großer Stoffmengen in der Anatomie. Die Vorteile von Lernprogrammen gerade in lernintensiven Bereichen wie der Anatomie werden auch von andern Autoren bestätigt [5], [12], [19]. Gerade hier ist ein visueller Eindruck von den Strukturen, die gelernt und erinnert werden sollen, unabdingbar und eine elektronische interaktive Lernplattform ganz besonders geeignet [4], [11]. Neben der hohen Akzeptanz elektronischer Anatomielernplattformen durch Schüler und Studenten, die von zahlreichen Autoren beschrieben wird [7], [8], [11], [13], [17], [20] und die sicherlich auch darauf beruht, dass das Auswendiglernen der Strukturen leichter und zeitsparender möglich wird [2], [12], wird analog zu den eigenen Ergebnissen auch über objektive Vorteile dieser Lernmethode gerade in Anatomie berichtet. Lei et al. [13] erzielten durch die Einführung von eLearning Tools in mikroskopischer Anatomie signifikant bessere Klausurergebnisse als zuvor. Guy et al. [10] verglichen bei Medizinstudenten im Grundstudium die Anatomiekenntnisse vor versus nach Einführung von Videodiscs zum Eigenstudium, sie fanden keine signifikanten Unterschiede. Dies könnte darauf beruhen, dass es sich bei dem Material dieser Autoren um ein Zusatzangebot ge-

handelt hatte, das eventuell aus Zeitmangel nicht in ausreichendem Maße genutzt wurde.

Die Akzeptanz und damit der Erfolg dieser Form des eLearnings hängen aber entscheidend davon ab, wie das Angebot in das Gesamtcurriculum des Unterrichtes eingebettet wird. Angebote, die zusätzlich zum herkömmlichen Unterricht angeboten werden, können aus Zeitmangel häufig nicht ausreichend genutzt werden [2], [8], [12]. Die Einbettung in den normalen Unterrichtsablauf hat in der eigenen Untersuchung sicherlich zum Erfolg beigetragen und wird auch von anderen Autoren gefordert [8], [12], [13]. Die Verknüpfung von eLearning Elementen mit anderen etablierten Unterrichtsformen im Sinne von „blended learning“ hat sich seit langem bewährt [1], [2], [11], [13], [15], [18]. Wichtig dabei ist die ständige Verfügbarkeit eines Tutors, der Fragen sofort beantworten und bei auftretenden Problemen zeitnah helfen kann [6], [9], [12], [21].

Einziger Nachteil dieses Lernangebotes ist der enorme Zeitaufwand für die Ersteller des Materials, ein Aspekt, der auch von zahlreichen anderen Autoren bestätigt wird [9], [12], [20], [21].

Schlussfolgerung

Durch gezieltes Üben derjenigen Elemente, die noch nicht ausreichend im Langzeitgedächtnis verankert sind, ist eine effiziente und zeitsparende Art des Lernens möglich. Die besseren Examensergebnisse nach Einführung unserer Anatomie-Lernplattform stützen dieses Konzept.

Interessenkonflikt

Die Autoren haben keinerlei finanzielle oder nicht finanzielle Interessenkonflikte in Hinblick auf diese Arbeit.

Literatur

- Asselmeyer H. Trends, current developments, and concepts in distance learning and e-learning. *Int J Comput Dent*. 2004;7(2):145-157.
- Bonk CJ, Kim KJ, Zeng T. Future directions of blended learning in higher education and workplace learning settings. In: Bonk CJ, Graham CR (Hrsg) (in press). *Handbook of blended learning: Global perspectives, local designs*. San Francisco, CA: Pfeiffer Publishing; 2004. Zugänglich unter: http://www.publicationshare.com/c083_bonk_future.pdf.
- Della Corte F, LaMura F, Petrino R. E-learning as educational tool in emergency and disaster medicine teaching. *Minerva Anesthesiol*. 2005;71(5):181-195.
- Dilullo C, Coughlin P, D'Angelo M, McGuinness M, Bandle J, Slotkin EM, Shainker SA, Wenger C, Berray SJ. Anatomy in a new curriculum: Facilitating the learning of gross anatomy using web access streaming dissection videos. *J Visual Communication Med*. 2006;29(3):99-108. DOI:10.1080/01405110601080738.
- Foreman KBO, Morton DA, Musolino GM, Albertine KH. Design and utility of a web-based computer-assisted instructional tool for neuroanatomy self-study and review for physical and occupational therapy graduate students. *Anat Record (Part B: New Anat)*. 2005;285B:26-31.
- Fredricks KT, Wegner WM. Teaching strategies. Clinical relevance of anatomy and physiology. A senior/freshman mentoring experience. *Nurse Educ*. 2003;28(5):197-199. DOI:10.1097/00006223-200309000-00001.
- Glinchowski W, Cizek B. www-based e-teaching of normal anatomy as an introduction to telemedicine and e-health. *Telemed E-Health*. 2007;13(5):535-544. DOI:10.1089/tmj.2006.0077.
- Granger NA, Calleson DC, Henson OW, Juliano E, Wineski L, McDaniel MD, Burgoon JM. Use of web-based materials to enhance anatomy instruction in the health sciences. *Anat Record (Part B: New Anat)*. 2006;289B:121-127.
- Green SM, Weaver M, Voegeli D, Fitzsimmons D, Knowles J, Harrison M, Shephard K. The development and evaluation of the use of a virtual learning environment (blackboard 5) to support the learning of pre-qualifying nursing students undertaking a human anatomy and physiology module. *Nurse Educ Today*. 2006;26(5):388-395. DOI:10.1016/j.nedt.2005.11.008.
- Guy JF, Frisby AJ. Using interactive videodiscs to teach gross anatomy to undergraduates at the Ohio State University. *Acad Med*. 1992;67(2):132-133. DOI:10.1097/00001888-199202000-00021.
- Jastrow H, Hollinderbäumer A. On the use and value of new media and how medical students assess their effectiveness in learning anatomy. *Anat Record (Part B: New Anat)*. 2004; 280B:20-29.
- Kumar RK, Freeman B, Velan GM, DePermentier PJ. Integrating histology teaching in practical classes using virtual slides. *Anat Record (Part B: New Anat)*. 2006;289B:128-133.
- Lei LW, Scott C, Farr A. Evaluation of computer-assisted instruction in histology: Effect of interaction on learning outcome. *Anat Record (Part B: New Anat)*. 2005;284B:28-34.
- Liebhardt H, Müller M. Kompetenzzentrum "E-learning in der Medizin" als Beispiel einer strukturellen Einbindung von E-learning in die Hochschulmedizin. In: Bremers C, Kohl E (Hrsg). *E-learning-Strategien und E-learning-Kompetenzen an Hochschulen*. Bielefeld: Bertelsmann Verlag. 2005;S195-200.
- Motteram G. Blended education and the transformation of teachers: a long-term case study in postgraduate UK higher education. *Br J Educ Technol*. 2006;37(1):17-30. DOI:10.1111/j.1467-8535.2005.00511.x.
- Netter FA. *Interaktiver Atlas der Anatomie des Menschen 1.0*. Stuttgart/New York: Georg-Thieme-Verlag; 1999.
- Premkumar K, Hunter W, Davison J, Jennett P. Development of an evaluation tool for multimedia resources in health education. *Int J Med Inform*. 1998;50:243-250. DOI:10.1016/S1386-5056(98)00082-3.
- Singh H. Building effective blended learning programs. *Educ Technol*. 2003;43(6):51-54.
- Sternberger C, Meyer L. Hypermedia-assisted instruction: Authoring with learning guidelines. *Comput Nursing*. 2001;19(2):69-74.
- Wehbe FH, Spickard-III A. How students and faculty interact with a searchable online database of the medical curriculum. Bethesda, MD:AMIA Symposium Proceedings; 2005. S.794.
- Williams AF. An antipodean evaluation of problem-based learning by clinical educators. *Nurse Educ Today*. 1999;19(8):659-667. DOI:10.1054/nedt.1999.0369.

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. Marcus Niewald
Universitätsklinikum des Saarlandes, Klinik für
Strahlentherapie und Radioonkologie, Kirrberger Straße
1, 66421 Homburg/Saar, Deutschland
ramnie@uks.eu

Bitte zitieren als

Niewald M, Hohenberg G, Ziegler R, Rube C. Die Integration eines computerbasierten Anatomie-Lernprogramms im Curriculum der Ausbildung Medizinisch-technischer Assistenten der Fachrichtung Radiologie. GMS Z Med Ausbild. 2009;26(4):Doc40.

Artikel online frei zugänglich unter

<http://www.egms.de/en/journals/zma/2009-26/zma000633.shtml>

Eingereicht: 30.05.2009

Überarbeitet: 18.09.2009

Angenommen: 15.10.2009

Veröffentlicht: 16.11.2009

Copyright

©2009 Niewald et al. Dieser Artikel ist ein Open Access-Artikel und steht unter den Creative Commons Lizenzbedingungen (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/deed.de>). Er darf vervielfältigt, verbreitet und öffentlich zugänglich gemacht werden, vorausgesetzt dass Autor und Quelle genannt werden.