

Autor
Berater
Status
Innovativ
Kategorie
Blick über den Tellerrand

Einsatz von Computern in der medizinischen Aus- und Fortbildung

Dr. Friedrich P. Gauper

Wer kennt nicht diese Situationen: In einem voll besetzten Hörsaal steht der Professor am Pult, wirft über einen Overhead-Projektor Bilder, die aus einem Lehrbuch kopiert wurden, in schwarz-weiß an die Wand und hält einen Monolog, während die Studenten von der postprandialen Müdigkeit übermannt, sanft in Morpheus' Arme entgleiten. Der angehende Facharzt für Chirurgie steht am Tisch und sieht dem erfahrenen Oberarzt zu, der gerade eine Cholezystektomie minimalinvasiv durchführt. Später wird er erst einmal die Kamera halten und dann Schritt für Schritt kleinere Teilbereiche in Angriff nehmen, denn er übt am lebenden Objekt, dem Patienten.

Bevor wir uns der Frage zuwenden, wie moderne Computer hier eine wesentliche Rolle spielen können, soll verdeutlicht werden, worum es beim Lehren und Lernen prinzipiell geht. Es geht um die Vermittlung der drei Komponenten:

- Wissen („Knowledge“), also fachspezifische Kenntnisse aus den Bereichen Anatomie, Physiologie, Pathologie, Pharmakologie usw. einschließlich Werkstoff-, Werkzeug- und Verfahrenskunde,
- Können („Skills“), d. h. praktische beziehungsweise handwerkliche Fähigkeiten,
- Verhalten („Attitude“) im Sinne von Umsetzung und Kommunikation im Team.

Hinzu kommt, dass vom Menschen generell rund 20 % des Gehörten, 30 % des mit dem Auge wahrgenommenen und 50 % des Gehörten und gleichzeitig Gesehenen aufgenommen und als Information im Gehirn abgespeichert wird. Im Vergleich dazu werden

jedoch ganze 90 % dessen in Erinnerung behalten, was wir selbst aktiv tun. Allein daraus müsste eigentlich hervorgehen, dass der klassische Frontalunterricht in der traditionellen Vorlesung ein Auslaufmodell sein sollte.

Entstehung von computerbasiertem Lernen

Es wurde schon früh versucht, den Prozess der Wissensvermittlung zu systematisieren, objektivieren, aber auch zu individualisieren, d. h. der individuellen Lerngeschwindigkeit und den gegebenen Vorkenntnissen Rechnung zu tragen. Den Anfang machte die „programmierte Unterweisung“ (pU), bei der der Trainee einen kurzen Textblock, der gegebenenfalls mit Zeichnungen oder Abbildungen versehen war, durcharbeiten hatte und anschließend eine oder mehrere darauf bezogene Fragen beantworten sollte. Waren die gegebenen Antworten richtig, durfte der nächste Abschnitt in Angriff genommen werden. Diese gedruckten pU ließen sich auch auf die einfachen Computer, wie sie vor rund 30 Jahren mit dem Apple II oder dem IBM Personal Computer zur Verfügung standen, übertragen. Damit war die einfachste Form des computerunterstützten Unterrichts, also die Urform von CAL (computer aided learning) beziehungsweise CBT (computer based training) geboren.

Mit steigender Leistungsfähigkeit der Computer war es möglich, diese zunehmend im Bereich Bildung einzusetzen. Die amerikanischen Unternehmen Control Data Corp. (CDC) und WICAT Systems Inc. waren Pioniere auf diesem Sektor: CDC kommerzialiserte 1976 die Lernplattform PLATO, die über berührungsempfindliche Bildschirme und drei Zentralrechner 500 Trainees parallel versorgen konnte. WICAT Systems sammelte erste CAL-Erfahrungen an

einer speziell konzipierten Grundschule in Utah (USA) und bot bereits Mitte der 1980er Jahre multimediales CBT mit Video (von der großformatigen Videodisk), Grafik-Overlay auf farbigen Touchscreens und digitalisiertem Audio an. Das war mit heutigen E-Learning-Programmen durchaus vergleichbar, jedoch mit horrenden Kosten verbunden und somit vorwiegend Anwendern im Wehrtechnik- und Luftfahrt-Bereich vorbehalten. Der Apple Macintosh setzte etwa zur gleichen Zeit neue Maßstäbe im Hinblick auf die Multimedia-Fähigkeiten und auch der IBM-kompatible PC wurde aufgrund des Windows-Betriebssystems und einer Computer-Mouse immer bedienungsfreundlicher. Ein Ende dieses Trends ist derzeit noch nicht abzusehen und der heutige PC hat ein Niveau erreicht, das kaum noch Einschränkungen bei dessen Anwendung im state-of-the-art E-Learning mit sich bringt.

Vorteile von E-Learning

Das „elektronische Lernen“ mit multimedialen Inhalten, die entweder mittels CD-ROM beziehungsweise DVD oder über das Internet – in diesem Fall besteht zusätzlich die Möglichkeit der Mehrweg-Kommunikation mittels E-Mail, Chat oder in Foren – vermittelt werden, zeigt deutliche Vorteile gegenüber der guten alten Vorlesung. Denn E-Learning:

- Ist kein multimediales Lehrbuch oder Lexikon, sondern setzt Texte, Bilder, Videosequenzen, animierte Grafiken und Audio-Daten Lernzielorientiert ein. Dies bedeutet, dass zur Umsetzung ein fachlicher Experte (subject matter expert) benötigt wird, zudem ein Pädagoge und ein Programmierer, welcher mit dem sogenannten Autorensystem, das alles miteinander verbindet, vertraut ist.

- Ist interaktiv, d. h. der Trainee ist immer aktiv involviert, kann sich nicht passiv zurücklehnen und das Präsentierte an sich vorbeirauschen lassen. Er muss pausenlos dokumentieren, dass er den Stoff verstanden hat, indem er Fragen beantwortet, verschiedene Dinge einander zuordnet, Reihenfolgen aufstellt und ähnliches. Zudem muss er einen Abschnitt automatisch wiederholen, wenn der erforderliche Lernfortschritt nicht erreicht wurde.

- Geht auf Vorkenntnisse ein, wodurch bereits Bekanntes schnell abgehakt werden kann.

- Berücksichtigt die individuelle Aufnahmefähigkeit beziehungsweise Lerngeschwindigkeit.

- Ist unabhängig von Zeit und Ort (sofern ein entsprechender Computer und gegebenenfalls ein Zugang zum Internet vorhanden ist).

- Gestattet Pausen oder Unterbrechungen, wann immer diese nötig sind.

- Erlaubt eine objektive Kontrolle des Lernerfolgs beim Trainee und gleichzeitig ein Feedback für das Entwicklungsteam. Konkret bedeutet dies: Hat jeder Trainee vergleichsweise schlechte Testergebnisse nach einem bestimmten Abschnitt, war eine suboptimale Umsetzung des Stoffes in das E-Learning-Programm der Grund dafür.

- Ist leider nach wie vor vergleichsweise kostenintensiv.

E-Learning ist für die medizinische Ausbildung validiert und im angloamerikanischen Raum etabliert – muss aber immer fest in das Curriculum integriert sein. Es gibt ein fast unüberschaubares Angebot von entsprechenden E-Learning-Programmen, von einfach bis Hightech, von schlecht bis vorzüglich. In Deutschland nimmt der Einsatz erfreulicherweise kontinuierlich zu, jedoch mangelt es teilweise noch an der Integration in das Curriculum sowie an einem umfassenden Programm-Angebot, das im Idealfall alle Inhalte und Fachdisziplinen abdeckt. Es gab bislang einige kooperative, mittels öffentlicher Gelder geförderte Projekte wie beispielsweise LaMedica (ein vom BMBF gefördertes Gemeinschaftsprojekt von fünf Universitäten), die jedoch mangels finanzieller Mittel auf halber Strecke ins Stocken geraten sind.

Konzept des computerunterstützten Lernens

Neben der Vermittlung kognitiver Wissensinhalte mithilfe von E-Learning, können auch die psychomotorischen „Skills“ beziehungsweise die handwerklichen Fähigkeiten mit dem Computer besser als auf

herkömmliche Weise erworben werden. Ähnliches gilt für das Erlernen von Verhaltensweisen. Das Lehrlings-Modell beziehungsweise der Ansatz des „Cognitive Apprenticeship“ lehnt sich an die Vorstellung des Lehrling-Meister-Prinzips aus der handwerklichen Ausbildung an. Die lehrende Person macht dem Lernenden die einzelnen auszuführenden Schritte vor. Durch „lautes Denken“, also durch explizites Erklären der einzelnen Schritte, ihrer Gründe und auch der eventuell auftretenden Abwägungen, wird dem Lernenden das Konzept des „Meisters“ deutlicher. Mit der Zeit übernimmt der Lernende immer mehr Teilaufgaben, da der „Meister“ seinen Beitrag schrittweise verringert und zuletzt nur noch unterstützend und beratend zur Verfügung steht. Der angehende Chirurg in der eingangs beschriebenen Situation unterscheidet sich somit prinzipiell nicht sehr von einem Friseurlehrling, der zunächst das Einseifen lernt und auf diesem Gebiet fehlerfrei arbeiten muss bis er sich der risikoreicheren Nassrasur widmen darf.

Simulationssysteme

Eine möglichst realitätsnahe Simulation über eine hochauflösende Computergrafik und haptische Eindrücke beim Erfassen und Bewegen von Strukturen im Raum versetzt den Aus- oder Fortzubildenden in eine Situation, die reproduzier- und objektivierbar einem Szenario unterschiedlicher Komplexität entspricht und direkte Interaktionen „wie im richtigen Leben“ erforderlich macht. Hinsichtlich solcher Simulationssysteme wird unterschieden zwischen:

Bildschirm-gestützten Simulatoren

Diese basieren vielfach auf hochkomplexen Modellen und simulieren die Umsetzung des erworbenen Wissens unter verschiedensten Bedingungen interaktiv. Ein Beispiel ist die vor etwa 20 Jahren entwickelte und stetig verbesserte Marktstrat-Simulation der Unternehmensberatung StratX (USA-Boston), anhand derer MBA-Studenten oder Führungskräfte in konkurrierenden Teams die Implementierung strategischer Marketingkonzepte simulieren beziehungsweise Erfolg oder Misserfolg über einen Zeitraum von 12 Jahren erfahren können. Modelle wie Body Simulation (Advanced Simulation Corporation, USA-Point Roberts) oder Gas Man® (Med Man Simulations, USA-Chestnut Hill) simulieren die physiolo-

gischen und pharmakologischen Zusammenhänge in der Anästhesiologie.

Task Trainer beziehungsweise Part Scale-Simulatoren

Sie dienen hauptsächlich zum Erlernen und der Übung von handwerklichen Fähigkeiten, wie beispielsweise der Verbesserung der Koordination von Hand und Auge in der minimalinvasiven Chirurgie oder dem Umgang mit entsprechendem Instrumentarium wie Endoskopen oder Werkzeugen für operative Eingriffe am Auge.

Full Scale-Simulatoren

Hierzu zählen beispielsweise Anästhesie- oder Flugsimulatoren (Abb. 1). Full Scale-Simulatoren verknüpfen Wissen, Können und speziell Verhalten und werden deshalb häufig zum Training von komplexen Kommunikations- und Krisenmanagement-Szenarien eingesetzt, die in der Realität nicht gefahrlos geübt werden könnten.



Abb. 1: Die Arbeit mit einem Full Scale-Simulator in der Anästhesie.

Anwendungsgebiete

Anwendung finden Simulatoren schon vergleichsweise lange in der Zivilluftfahrt (Abb. 2): In der Flugausbildung und ein- bis zweimal jährlich beim Befähigungsnachweis von Piloten, aber auch beim Wartungs- und Kabinenpersonal. So gibt es für das Training von Notfallsituationen Simulatoren, die aus Flugzeuigrümpfen mit vollständiger Kabinenausstattung bestehen und über den bei Flugsimulatoren üblichen Stelzenmechanismus für die Simulation einer dreidimensionalen Bewegung verfügen. Damit können die Flugbegleiter die Bekämpfung von Bränden oder das Verhalten bei einem Druckabfall in der Kabine, eine Notlandung mit anschließender Evakuierung des Flugzeugs und andere Szenarien äußerst realitätsnah üben.

Auch Fluglotsen werden anhand entsprechender Simulatoren ausgebildet und in der Raumfahrt ist ihr Einsatz längst Usus. Generell nimmt die Simulation im Verkehrswesen (Schiene, Straße, Wasser) in Analogie zur Luftfahrt kontinuierlich zu, wobei hier vorwiegend das Bedienungs- und Wartungspersonal angesprochen wird wie z. B. Führer von Hochgeschwindigkeitszügen oder U-Bahnen, Stellwerkspersonal, Fahrer von Gefahrguttransporten und Kapitäne.



Abb. 2: Erster Flugsimulator aus dem Jahr 1929, hergestellt von Ed Link (USA).

Im militärischen Bereich und in der Wehrtechnik werden Simulationen zu Trainingszwecken eingesetzt, weil dies trotz hoher Entwicklungskosten wesentlich günstiger und das Training an sich vielfach nur auf diese Weise möglich ist. Auch in der Industrie, speziell bei Großanlagen mit Gefahrenpotential, wie z. B. in der Großchemie oder bei Kernkraftwerken ist der Einsatz von Simulatoren gegeben, damit das Bedienungspersonal die Beherrschung von eventuellen Krisensituationen trainieren kann.

Im privaten Unterhaltungsbereich haben sich mit zunehmender Rechenleistung der PCs, dem erweiterten Angebot von preiswerten, aber leistungsfähigen Grafikkarten und der zunehmenden Verbreitung von haptischen Hard- (Joysticks, Lenkräder/Pedale) und Softwarekomponenten Simulationen einen festen Platz bei den Computerspielen erobert. Besonderer Beliebtheit erfreuen sich hier Flug- und Motorsportsimulationen.

Simulatoren in der Medizin

In der Medizin wird schon seit längerer Zeit versucht, die Aus- und Fortbildung unter Zuhilfe-

nahme von Phantomen zu gestalten und somit nicht den Patienten als Übungsobjekt einzusetzen. Doch haben Modelle wie beispielsweise der Gummiarm zum Üben von Blutentnahmen und dem Setzen eines intravenösen Katheters, das männliche / weibliche Kunststoffbecken (zum Setzen eines Blasenkatheters) oder das Bronchialbaum- beziehungsweise Kolonmodell – zur Durchführung einer Endoskopie – ihre Grenzen hinsichtlich der Realitätsnähe. Ähnliches gilt auch für die Pelvi- oder Box-Trainer für die minimal-invasive Chirurgie. Vor allem fehlte aber bislang die Möglichkeit, dem Auszubildenden eine direkte, aussagekräftige und zugleich qualitative beziehungsweise quantitative Rückmeldung hinsichtlich des Lernerfolgs zu geben.

In der Anästhesie beziehungsweise für das Airway-Management, werden dementsprechend Systeme eingesetzt, die beim Bildschirm-gestützten Simulator beginnen (vergleiche Body Simulation) und beim Full Scale-Simulator enden. Bei Letzterem werden Modellpuppen, die sich bezüglich Spontanatmung, CO₂-Produktion, Atemwege, Auskultation, EKG, Blutdruck, Pulsoximetrie, Körpertemperatur, Lidschlag, Pupillenreaktion usw. realistisch verhalten, als künstliche Patienten im OP von kompletten Operationsteams versorgt. Dabei wird das Geschehen auf Video aufgezeichnet und vom Kontrollraum aus durch eine Einwegspiegelscheibe verfolgt und gesteuert. Es können Notfälle provoziert werden und somit verschiedenste Szenarien im Sinne eines „Acute Crisis Resource Managements“ trainiert werden. Die Unternehmen METI (Medical Education Technologies Inc., USA-Miami) und Laerdal Medical (N-Stavanger) sind in diesem Bereich vertreten.

Auf dem Gebiet der invasiven Verfahren gibt es mittlerweile zahlreiche Simulationssysteme, die trotz ihrer teilweise hohen Komplexität zu den Task Trainern zu zählen sind, da sie hauptsächlich handwerkliche Fertigkeiten vermitteln. Gerade für die minimal-invasive beziehungsweise laparoskopische Chirurgie hat es in letzter Zeit eine Ausweitung des Angebotes gegeben. Surgical Science (S-Göteborg), SimSurgery (N-Oslo), Symbionix (Lod, Israel) und Immersion Medical (USA-Gaithersburg) bieten entsprechende Produkte an, wobei die Spanne der simulierten Verfahren sehr breit ist. Sie reicht von relativ simplen

Übungen, welche die Koordination von Hand und Auge verbessern sowie das Arbeiten in der zweidimensionalen Ebene – entsprechend des auf dem Videomonitor gezeigten Bildes – trainieren, bis hin zur Simulation einer kompletten minimalinvasiven Cholezystektomie oder eines gynäkologischen Eingriffs. Symbionix und Immersion Medical sind zudem in der Endoskopie aktiv (Abb. 3 und 4) und stellen, wie auch Mentice (S-Göteborg), Simulatoren für die interventionelle Kardiologie beziehungsweise Radiologie her (Abb. 5).



Abb. 3: Eine transbronchiale Nadelaspiration am Bronchoskopie-Simulator.

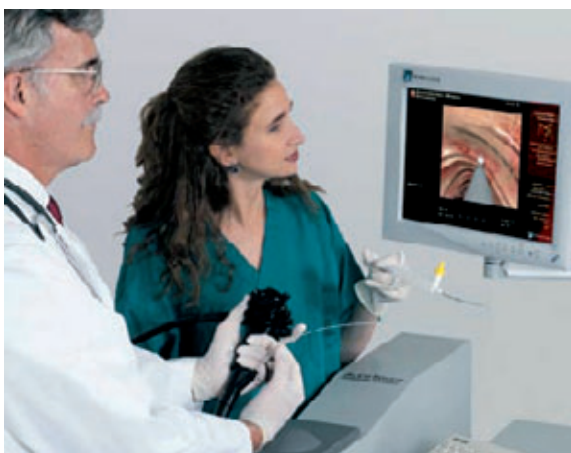


Abb. 4: Durchführung einer Biopsie am Koloskopie-Simulator.

Auch für die Zahnmedizin ist derzeit ein Trainingssimulator verfügbar, der DentSim™ (DenX, Israel). Daneben gibt es zahlreiche Entwicklungen und Projekte im akademischen Bereich und in der angewandten Forschung (z. B. an den Fraunhofer-Instituten), die jedoch noch nicht abgeschlossen sind.



Abb. 5: Simulator für interventionelle Kardiologie / Radiologie.

Die computergestützte Simulation

- erlaubt dem Trainee in stressfreiem Umfeld mit individueller Geschwindigkeit zu lernen, wobei situationsbedingter Stress bei Bedarf induzierbar ist.
- gestattet die Wiederholung von standardisierten Trainings-Szenarien beliebig oft und jederzeit.
- beinhaltet je nach Erfordernis die Elemente Wissen, Können und Verhalten.
- ermöglicht eine objektive und zugleich qualitative / quantitative Beurteilung des Trainees.
- kann Situationen beziehungsweise Komplikationen beinhalten, die in der Realität selten, dann aber von dramatischer Bedeutung sind.
- vermeidet jede Gefährdung von Leib und Leben oder teurem Gut.
- ermöglicht durch ausgeprägte haptische Eindrücke die Erzeugung von Realitätsnähe im Sinne von Fühlen, Hören und Sehen.
- ist gut validiert, aber nicht ausreichend standardisiert (Systeme unterschiedlicher Hersteller stellen unterschiedliche Anforderungen).
- ist – subjektiv gesehen – kostenintensiv.

Zukunftsprognose und Zusammenfassung

Nach Auffassung von Sir Alfred Cushieri, Prof. em. der University of Dundee, Schottland, und Doyen der laparoskopischen Chirurgie, wird der Einsatz von Simulatoren neben einer breiten Anwendung in der Aus- und Fortbildung zukünftig eine deutliche Rolle bei Qualifikation und Befähigungsnachweis einnehmen. Im einen Fall bedeutet dies eine Hilfestellung bei der Berufswahl („Hat der Proband zwei linke Hände oder das handwerkliche Potential zum erfolgreichen Chirurgen?“), im anderen Fall ein Szenario, das z. B. für den fliegenden Piloten schon lange Routine geworden ist, nämlich die berufliche Qualifikation in praxi immer aufs Neue nachzuweisen.

E-Learning und Simulation helfen nicht nur, das im medizinischen Alltag erforderliche Wissen, Können und Verhalten effizient und effektiv zu vermitteln. Vielmehr geben sie dem Arzt eine zusätzliche Sicherheit für seinen ersten „Einsatz“ am Patienten

und vermitteln jenem wiederum das Gefühl, nicht als lebendes Übungsobjekt zu dienen. ■

Dr. rer. nat.
Friedrich P. Gauper
Laudenbach, Deutschland



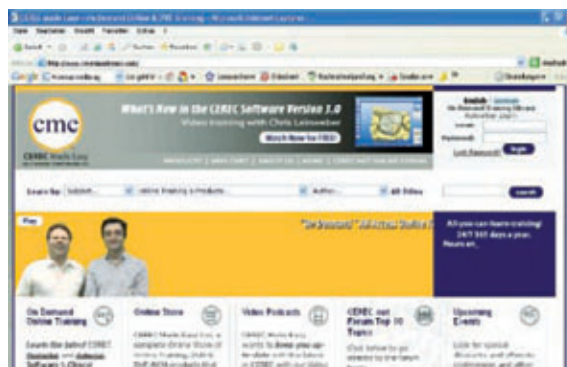
- studierter Biochemiker
- seit über 30 Jahren im Bereich Health Care tätig
- seit 1982 Spezialgebiet Aus- und Fortbildung
- Aufbau und Leitung des europäischen Trainingszentrums sowie der fünf Tochterzentren eines internationalen Medizintechnik-Unternehmens
- seit 2000 beratende Funktion auf dem Gebiet Virtual-Reality-Simulation in der Medizin

Kontakt
fpgauper@aol.com

web-tipp

CEREC: Neue Ära der Online-Fortbildung

Unter dem Titel „On Demand – All Access – Online Training“ haben die CEREC-Spezialisten cerec.net und CEREC Made Easy gemeinsam eine Internetplattform für die CEREC-Fortbildung entwickelt. Abonnenten haben rund um die Uhr die Möglichkeit, die Trainingseinheiten, die vormals nur auf DVD erhältlich waren, im Internet anzuschauen. Das videobasierte Training ermöglicht es, die Training Tutorials im eigenen Tempo und beliebig oft durchzuarbeiten. Abhängig von der Art des Abonnements erhalten die Nutzer Zugang zu verschiedenen Lehr-einheiten aus der CEREC Made Easy-Trainingsreihe – insgesamt mehr als 40 Stunden Videomaterial. Der Abonnent wird vom Einsteiger zum fortgeschrittenen Anwender geschult oder kann sich gezielt weiterbilden. Zusätzlich informieren die CEREC Made Easy Video Podcasts zweimal wöchentlich über neue Produkte und Trainingsmethoden und präsentieren Fallbeispiele sowie Interviews.



Ein kostenloses Abonnement ermöglicht den Zugriff auf ausgewählte Trainingseinheiten, Tutorials und Video Podcasts. Die „All Access“-Abonnements für unbegrenzten Zugriff auf alle Funktionen liegen zwischen 300 US-Dollar für 90 Tage und 999 US-Dollar für ein Jahr beziehungsweise 1.199 US-Dollar für ein Jahresabonnement im Premiumbereich.

www.cerecmadeeasy.com