Ein OPG-gesteuertes Serious Game zur Unterstützung von mundmotorischen Übungen

Simon Preuß, Cornelia Eckers, Peter Birkholz und Christiane Neuschaefer-Rube

Klinik für Phoniatrie, Pädaudiologie und Kommunikationsstörungen,
Universitätsklinikum RWTH Aachen, RWTH Aachen University
{sipreuss, ceckers, pbirkholz, cneuschaefer}@ukaachen.de

Kurzfassung: Die vorliegende Arbeit präsentiert ein Serious Game, das der Unterstützung mundmotorischer Übungen, insbesondere zur Stärkung der Zungenmuskulatur, dient. Durch ein von uns entwickeltes System zur Optopalatographie (OPG) werden dazu die Zungenbewegungen des Patienten erfasst und zur Steuerung des Spiels verwendet. Das entwickelte Spiel enthält eine grafische Oberfläche mit einer leicht verständlichen Aufgabe und ist vor allem an jüngere Anwender gerichtet. Die spielerische Umsetzung der therapeutischen Übung als Serious Game verspricht eine höhere Motivation und Trainingsbereitschaft des Patienten, während die Kompaktheit und Portabilität des OPG-Systems auch eine Anwendung im Heimbereich und so regelmäßige und häufige Übung ermöglicht. Wir schließen mit der Feststellung, dass unser OPG-System ein geeignetes Eingabegerät für ein Therapiespiel darstellt und weitere Studien zum therapeutischen Nutzen dringend wünschenswert sind.

1 Theoretischer Hintergrund

1.1 Relevanz der Zungenmuskulatur für das Schlucken und Sprechen

Die Beweglichkeit und Koordinationsfähigkeit der Zunge spielt eine wichtige Rolle für die Primärfunktion des Schluckens und die Sekundärfunktion des Sprechens (z.B. [18]).
Ein physiologischer Schluckvorgang ist ein hochkomplexer Koordinationsakt, bei dem die innere und äußere Zungenmuskulatur in zeitlich wohldefinierter Abfolge zusammenspielen, um den Bolus in Richtung Ösophaguseingang zu befördern [6, 24]. Beim Sprechen, d.h. bei der Artikulation, tragen die exakte Formung und das Anlegen unterschiedlicher Zungenbereiche an verschiedene Artikulationsorte im Vokaltrakt (z.B. Gaumen, Zähne) durch Kontraktion verschiedener äußerer und innerer Zungenmuskeln einen wesentlichen Teil zur Verständlichkeit der zu produzierenden Laute bei [18].

1.2 Mundmotorische Übungen

In der Sprechdiagnostik von Kindern zeigen sich beim Schlucken und/oder Sprechen häufig Auffälligkeiten, die aus einer fehlerhaften Zungekoordination, häufig kombiniert mit muskulärer Schwäche, resultieren. Allgemein bezeichnet man eine Beeinträchtigung der Muskelkraft und -funktion des Mund- und Rachenraumes als eine myofunktionelle Störung [25]. Sowohl der Schluckvorgang als auch die Verständlichkeit verschiedener Sprachlaute können dadurch beeinträchtigt sein [18].
Zur Verbesserung der Symptome schließt sich in der Regel eine logopädische Therapie an, die vorrangig das Training der Zungenmuskulatur umfasst. Es handelt sich hierbei um eine myofunktionelle Therapie, die sog. mundmotorische Übungen beinhaltet. Diese Übungen zielen

darauf ab die Muskelkraft so zu steigern, dass ein physiologisches Schluckmuster bzw. eine physiologische Artikulation ermöglicht wird (z.B. [18]).
In der Literatur werden zahlreiche Übungen und Konzepte vorgeschlagen, wie z.B. das Heidelberger Gruppenkonzept für myofunktionelle Störungen (GRUMS) [19], die Padovan-Methode [21] oder die klassische Myofunktionelle Therapie nach Garliner [15] oder Kittel [18]. Letztere bietet u.a. verschiedene Übungen speziell für den Bereich der Zunge an. Die Zunge ist ein wichtiges an der Artikulation beteiligtes Instrument (siehe Abschnitt 1.1). Während des Sprechens muss die Zunge im kontinuierlichen Ablauf verschiedene Artikulationsorte erreichen. Eine günstige Voraussetzung für die Kräftigung der Zungenmuskulatur sind eine gute mundmotorische Geschicklichkeit und Beweglichkeit, welche z.B. durch oralperzeptive stereognostische Spiele gefördert werden können [7]. Zur direkten Verbesserung der Zungenmuskelkraft wird in der Regel erst die Zungenruhelage trainiert. Die physiologische Ruhelage der vorderen Zungenpartie befindet sich direkt hinter den oberen Schneidezähnen am Alveolarrand, d.h. an der Papilla Incisiva (dem vorderen harten Gaumen) [13]. Der Patient lernt in der Therapie die Zunge für einen immer längeren Zeitraum am richtigen Platz zu halten, bis sich dieser Vorgang automatisiert. Weitere Übungen mit dem Ziel der Steigerung der für das Schlucken und die Artikulation relevanten Zungenmuskulatur sind z.B. das Zähne zählen, das langsame Kreisen der Zunge über die Außenseite der Zähne sowie das abwechselnde strecken der Zunge in Richtung Nase, Kinn und Ohren. Auch Übungen gegen Widerstand, z.B. mit einem Spatel, werden eingesetzt, um die gesamte Muskulatur trainieren zu können. Eine große Rolle für das Erlangen eines physiologischen Schluckmusters spielen auch Ansaugübungen. Beim Schlucken formen die Zungenränder eine Schüssel, in welcher der Bolus durch ellipsenförmiges Andrücken des Zungenvorder- und mittelteils an den Gaumen nach hinten transportiert wird [6]. Bei den Ansaugübungen handelt es sich meistens um Übungen, bei denen durch die Kräftigung der Muskulatur der Zungenmitte sowie der Zungenränder auch der für das Schlucken erforderliche Unterdruck erzeugt wird [18]. Ein Fehlschlag des physiologischen Schluckvorgangs kann u.a. auch mit der geringeren Hebung des Zungenrückens zusammenhängen, so dass es zu einem vorzeitigen Bolusverlust in den Pharynx kommt. Dies beobachtet man vor allem bei neurogen erworbenen Schluckstörungen [24]. Ansaugübungen und gezielte Übungen zur Stärkung der Zungenrückenmuskulatur können helfen die Symptomatik zu verbessern. Dazu gehören z. B. Übungen, bei denen die Zunge für längere Zeit in der Position des Lautes [k] oder [g] gehalten werden soll [17].
Die Wirksamkeit einer Therapie mit mundmotorischen Übungen setzt ein regelmäßiges konsequentes Beüben der Zungenmuskulatur im häuslichen Umfeld über die üblichen 1-2 Therapieeinheiten pro Woche in der Praxis hinaus voraus [25]. Dies verlangt gerade Schulkindern und Eltern eine hohe Motivation ab. Darüber hinaus ist es wichtig, dass die Übungen korrekt durchgeführt werden, um nicht durch wiederholtes inkorrektes Üben eine Fehleinstellung der Zungenmuskulatur und Zungenbeweglichkeit zu trainieren. Da viele Übungen innerhalb des Mundes realisiert werden, ist es für den behandelnden Therapeuten und die Eltern eher schwierig Rückmeldung über die Richtigkeit der Übungsausführung und somit das Kind durch verbales Feedback oder andere Weise zu belohnen, da die Einsicht in das Innere des Mundes während der Übungen eingeschränkt sein kann. Aus den genannten Gründen ist eine sich aus oben beschriebenem Material ergebende Übung in zwei verschiedenen Modi zur Verbesserung der Geschicklichkeit sowie der Kräftigung der Zungenmuskulatur mit der im Folgenden beschriebenen Technik umgesetzt worden.

1.3 Optopalatographie

Zur Stärkung der Eigenmotivation und zur verbesserten Kontrolle der Ausführung der Übungen zur Steigerung der Zungenkraft wurde im Rahmen dieses Projektes mithilfe der Technik der Optopalatographie ein Serious Game entwickelt, das Kinder beim Training der Zungenmuskulatur unterstützt. Die OPG ist eine minimal-invasive Methode zur Messung des Abstands zwischen Zunge und hartem Gaumen. Sie nutzt hierzu eine an den Probanden angepasste dünne ($\leq 0.5\,\mathrm{mm}$) Gaumenplatte, die mit mehreren optischen Abstandssensoren bestückt wird. Jeder dieser optischen Sensoren besteht aus einer Infrarot-LED und einem Phototransistor. Während einer Messung senden die LEDs nacheinander einen engen Strahl Infrarotlicht aus, der von der Oberfläche der Zunge unterhalb des harten Gaumens reflektiert wird. Der jeweilige Phototransistor wandelt das reflektierte Licht durch eine Detektorschaltung in eine Spannung, die monoton mit der Intensität und damit dem Abstand der reflektierenden Zungenoberfläche variiert (s. Abb. 1). Chuang und Wang [11] präsentierten 1978 das erste Design eines OPG-Systems. Das Prinzip wurde von Fletcher et al. in den 80er Jahren [14] und von Wrench et al. [26, 27] in den 90ern weiterentwickelt. Die Technik wird in der Regel zur Erkennung von Sprachlauten bzw. zur Erkennung der Zungenbewegung bei unterschiedlichen Sprachlauten eingesetzt. Ziel der Entwicklung und Verwendung dieser Technik ist ähnlich wie bei der Elektropalatographie (für eine Übersicht siehe [16]) und der kombinierten EPG und OPG [9] der Einsatz in der Sprechdiagnostik und -therapie bei Patienten mit sowohl Sprech- als auch Schluckstörungen.

1.4 Serious Games

Der Begriff Serious Games beschreibt eine Klasse von (zumeist Video- und Computer-) Spielen, die neben dem Zweck der reinen Unterhaltung weitere Ziele, wie etwa Bildung, Erziehung oder Therapie des Spielers, verfolgen. Die eigentlichen Ziele werden dabei aber im Gegensatz zu klassischer Therapie- oder Bildungssoftware durch die unterhaltsam spielerische Präsentation mehr oder weniger stark maskiert und sollen vom Spieler unbewusst erreicht werden. Serious Games existieren vor allem im Kontext politischer (z.B. [2, 3]) und technischer oder sozialer Bildung (z.B. [5, 4]), aber auch im medizinischen Bereich halten sie zunehmend Einzug (z.B. [20]). Ein großer Vorteil von Serious Games in der medizinischen Therapie gegenüber klassischen Biofeedbackverfahren ist die leichte Zugänglichkeit. Die spielerische Herangehensweise verspricht eine höhere Motivation und eine größere Übungsbereitschaft vor allem für junge Patienten.

2 Methode

Der von uns entwickelte Prototyp eines OPG-Systems verfügt über fünf optische Sensoren entlang der Mittellinie des harten Gaumens und ist in der Lage, in Echtzeit ein OPG mit einer Framerate von 100 Hz aufzunehmen [10, 8, 22] (s. Abb. 1).

Die fünf so gewonnenen Punkte entlang der Zungenkontur im vorderen Teil der Mundhöhle konnten außerdem mittels multilinearer Regression durch weitere Punkte im hinteren Bereich der Mundhöhle zu einer vollständigen Beschreibung der mediosagittalen Zungenkontur erweitert werden, die in einem zweidimensionalen Animationsmodell dargestellt wird [23]. Diese Technik wurde nun als Grundlage in ein Serious Game als Biofeedback-Verfahren für Kinder zur Unterstützung der myofunktionellen Therapie integriert.

Das Spiel ist mithilfe des Frameworks wxWidgets 2.8 [1] in der Programmiersprache C++ entwickelt worden. Im Wesentlichen besteht es aus zwei Ansichten, zwischen denen jederzeit gewechselt werden kann: dem Echtzeit-Vokaltraktfeedback (s. Abb. 2 (a)) und dem eigentlichen

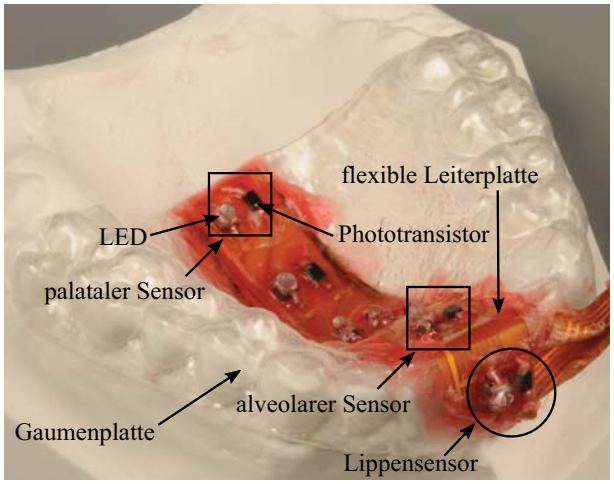

Abbildung 1 - Gaumenplatte mit optischen Abstandssensoren des von uns entwickelten OPG-Systems.

Spielbildschirm (s. Abb. 2 (b)).

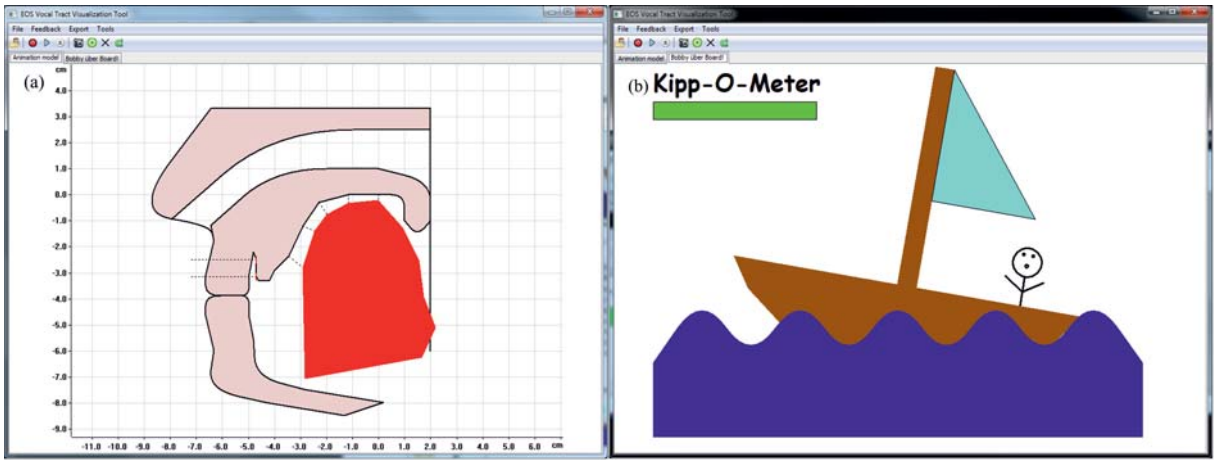

Abbildung 2 - (a) Ansicht des Echtzeit-Vokaltraktfeedbacks (b) Hauptspielbildschirm.

Das Vokaltraktfeedback ist in erster Linie als “Expertenansicht” an den Therapeuten gerichtet und zeigt die durch multilineare Regression erweiterte Zungenkontur und die Lippenöffnung in Echtzeit mit einer maximalen Framerate von 100 Hz (vgl. [23]). In dieser Ansicht kann der Therapeut die Zungenbewegungen des Spielers beobachten und so einen korrekten Übungsverlauf sicherstellen.

Der eigentliche Hauptbildschirm, die Spielansicht, zeigt ein geschlechtsneutrales Strichmännchen auf einem simplifizierten Segelboot auf hoher See. Nach Start des Spiels beginnt das Boot sich zu neigen und droht zu kippen. Durch aufgeregter werdende Mimik und Gestik des Strichmännchens und durch einen Farbbalken (das “Kipp-O-Meter”, das sich je nach Neigungswinkel von grün über gelb zu rot verfärbt) wird eine alarmierende Situation erzeugt und der Spieler zum Einschreiten animiert. Tut er dies nicht, erreicht das Boot nach einiger Zeit einen kritischen Neigungswinkel von 35° und gilt damit als gekentert (Spiel ist beendet). Dabei unterscheidet das Spiel zwei Modi: den Geschicklichkeitsmodus und den Ausdauermodus.

Beiden Modi gemein ist die Art und Weise der Steuerung des Spiels: Um das Boot vorm Kentern zu bewahren, muss der Spieler eine von zwei Zungenpositionen einnehmen, die durch das

OPG-System erfasst wird. Neigt sich das Boot nach links herunter, muss die Zunge nahe an den alveolaren Sensor gebracht werden (z.B. durch die Artikulationsstellung für [t]), um das Boot zu stützen. Bei einer Neigung nach rechts muss die Zunge dem palatalen Sensor angenähert werden (z.B. durch die Artikulationsstellung für [k], vgl. Abb. 1 und Abb. 3).

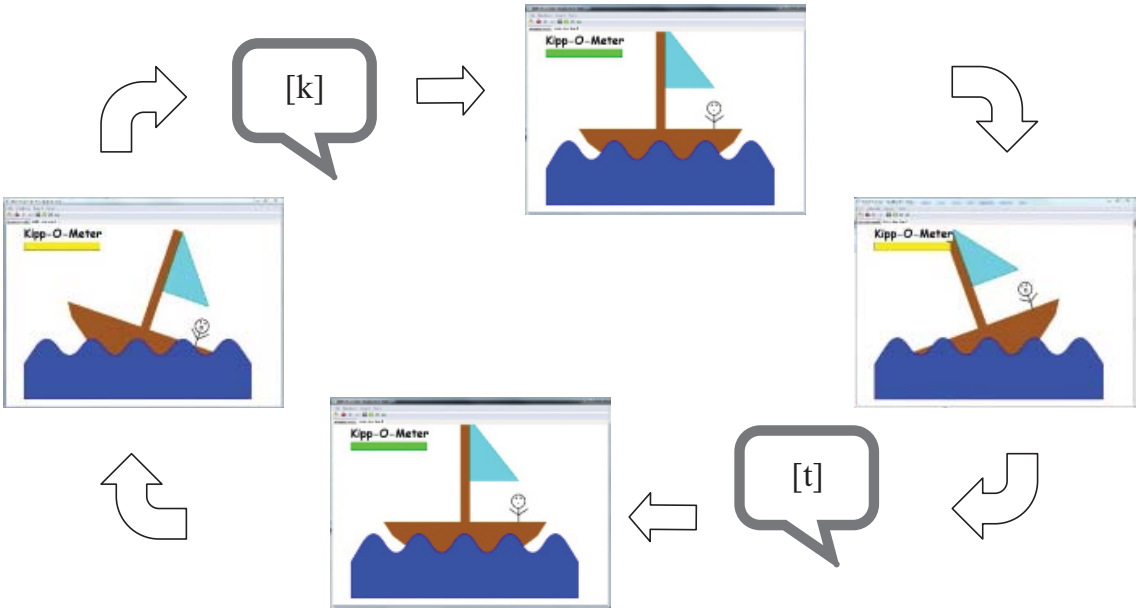

Abbildung 3 - Grundprinzip des Spiels in beiden Modi: Das Boot droht zu kentern und muss durch rechtzeitiges Einnehmen einer bestimmten Zungenposition wieder horizontal ausgerichtet werden.

Im Geschicklichkeitsmodus dreht das Boot sich nun wieder in die Ruhelage, solange der Spieler die richtige Zungenposition hält. Anschließend beginnt das Spiel wieder von vorne. Bei schneller Reaktion des Spielers, wenn er also bereits bei kleinen Neigungswinkeln erfolgreich einschreitet, ist die Haltezeit der Zungenpositionen relativ gering. Trainiert wird allerdings das schnelle Anfahren definierter Punkte am Gaumen mit der Zunge, also die Mobilität der Zunge. Im Ausdauermodus dagegen wird das Boot nach Erkennung der korrekten Zungenposition in seiner aktuellen Position für eine wählbare Zeit gehalten, solange die Zungenposition ebenfalls aufrecht erhalten wird. Damit ist unabhängig von der Reaktionszeit des Spielers eine definierte Haltezeit für jede Übung möglich, womit gezielt die Ausdauer der Zungenmuskulatur gestärkt werden soll. Bei jedem Spielstart kann zwischen den beiden Modi frei gewählt und ggf. die Haltezeit für [t] und [k] unabhängig voneinander angegeben werden. Damit lässt sich die auch für gesunde Sprecher schwer über längere Zeit haltbare Position des [k] kürzer fordern. Im Kontext der in Abschnitt 1.2 beschriebenen in der Therapie etablierten Übungen eignet sich der Ausdauermodus also besonders eine Therapie nach Kittel [18] zu unterstützen, indem stufenweise und erfolgsabhängig die Haltezeiten erhöht werden. Der Geschicklichkeitsmodus kann, wie in Abschnitt 1.2 beschrieben, die als günstige Voraussetzung angesehene Geschicklichkeit und Beweglichkeit der Zunge fördern oder nach erfolgreichem Aufbau der Zungenkraft zum Erhaltungstraining und zur für den Benutzer unterhaltsamen Fertigkeitsprobe angeschlossen werden.

3 Diskussion und Aussicht

Im Rahmen des vorliegenden Projekts wurde ein Serious Game entwickelt, das einen Patienten bei mundmotorischen Übungen, besonders bei der Stärkung der Zungenmuskulatur, unterstützt. Das Spiel nutzt ein in [23] vorgestelltes durch multilineare Regression erweitertes OPG-System als Eingabemethode zur Steuerung mit der Zunge.
Es handelt sich bei dem Serious Game um ein noch nicht evaluiertes Verfahren, so dass die therapeutische Wirksamkeit dieses Spiels auf die Zungenmuskulatur und weiterführend auf das Schluck- und Sprechverhalten nicht nachgewiesen und dementsprechend ausschließlich vermutet werden kann. Aus der Literatur heraus ergibt sich allerdings die Hypothese, dass die Technik kombiniert mit dem Serious Game sowohl zur Stärkung der Motivation [12] als auch der Zungenmuskulatur beiträgt. Dieser Hypothese kann durch zukünftige Einzelfalluntersuchungen im Rahmen einer therapeutischen Indikation nachgegangen werden. Auch die Benutzerfreundlichkeit sollte an Eltern und Kindern überprüft werden. Zum jetzigen Zeitpunkt ist auch noch nicht hinreichend geklärt, in welcher Altersstufe das Spiel eingesetzt werden kann, d.h. es ist fraglich ab welchem Alter das Spiel verstanden und durchgeführt werden kann und bis zu welchem Alter das Spiel die Motivation zu mundmotorischen Übungen fördert. Dies soll ebenfalls durch Befragung verschiedener Einzelfälle evaluiert werden. Dabei muss sich auch die Gebrauchstauglichkeit der Hardware in der Praxis und in den Händen von fachlich unkundigen Nutzern beweisen. Auch die Kosten für die Anpassung einer für das Spiel notwendigen Gaumenplatte müssen einkalkuliert und deren Verhältnis zum Therapiegewinn abgewogen werden. An einer kostengünstigen Variante des OPG-Systems, dass keine angepasste Gaumenplatte benötigt, wird derzeit gearbeitet. Neben der Notwendigkeit der Evaluation des Spiels an Kindern verschiedener Altersgruppen bietet das Spiel viele weitere Möglichkeiten. Die graphische Oberfläche ist weiterhin ausbaubar. Sie könnte zur möglichen weiteren Steigerung der Motivation auch unterschiedliche für Kinder interessante Themen anbieten. So könnte das Boot zum Beispiel als Piratenboot texturiert oder das gleiche Spielprinzip durch eine Prinzessin in einem schwankenden Turm umgesetzt werden. Der Schwierigkeitsgrad und die Haltezeiten im Ausdauermodus könnten zudem dynamisch an die Geschicklichkeit des Spielers angepasst werden um ihn stets im richtigen Maße zu fordern. Der Bildschirm des Vokaltraktfeedbacks könnte außerdem in ein eigenes Fenster verlagert werden, so dass der Therapeut gleichzeitig zum Spiel, etwa auf einem zweiten Bildschirm, die Zungenbewegung überwachen könnte. Eine Funktion zum Datenexport (Gesamtspielzeit, Zeit pro Spielsitzung, Erfolgsquote, Anzahl der Niederlagen, rohe OPG-Daten etc.) würde eine ausgiebige Analyse der Nutzungsgewohnheiten für die Weiterentwicklung des Systems erleichtern und den Therapeuten bei der Übungsbetreuung unterstützen.

Literatur

[1] *wxWidgets - Cross-Platform GUI Library*. `http://www.wxwidgets.org`. [Online; abgerufen 14-Januar-2014].

[2] *Democracy. Poitech Games*. `http://www.positech.co.uk/democracy/`, 2005. [Online; abgerufen 22-Oktober-2013].

[3] *Global Conflict: Palestine. Serious Games Interactive*. `http://www.globalconflicts.eu/`, 2007. [Online; abgerufen 22-Oktober-2013].

[4] *FloodSim. Plygen*. `http://playgen.com/play/floodsim/`, 2008. [Online; abgerufen 22-Oktober-2013].

[5] *Microsoft Flight. Microsoft Studios*. http://www.microsoft.com/games/flight/, 2012. [Online; abgerufen 22-Oktober-2013].

[6] BARTOLOME, G., D. BUCHHOLZ, H. FEUSSNER, C. HANNIG, S. NEUMANN, C. PEHL, M. PROSIEGEL, A. WUTTGE-HANNIG und H. SCHRÖTER-MORASCH (HRSG.): *Schluckstörungen: Diagnostik und Rehabilitation*. Elsevier, Urban und Fischer, München, 4 Aufl., 2010.

[7] BIGENZAHN, W.: *Orofaziale Dysfunktionen im Kindesalter*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1995.

[8] BIRKHOLZ, P., P. DAECHERT und C. NEUSCHAEFER-RUBE: *Advances in combined electro-optical palatography*. In: *Proc. of Interspeech*, Portland, Oregon, USA, 2012.

[9] BIRKHOLZ, P. und C. NEUSCHAEFER-RUBE: *Combined optical distance sensing and electropalatography to measure articulation*. In: *Proc. of Interspeech*, S. 285–288, Florence, Italy, 2011.

[10] BIRKHOLZ, P. und C. NEUSCHAEFER-RUBE: *A new artificial palate design for the optical measurement of tongue and lip movements*. In: WOLFF, M. (Hrsg.): *Studientexte zur Sprachkommunikation: Elektronische Sprachsignalverarbeitung 2012*, Dresden, Germany, 2012. TUDPress.

[11] CHUANG, C. und W. WANG: *Use of optical distance sensing to track tongue motion*. Journal of Speech and Hearing Research, 21:482–496, 1978.

[12] EGENFELDT-NIELSEN, S.: *Overview of research on the educational use of video games*. Digital Kompetanse, 3(1):184–213, 2006.

[13] FISCHER-VOOSHOLZ, M. und U. SPENTHOF: *Orofaziale Muskelfunktionsstörungen: Klinik, Diagnostik, ganzheitliche Therapie*. Springer Verlag, Berlin, 2002.

[14] FLETCHER, S., M. MCCUTCHEON, S. SMITH und W. SMITH: *Glossometric measurements in vowel production and modification*. Clinical Linguistics and Phonetics, 3(4):359–375, 1989.

[15] GARLINER, D.: *Myofunktionelle Therapie in der Praxis*. Karl F. Haug Fachbuchverlag, Heidelberg, 1989.

[16] HARDCASTLE, W., W. JONES, C. KNIGHT, A. TRUDGENO und G. CALDER: *New developments in electropalatography. A state-of-the-art report*. Clinical Linguistics and Phonetics, 3(1):1–38, 1989.

[17] HOTZENKÖCHERLE, S.: *Funktionelle Dysphagie-Therapie. Ein Übungsprogramm*. Schulz-Kirchner Verlag, Idstein, 2003.

[18] KITTEL, A. M.: *Myofunktionelle Therapie*. Schulz-Kirchner Verlag, Idstein, 2007.

[19] LLERAS, B. und L. MÜLLER: *MFT kann auch Spaß machen. GRUMS (Heidelberger Gruppenkonzept für myofunktionelle Störungen)*. Forum Logopädie, 1:11–13, 1993.

[20] NINTENDO: *Wii Fit*. http://wiifit.com/, 2007. [Online; abgerufen 22-Oktober-2013].

[21] PADOVAN, B.: *Die Schluckfehlfunktion*. Ortodontia, 9(1 and 2), 1976.

[22] PREUSS, S., C. NEUSCHAEFER-RUBE und P. BIRKHOLZ: *Prospects of EPG and OPG sensor fusion in pursuit of a 3D real-time representation of oral cavity*. In: WOLFF, M. (Hrsg.): *Studientexte zur Sprachkommunikation: Elektronische Sprachsignalverarbeitung 2013*, Dresden, Germany, 2013. TUDPress.

[23] PREUSS, S., C. NEUSCHAEFER-RUBE und P. BIRKHOLZ: *Real-time control of a 2D animation model of the vocal tract using optopalatography*. In: *Proc. of Interspeech*, Lyon, France, 2013.

[24] PROSIEGEL, M. und S. WEBER: *Dysphagie. Diagnostik und Therapie. Ein Wegweiser für kompetentes Handeln*. Springer Verlag, Heidelberg, 2010.

[25] WENDLANDT, W.: *Sprachstörungen im Kindesalter: Materialien zur Früherkennung und Beratung*. Thieme, Stuttgart, 2010.

[26] WRENCH, A., A. MCINTOSH und W. HARDCASTLE: *Optopalatograph (OPG): A New Apparatus for Speech Production Analysis*. In: *4th International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP 1996)*, Philadelphia, PA, USA, 1996.

[27] WRENCH, A., A. MCINTOSH und W. HARDCASTLE: *Optopalatograph: Development of a Device for Measuring Tongue Movement in 3D*. In: *EUROSPEECH '97*, Rhodes, Greece, 1997.