2 Anforderungen

Um den Stoff bestmöglich zu vermitteln, sollen Gestaltung und Präsentation des Unterrichts auf pädagogischen Lerntheorien beruhen. Es soll eine Interaktion mit dem Schüler stattfinden. Dazu zählen vom Lehrer veranlasste Testsituationen, Fragen des Schülers und die Interaktion mit 3D-Modellen. Verlauf, Inhalt und Gestaltung des Unterrichts sollen sich dem Schüler anpassen, um einen maximalen Lernerfolg zu erzielen. Der Lehrer soll emotional auf die Handlungen des Schülers reagieren. Der Charakter des Lehrers soll konfigurierbar sein. So kann ein realer Lehrer nachgebildet oder eine besonders für einen bestimmten Schüler geeignete Lehrerpersönlichkeit erstellt werden. Der Lehrer soll durch einen virtuellen, realistisch aussehenden Charakter dargestellt, um den realen Unterricht zu imitieren und dem Schüler eine vertraute Umgebung zu bieten. Für einen realistischen Charakter spricht außerdem seine der Situation angemessene Ästhetik, die ein comichafter Charakter nicht besitzt.

3 Unterrichtsablauf

Modul 1 steuert den Ablauf einer Unterrichtseinheit. Es bestimmt die Aussagen und Handlungen des Lehrers, inhaltliche Nuancen des Unterrichts sowie die Reihenfolge der Unterrichtskomponenten. Darüber hinaus passt es den Unterricht an den Schüler an.

3.1 Didaktik

Der Ablauf einer virtuellen Unterrichtsstunde (Abb. 1) folgt Konzepten aus der Schuldidaktik [Web2001]. Der Unterricht beginnt mit einer Einleitung des Lehrers zum Thema. Es wird überprüft, ob der Schüler über das nötige Wissen verfügt, um den Stoff verstehen zu können. Weist der Schüler Wissenslücken auf, so wird ihm das fehlende Wissen vermittelt. Anschließend motiviert der Lehrer die Schüler für die Unterrichtsstunde, z.B. durch eine Problemstellung. Lehrer und Schüler können gemeinsam eine Hypothese zur Lösung des Problems bilden. Die Lösung eines Problems stellt ein sogenanntes "Feinziel" dar. Nach der Erarbeitung eines Feinziels folgt eine kurze Zusammenfassung durch den Lehrer, um den Stoff zu festigen. Anschließend wird kontrolliert, wieviel der Schüler verstanden und behalten hat ("Lernzielkontrolle"). Besteht der Schüler die Lernzielkontrolle nicht, wird das Feinziel erneut bearbeitet. Hat der Schüler das Lernziel erreicht, so wird das nächste Feinziel erarbeitet. Dies geschieht solange, bis alle Feinziele vom Schüler erreicht sind. Den Abschluss der Unterrichtsstunde bilden ein Test bei dem der Schüler bewertet wird und ein Schlusswort des Lehrers.

3.2 Das Unterrichtsskript

Das Skript einer Unterrichtstunde enthält Aussagen und Aktionen, die eine Unterrichtsstunde realisieren. Es ist entsprechend der Didaktik in Situationen eingeteilt. Jede Aussage setzt sich aus atomaren Abschnitten zusammen. Ein Abschnitt besteht aus dem von einem virtuellen Lehrer zu sprechenden Text, sowie XML-Markierungen. Diese Markierungen synchronisieren nonverbales Verhalten und

Positionswechsel des Charakters mit der Sprache oder starten Aktionen in der virtuellen Lehrumgebung. So kann z.B. ein Video auf einer Projektionswand abgespielt werden.

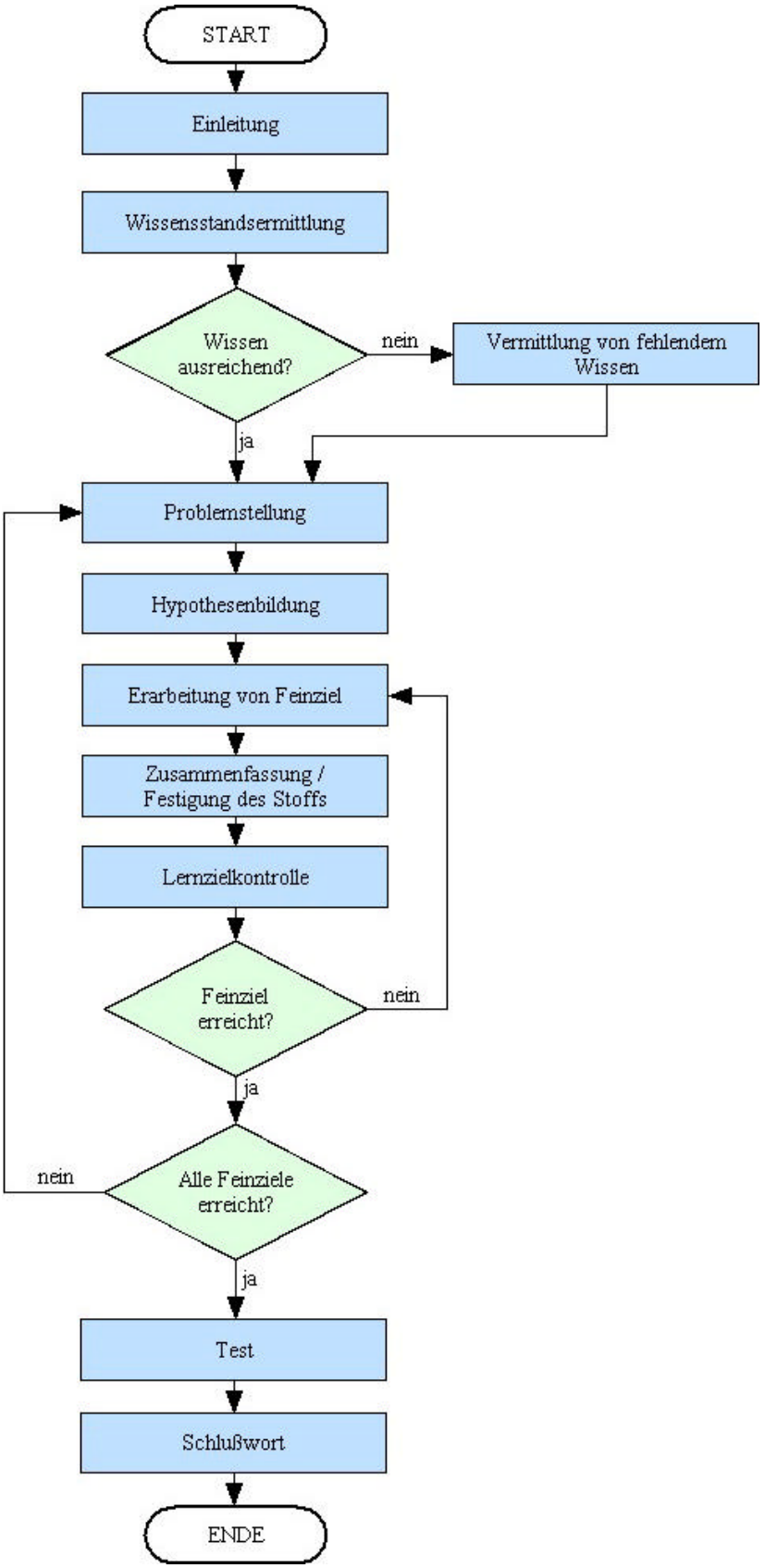

Abbildung 1: Unterrichtsablauf

Die Ausgabe eines Abschnittes kann nicht unterbrochen werden. Die Länge ergibt sich aus Minimaldauern, die z.B. durch die Mimik vorgegeben sind oder aus Anforderungen des text-to-speech Systems. Eine Aussage kann Varianten von Abschnitten enthalten, wobei Unterschiede durch Auswahlparameter beschrieben werden (siehe 3.3). Jedes Unterrichtsskript richtet sich nach einem XML Schema, das als Template dient (siehe 7).

Emotionen bestimmen die Betonung einzelner Worte, sowie die begleitende Mimik. Die entsprechenden Einflußpunkte im Text werden durch den Autor markiert und zur Laufzeit durch das Emotionsmodul ersetzt.

3.3 Anpassung an den Schüler

Der Unterricht wird vom System nach der Ausgabe eines Abschnittes in Form und Inhalt entsprechend der Vorlieben und Fähigkeiten von Lehrer und Schüler angepaßt. Jeder Abschnitt des Unterrichtsskripts wird hierzu mit Auswahlparametern versehen, die seine Form und Schwierigkeit beschreiben.

Die Form des Unterrichts setzt sich zusammen aus der Interaktionsform zwischen Lehrer und Schüler und der Darstellungsform des Inhalts. Die *Interaktionsform* beruht auf den Lerntheorien der Pädagogik (Behaviorismus [Ski1976], Kognitivismus und Konstruktivismus [Schu1997]). Diese Lerntheorien wurden entsprechend umgesetzt: Frontalunterricht, gemeinsames Erarbeiten des Stoffes durch Schüler und Lehrer, sowie eigenständiges Erarbeiten durch den Schüler. Je nach Unterrichtssituation und Veranlagung des Schülers, führen diese zu besseren oder schlechteren Lernergebnissen. Der gleiche Inhalt kann mit unterschiedlichen Mitteln vermittelt werden. Eine *Darstellungsform* tendiert zwischen zwei gegensätzlichen Alternativen wie z.B. Tafelbild oder Film, Text oder Sprache, witzig oder ernsthaft, mit oder ohne Formeln.

In die Auswahl der Unterrichtsform gehen die Vorlieben des Schülers, des Lehrers, sowie die Eignung einer Unterrichtsform in der Praxis ein. Die Eignung wird durch Lernzielkontrollen nach der Bearbeitung eines Feinziels neu bestimmt. Die Erfolgsquote des Schülers in Abhängigkeit von der Häufigkeit des Auftretens bestimmter Lernmethoden, beeinflusst die Eignung. Trat eine Lernmethode z.B. (Frontalunterricht kombiniert mit Tafelbildern) häufig auf und lagen die Vorlieben des Schülers bei dieser Lernmethode, so wird der Wert für diesen Eignungsparameter sinken, falls der Schüler wenig erfolgereich war und steigen falls er erfolgreich war [Gar2004].

Weiterhin passt sich der Schwierigkeitsgrad des Unterrichts an die Fähigkeiten des Schülers an. Jede Texteinheit (ungefähr ein bis drei Sätze) kann mit einem Niveau-Flag als leicht, mittel oder schwer markiert werden. Mittelschwere Texteinheiten sind für alle Schüler, leichte für schwache Schüler denen Zusatzinformationen zu einem Thema das Verständnis erleichtern und schwere Texteinheiten für gute Schüler die Interesse an tiefergehenden Informationen haben. So werden schwache über- bzw. gefordert

und gute nicht unterfordert. Das Niveau des Schülers wird am Ende einer Unterrichtseinheit durch einen Test bestimmt, dessen Resultat bei der nächsten Einheit übernommen wird. Liegt kein Wert vor, kann auch manuell ein Niveau angegeben werden, z.B. von einem betreuenden Lehrer.

4 Emotionen

Dieses Modul beinhaltet ein Modell für die Emotionsentwicklung des virtuellen Lehrers. Der Lehrer entwickelt Emotionen auf Basis des verbreiteten (PeSa2004, ZhCo2003) OCC Modells [OrCl1988]. Das Modell wurde der Domäne des Schulunterrichts angepasst, weshalb nur auf der Emotionen des OCC Modells benötigt werden. Der Lehrer kann die Emotionen Freude, Ärger, Hoffnung, Zufriedenheit und Enttäuschung in jeweils drei Intensitätsstufen entwickeln.

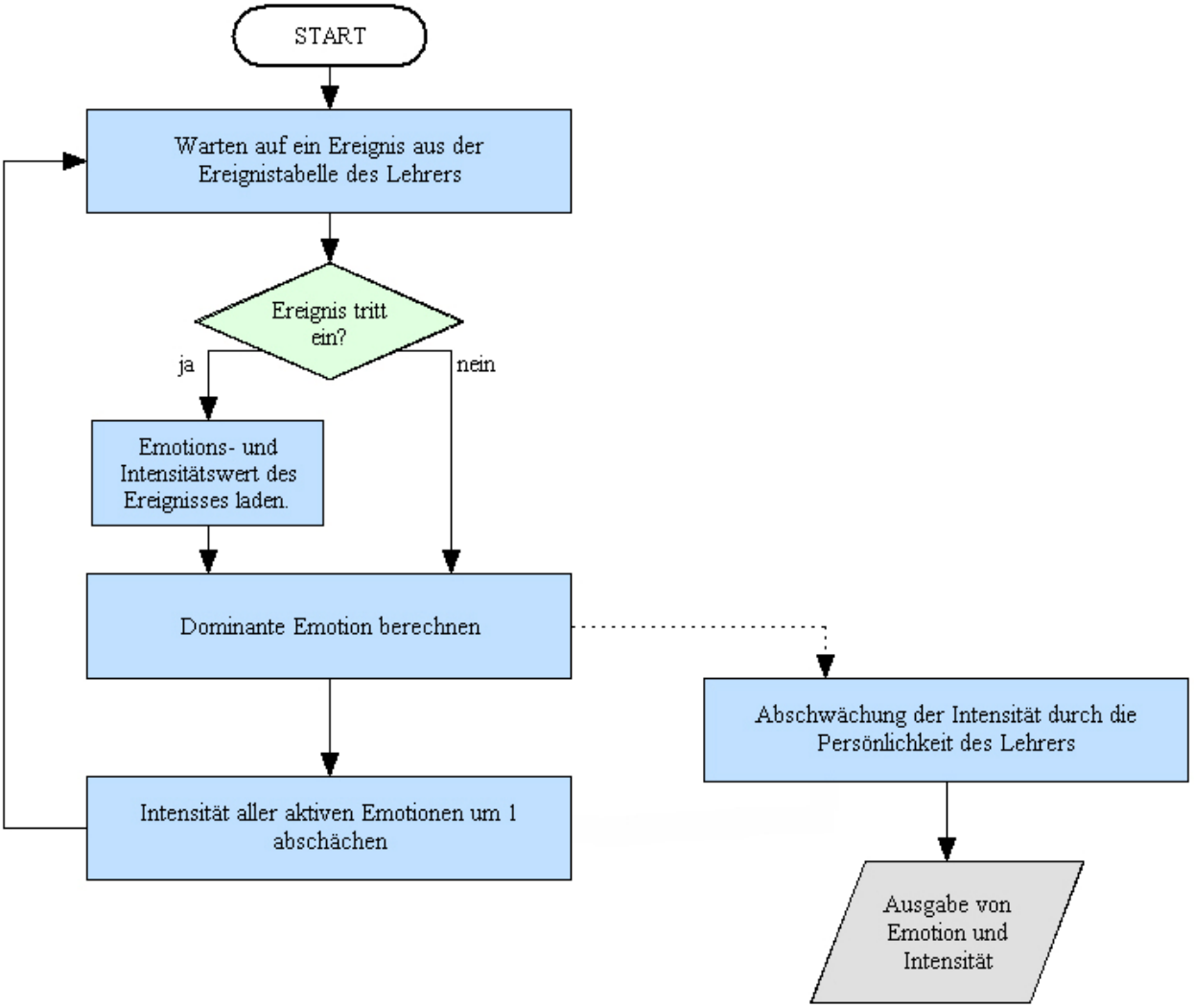

Abbildung 2: Emotionsentwicklung

4.1 Die Ereignistabelle

Der Unterricht bildet eine abgeschlossene Umgebung, in der eine nur begrenzte Zahl von Ereignissen auftreten können. Die Bewertung von Situationen aufgrund von charakterspezifischen Parametern durch, die das OCC Modell Emotionen in einer unendlich großen Umgebung entstehen ist, wurde deshalb ersetzt. Emotionen entstehen in unserem Modell durch eine direkte, charakterabhängige Zuordnung von Ereignissen zu Emotionen. Jeder Charakter besitzt demnach eine eigene emotionale Reaktionen auf ein bestimmtes Ereignis.

4.2 Veränderungen der Emotionen

Die Intensität einer entstandenen Emotion nimmt linear ab je mehr Zeit vergeht, ist also über längere Zeit aktiv. Der Lehrer kann somit mehrere Emotionen gleichzeitig empfinden. Entstehende Emotionen werden von bereits aktiven Emotionen beeinflusst. Positive Emotionen (Freude, Zufriedenheit) schwächen negative (Ärger, Enttäuschung) bei der Entstehung ab und umgekehrt, wogegen Emotionen gleicher Art sich verstärken [Gro2004]. Ein virtueller Charakter kann nur eine Emotion gleichzeitig ausdrücken. Deshalb wird in Intervallen die Emotion mit der höchsten Intensität bestimmt und an den virtuellen Lehrer weitergegeben.

Anders als z.B. Autotutor, dessen emotionales Verhalten auf der Interpretation von vom virtuellen Charakter ausgegebenen Texten beruht [PeCr2000] [Neu2002], verfügt unser System über die Fähigkeit mehrere, sich gegenseitig beeinflussende Emotionen gleichzeitig zu empfinden, die als Reaktion auf die Handlungen des Schülers entstehen.

4.3 Anpassung des Lehrers

Der Charakter eines Lehrers wird durch seine Emotionen bestimmt. Durch die Ereignistabelle kann eine beliebige emotionale Reaktion zu einem beliebigen Ereignis zugewiesen werden. Dadurch können fröhliche oder niedergeschlagene, strenge oder nachsichtige Lehrer entstehen. Des weiteren verfügt ein Lehrer über eine introvertierte oder extrovertierte Persönlichkeit, die bestimmt wie stark die empfundenen Emotionen ausgedrückt werden. Die Emotionen eines Lehrers beeinflussen seine Mimik und die Betonung seiner Sprache. Dadurch wird dem Schüler auf emotionaler Ebene ein Feedback auf seine Handlungen gegeben. Es besteht die Möglichkeit mehr als einen Lehrercharakter zu verwenden. Jeder weitere Lehrer verfügt über eine eigene Ereignistabelle und eigene Persönlichkeit. So können zwei völlig unterschiedliche Lehrercharaktere kreiert werden, z.B. ein Lehrer und ein Assistent oder ein fröhlicher und strenger Lehrer. Außerdem kann jeder Texteinheit ein Lehrer-Flag zugewiesen werden, das bestimmt von welchen Lehrer der Text gesprochen wird. Dadurch können die Lehrer z.B. miteinander diskutieren oder ein Lehrer kann Dinge wissenschaftlich-formell und der andere umgangssprachlich formulieren.

5 Datenbeschreibung

Das Skript einer Unterrichtsstunde liegt im XML Format vor. Der folgende Beispielcode zeigt einen ”Absatz”, der Teil eines größeren Textabschnitts ist. Der Absatz wurde bereits mit der aktuellen Emotion des Lehrers versehen, der ihn aussprechen soll.

Man erkennt, dass die Gesichtsmimik während des Absatzes gleich bleibt. Außerdem werden ausgewählte Worte mit einer emotionalen Betonung versehen. Diese geschieht, damit nicht ein ganzer Satz mit gleicher Tonhöhe, Schnelligkeit und Lautstärke ausgesprochen wird, aber eine Emotion in der Sprache erkennbar ist.

```
<Absatz ID="absatz2.1" level="mittel">
        <Mimik name="Freude3">Wie
                <Betonung emotion="Freude" intensitaet="3">
                kommt</Betonung>es eigentlich,
                dass der Mond immer
                <Betonung emotion="Freude" intensitaet="3">
                anders</Betonung>aussieht?
        </Mimik>
</Absatz>
```

6 Synthetische Charaktere

Das IMK Charakter-System „Josh“ erzeugt aus den vom System ausgewählten Absätzen eine von Menschmodellen dargestellte multimodale Ausgabe. Hierzu hat ein Autor bei der Erstellung einer Unterrichtstunde aus einer Bibliothek Gestikanimationen den einzelnen Absätzen zugeordnet. Gesichtsmimik generiert das Charaktersystem dynamisch in Echtzeit. Ein morphbares Gesichtsmodell stellt Sprachviseme und Emotionen zur Verfügung, die durch paralleles Setzen von Kanälen gewichtet gesetzt werden können. Text wird durch ein Speech-Synthesesystem in Sprache gewandelt. Hierbei werden auch die zugehörigen Viseme, sowie deren zeitliche Integration in die Sprachausgabe bestimmt. Das verwendete System von AT&T verfügt zwar über natürlichsprachliche Qualität, aber die Stimmen sind emotional nicht variierbar. Deshalb wurden mit einem diphonbasierten System emotional betonte Sprachfragmente erzeugt. Alternativ können auch Sprachaufnahmen verwendet werden. Die Lippenbewegungen werden durch Analysesysteme in Echtzeit oder offline aus der Sprache generiert Emotionen des Menschmodells werden in Echtzeit entsprechend der vom Emotionsmodell adaptierten Beschreibung eines Absatzes mit den Visemen der Sprache gemischt. Die Intensität der Mimik wird hierbei unter Berücksichtigung der Bewegungsgrenzen angepaßt.

7 VR-Umgebung

Die beiden Module („Unterrichtsablauf“ und „Emotionen“) sorgen für die Auswahl und Parametrisierung von Absätzen, die dann vom virtuellen Charakter ausgegeben werden.

Der Lehrer bewegt sich während des Unterrichts situationsabhängig zwischen drei Positionen (Abbildung 3). Position 4 zeigt die Stelle an auf der ein dreidimensionales Modell erscheinen kann, welches der Schüler betrachten oder manipulieren kann um eine Aufgabe zu lösen.

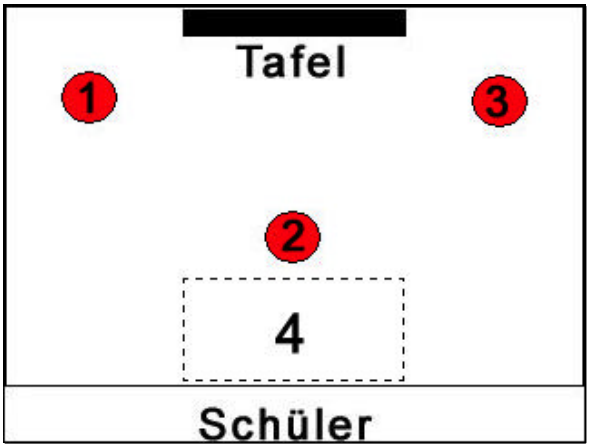

Abbildung 3: Mögliche Positionen des Lehrers und eines 3D-Modells

Abbildung 4 zeigt das Beispiel eines Modells von Sonne, Erde und Mond an dem der Schüler eine Sonnenfinsternis nachstellen soll. Der Lehrer kommuniziert mit dem Schüler neben der emotionsabhängigen Mimik durch kontextabhängige Zeigegesten, Kopfgesten und Blicke.

Abbildung 4: Der Schüler bearbeitet ein dreidimensionales Modell

Abbildung 5 zeigt zwei Lehrer, einer blickt zur Tafel während der andere das Tafelbild erklärt und darauf deutet.

Abbildung 5: Unterricht mit zwei Lehrern

8 Resultate

Die vorgestellten Konzepte zeigen einen Ansatz für ein Lernprogramm, dass realen Unterricht so realistisch wie möglich nachzubilden versucht. Erstellt wurde ein System für den Unterricht mit virtuellen Charakteren als Lehrern, das die Gefühle des Schülers ohne dessen Zutun erkennt und auf sie reagiert. Es gestattet dem Lehrer eine beliebige Persönlichkeit zu geben und gestaltet den Unterricht nach pädagogischen Gesichtspunkten.

9 Literatur

[Add2003] ADDY, 2003. Addy. URL: http://www.addy.de.

[CaVi2001] CASSELL, J., VILHJÁLMSSON, H. H., UND BICKMORE, T. 2001. BEAT: The Behavior Expression Animation Toolkit. In SIGGRAPH 2001, Computer Graphics Proceedings, ACM Press / ACM SIGGRAPH, E. Fiume, Editor, 477–486.

[ElRi1999] ELLIOTT, C. UND RICKEL, J. 1999. Lifelike Pedagogical Agents and Affective Computing: An Exploratory Synthesis. In: Artificial Intelligence Today, 195–211.

[Dam1994] DAMASIO, A. R. 1994. Descartes' Error: Emotion, Reason, and the Human Brain. Avon Books, NY.

[GrWi1999] GRAESSER, A. C., WIEMER-HASTINGS, K., WIEMER-HASTINGS, P. UND KREUZ, R. 1999. AutoTutor: A simulation of a human tutor. In: Zeitschrift für Pädagogische Psychologie 13(3): 148–160.

[GrRi2002] GRATCH, J., RICKEL, J., ANDRE, E., CASSELL, J., PETAJAN, E., UND BADLER, N. 2002. Creating interactive virtual humans: Some assembly required. In: IEEE Intelligent Systems, 54–63.

[Gro2004] GROENEWEGEN, S. 2004. Konzeption und Evaluierung von situationsabhängigen Interaktionsmodellen für synthetische Charaktere in virtuellen Lernumgebungen. Diplomarbeit, Fachhochschule Bonn-Rhein-Sieg.

[HiGr2003] HILL, R., GRATCH, J., MARSELLA, S., RICKEL, J., SWARTOUT, W., TRAUM, D. 2003. Virtual Humans in the Mission Rehearsal Exercise System.

[Meh1971] MEHRABIAN, A. 1971. Silent Messages. Wadsworth, Belmont, California.

[Neu2002] NEUMANN, P., 2002. Behavior Expression Animation Toolkit (BEAT). Institut für Simulation und Grafik, Otto-von-Guericke Universität Magdeburg.

[OrCl1988] ORTONY, A., CLORE, G. L., UND COLLINS, A. 1988. The Cognitive Structure of Emotions. Cambridge University Press, Cambridge.

[PeCr2000] PERSON, N. K., CRAIG, S., PRICE, P., HU, X., GHOLSON, B., GRAESSER, A. C. 2000. Incorporating Human-like Conversational Behaviors into AutoTutor. In: Agents 2000 Proceedings of the Workshop on Achieving Human-like Behavior in the Interactive Animated Agents, 85–92.

[Phy2000] PHYSIKUS, 2000. Physikus – Das Abenteuer aus der Welt der Naturwissenschaften. URL: http://www.physikus.de.

[PrSa2004] PRENDINGER, H., SAEYOR, S., UND ISHIZUKA, M. 2004. Life-like Characters. Tools, Affective Functions and Applications. In: Cognitive

Technologies Series. Springer. MPML and SCREAM: Scripting the bodies and minds of lifelike characters, 213–242.

[Rou2000] ROUSSOU, M. 2000. Immersive Interactive Virtual Reality and Informal Education. In Proc. of i3 spring days workshop on User Interfaces for All: Interactive Learning Environments for Children.

[Schu1997] SCHULMEISTER, R. 1997. Grundlagen hypermedialer Lernsysteme. Oldenbourg Verlag, München.

[Ski1976] SKINNER, B. F. 1976. About Behaviorism. Random House.

[Tha2000] THALMANN, D. 2000. The virtual human as a multimodal interface. In Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces, ACM Press, 14–20.

[TrPa2002] TRAPPL, R., UND PAYR, S. 2002. Emotions in Humans and Artifacts. The MIT Press, ch. Emotions: From Brain Research to Computer Game Development, 1–10.

[Web2001] WEBER, S. M., 2001. Unterrichtsverfahren im Physikunterricht – Theoretische Grundlagen der Fachdidaktik. Didaktik der Physik, Universität Bayreuth

[WiGr1998] WIEMER-HASTINGS, P., GRAESSER, A. C., UND HARTER, D. 1998. The Foundations and Architecture of Autotutor. Lecture Notes in Computer Science 1452, 334ff.

[You1998] YOUNGBLUT, C. 1998. Educational Uses of Virtual Reality Technology. Institute for Defense Analysis, IDA Document D-2128.

[ZhCo2003] ZHOU, X., UND CONATI, C. 2003. Inferring User Goals from Personality and Behavior in a Causal Model of User Affect. In International Conference on Intelligent User Interfaces, IUI, 211–218. Proceedings of IUI 2003.