

Zeitschrift für Interkulturellen Fremdsprachenunterricht

Didaktik und Methodik im Bereich Deutsch als Fremdsprache

ISSN 1205-6545 Jahrgang 18, Nummer 1 (April 2013)

Zur Veränderung mentaler Modelle beim Lernen mit Grammatikanimationen: Ziele, Methoden und Ergebnisse einer Pilotstudie

Anja Grass

Ludwig-Maximilians-Universität München
Institut für Deutsch als Fremdsprache
Schönfeldstraße 13
D- 80539 München
E-Mail: anjagrass@outlook.com

Abstract: Dieser Beitrag berichtet von dem Versuch, die Veränderung mentaler Modelle beim Lernen mit Grammatikanimationen zu erfassen. In dem Experiment lernten Schüler eines Münchner Gymnasiums mit einem animierten Lernprogramm, welches zuvor bereits erfolgreich auf seine Wirksamkeit überprüft wurde. Die Diagnose der mentalen Modelle erfolgte im System HIMATT. Die Ergebnisse des Pilotversuchs zeigen auf, welches Potenzial in der Erfassung mentaler Modelle für die Evaluation von Lernsoftware liegt.

This report is from a pilot study which has the goal to assess the change in mental models while learning, using grammar animations. For the experiment, an animated learning program was used by students at a Munich high school, which had already been successfully tested. The assessment of mental models was conducted by using the HIMATT system. The results of the pilot demonstrate the potential of mental model assessment for the evaluation of learning software.

Schlagwörter: Mentale Modelle, Grammatikanimationen, Evaluation, HIMATT

1. Einleitung

Obwohl Animationen gelegentlich in E-Learning-Programmen zu finden sind, ist ihre Wirksamkeit nicht einheitlich belegt (vgl. Rasch & Schnotz 2009: 411). Das mag auch daran liegen, dass die Qualität, Funktion und theoretische Grundlage der Animationen ganz unterschiedlich behandelt werden. Manche Studien signalisieren, dass kein genereller Mehrwert für das Lernen mit Animationen existiert (vgl. Boucheix & Lowe 2010). In der Forschungsliteratur wird immer wieder auf den verbleibenden Forschungsbedarf zu den Mehrwerten des Lernens mit Animationen verwiesen (vgl. Bertrancourt & Chassot 2008: 142; Hegarty & Kriz 2008: 3; Roche 2008b: 65). Demgegenüber steht die relativ große Zahl der Nutzer von Lernsoftware in einem etwas widersprüchlichen Kontext, denn laut KIM Studie 2012 lernten etwa 60 Prozent der Schülerinnen und Schüler im Alter von 6-13 Jahren mindestens einmal in der Woche zu Hause mit einem Lernprogramm für die Schule (Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest 2013). Aus der dargestellten Diskrepanz kann man schließen, dass die wenigsten dieser Lernprogramme ihr Mehrwertpotenzial in Studien belegt haben.

Dieser Beitrag soll einen Eindruck davon vermitteln, wie die Wirksamkeit von Animationen durch die Diagnose der mentalen Modelle erfasst werden kann. Außerdem zeigen die Ergebnisse dieser explorativen Untersuchung auf, welche zusätzlichen Erkenntnisse durch die Erhebung der mentalen Modelle gewonnen werden können. Für die Untersuchung wurde ein animiertes Lernprogramm zum Thema Wechselprepositionen von Scheller (2008) genutzt, das im Kontext der Programmentwicklung von uni-deutsch.de entwickelt wurde. Die Studie von Scheller ist eine der wenigen, die sich mit der Wirksamkeit von Animationen im Bereich der Fremdsprachenvermittlung auseinandergesetzt hat (vgl. Roche 2009: 399; Scheller 2008). Das Programm von Scheller eignet sich für die Erhebung der mentalen Modelle besonders gut, weil die Autorin bei der Entwicklung bereits die Lernziele mit Blick auf die adäquate mentale Modellbildung festgelegt und ausführlich dokumentiert hat (vgl. Scheller 2008: 118). Außerdem wurde die Wirksamkeit des Programms bereits erfolgreich getestet. Die Messung der Veränderung der mentalen Modelle erfolgte mit dem System HIMATT (*Highly Integrated Model Assessment Technology and Tools*) (siehe Spector, Ifenthaler, Knezek, Tyler-Wood & Kim 2013; Ifenthaler 2010a, 2010b). Die Schüler fertigten in HIMATT vor und nach dem Lernen mit Grammatikanimationen *Concept Maps* als externalisierte Modelle ihrer internen Wissensrepräsentationen an.

2. Die Bildung adäquater mentaler Modelle beim Lernen mit Animationen

Das Gedächtnis umfasst „das gesamte Wissen einer Person“ und repräsentiert „vergangene Erfahrungen in kognitiven Strukturen (...), die als Schemata bezeichnet werden“ (Seel 2000: 49). Dies ist Seel (2000) zufolge eine „erkenntnisleitende Annahme“ die zugrunde liegt, wenn die „Kognitionspsychologie den Zusammenhang von Lernen und Behalten behandelt (...)“ (ebd.). Die drei Hauptfunktionen der kognitiven Schemata sind die Steuerung der Aufmerksamkeit, die Ermöglichung von Inferenzen und die Integration neuer Informationen (vgl. ebd.: 54). Nach Piaget wird die Integration neuer Informationen auch als Assimilation bezeichnet. Die Voraussetzung dafür ist die erfolgreiche Aktivierung eines Schemas. Können neue Informationen nicht in vorhandene Schemata integriert werden, kommt es zur Anpassung des Schemas oder zur Bildung eines mentalen Modells. Dieser Prozess wird als Akkommodation bezeichnet (vgl. ebd.: 148, 254). Schemata bilden „die Grundlage wie auch den interpretativen Bezugsrahmen für die Konstruktion mentaler Modelle“ (ebd.: 50) Mentale Modelle sind demnach

kognitive Konstruktionen, mittels derer eine Person ihre Erfahrung oder ihr Denken derart organisiert, dass sie eine systematische Repräsentation ihres Wissens erreicht, um subjektive Plausibilität zu erzeugen oder spezifische Vorgänge der Objekt- oder Ereigniswelt in der Vorstellung zu simulieren. (ebd.: 375)

Mentale Modelle können aus propositionalen und bildhaften Repräsentationen bestehen (Engelkamp & Zimmer 2006: 213; Weidenmann 2009: 83). Weidenmann konstatiert, dass die multiplen Repräsentationsformen „eine multicodele Enkodierung der Informationen für die Konstruktion eines mentalen Modells“ nahe legen (2009: 83) und „es keine eindeutige Beziehung zwischen Reizcodierung und der internen Codierung dieses Reizes gibt“ (75). Schnotz & Bannert bezeichnen mentale Modelle als „eine sensorisch unspezifische Form der depiktionalen Repräsentation“ (1999: 80). Von den Eigenschaften mentaler Modelle abgeleitet, werden dem Lernen mit Animationen verschiedene Potenziale, aber auch Herausforderungen für die Bildung solcher mentaler Repräsentationen zugeschrieben.

2.1. Lernen mit Animationen und der Aufbau adäquater mentaler Modelle – Potenziale

Animationen können den Lerner besonders bei der Konstruktion dynamischer mentaler Modelle unterstützen (vgl. Rasch & Schnotz 2009: 412; Schnotz & Horx 2009: 94), weil die Struktur der mentalen Modelle durch die Form der Visualisierung beeinflusst werden kann (vgl. Schnotz & Bannert 1999). Animationen sind deshalb besonders für die Vermittlung von Lerninhalten geeignet, bei denen die Veränderung von Objekten in ihrer Position und über die Zeit von zentraler Bedeutung sind (vgl. Rieber 1991: 318). Das von Scheller (2008) entwickelte Lernprogramm zu Wechselprepositionen nutzt den Ansatz der Grenzüberschreitung (vgl. Roche 1997, 2012:138; Scheller 2008) und nicht den in Lehrbüchern verbreiteten *Wo?/Wohin?* Ansatz. Dabei ist die räumliche Bewegung über eine Grenze hinweg bzw. innerhalb der Grenzen eines Bereichs ein zentrales Element, mit dem der richtige Gebrauch der Wechselprepositionen veranschaulicht wird (vgl. Roche, 2012: 138; Scheller 2008). Somit können die Lerner die

Informationen aus den Animationen mit weniger kognitiven Aufwand übernehmen (vgl. Scheller 2008: 116). Beim Lernen mit Animationen können dynamische Zustandsveränderungen „quasi bildhaft in der Vorstellung abgelesen“ werden (Weidenmann 2009: 83). Damit ermöglichen Animationen, „als zusätzliche Semantisierungshilfe Informationen zu veranschaulichen, die sonst nur mit größerem textlichen Aufwand geliefert werden könnten“ (Roche 2009: 399). Animationen unterstützen die Lerner bei der Visualisierung. Dadurch kann die kognitive Belastung reduziert werden, die bei der Konstruktion eines adäquaten mentalen Modells entstanden wäre (vgl. Lowe & Schnotz 2008: 317; Scheiter & Gerjets 2010: 435; Scheller 2008: 115). Animationen eignen sich auch, um bestimmte Wahrnehmungsschemata zu aktivieren. So ist zum Beispiel sofort erkennbar, ob ein Mensch sich humpelnd oder laufend bewegt (vgl. Rasch & Schnotz 2009: 412).

2.2. Lernen mit Animationen und der Aufbau adäquater mentaler Modelle – Herausforderungen

Das Lernen mit Animationen kann sich jedoch nicht nur positiv auf die mentale Modellbildung auswirken, sondern kann diese unter Umständen auch behindern (vgl. Ainsworth 2006; Lowe 2008: 49). Dies dürfte ein Grund für die nicht eindeutigen Forschungsergebnisse zur Wirksamkeit von Animationen sein. Denn das Lernen mit Animationen stellt auch eine beträchtliche Herausforderung für das menschliche Informationsverarbeitungssystem dar (vgl. Low, Putai & Sweller. 2009; Mayer 2008:30). Bei dynamischen Animationen werden Informationen und Veränderungen nur für eine kurze Zeit gezeigt. Der Lerner muss sie so lange im Arbeitsgedächtnis halten, bis sie erfolgreich in ein kohärentes mentales Modell des dargestellten Themas integriert werden können (vgl. Meyer et al. 2010: 137; Schnotz & Horx 2009: 95). Auch wenn Animationen unsachgemäß gestaltet werden, kann die Aufmerksamkeit der Lerner von hervorstechenden, aber nicht wirklich relevanten Teilen der Animation in Anspruch genommen werden (vgl. Boucheix & Lowe 2010: 123; Scheiter & Gerjets 2010: 436). Das kann die Bildung entsprechender mentaler Modelle verhindern. Auch eine nur passive Aufnahme von Informationen aus den Animationen kann die mentale Modellbildung behindern. Lerner schätzen das Lernen mit Animationen oft als „einfach“ ein, was dazu führen kann, dass keine nachhaltige kognitive Informationsverarbeitung erfolgt. Diese ist aber die Voraussetzung für ein tieferes Verständnis und das Lernen (vgl. Roche 2008a: 36; Schnotz & Horx 2009: 95).

3. Die Diagnose mentaler Modelle

Es existieren verschiedene Vorstellungen darüber, wie mentale Modelle diagnostiziert werden können. Je nach Untersuchungsgegenstand weisen die einzelnen Methoden Vor- und Nachteile auf (vgl. Canas, Carff, Hill, Carvalho, Argueadas, Eskridge, Lott & Carvajal 2005; Eckert 2000: 137; Ifenthaler 2006: 26; McKeown 2009: 19ff). Mit allen Methoden können nur die externalisierten internen Repräsentationen gemessen werden (vgl. Ifenthaler 2006; Shute, Jeong, Spector, Seel & Johnson 2009: 62). Trotzdem bietet die Diagnose einen erheblichen Erkenntnisgewinn, wie noch gezeigt wird.

So gibt es auch unter Softwareentwicklern bereits erste Bemühungen, die Diagnose der mentalen Modelle in den Softwareentwicklungsprozess einzubeziehen (vgl. Schütze, Sträule & Läge 2011). Die Studie von Schütze et al. (2011) zeigt beispielsweise, dass trotz der Durchführung klassischer Evaluationen wie *Usability Tests* und *Cognitive Walkthroughs* durch die Erhebung der mentalen Modelle noch 40 Funktionsbereiche ermittelt werden konnten, die durch die klassischen Evaluationsmethoden nicht identifiziert worden wären (vgl. Schütze et al. 2011: 273). Betrachtet man die Ergebnisse des hier dargestellten Experiments, wird ebenfalls deutlich, welche zusätzlichen Erkenntnisse durch die Diagnose mentaler Modelle gewonnen werden können, die bei einer klassischen Vorher-Nachher-Evaluation (auch in Kombination mit anderen Methoden) verborgen geblieben wären.

Für die in diesem Beitrag dargestellte Untersuchung wurde das System HIMATT zur Erhebung der mentalen Modelle genutzt. (siehe Ifenthaler 2010a; Pirnay-Dummer, Ifenthaler & Spector 2010). Die Versuchsteilnehmer konnten im System *Concept Maps* erstellen, die sich als graphische Modelle von Wissensrepräsentationen eignen (vgl. Anohina & Grundspenkis 2009; Novak 2010: 23). Die *Concept Maps* repräsentieren das Wissen einer Person über ein bestimmtes Themengebiet, das als Kontext für die Interpretation der Konzepte und ihrer Relationen dient (vgl. Canas et al. 2005: 213). Dabei erfordert die Erstellung von *Concept Maps* die „Explikation“ der „logisch-semantic Beziehungen“ zwischen den Begriffen, die miteinander verbunden werden sollen (Renkl & Nückles

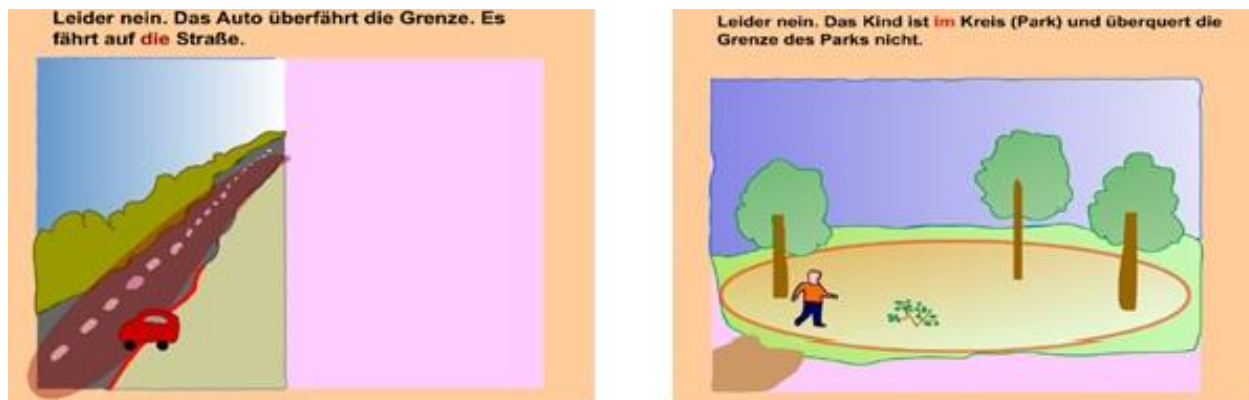
2006: 138). Die erstellten Modelle werden in HIMATT graphentheoretisch analysiert und können miteinander verglichen werden. Dazu werden die Indikatoren *Surface Matching* (SFM), *Graphical Matching* (GRM), *Gamma Matching* (GAM), *Structural Matching* (STM), *Concept Matching* (CCM) und *Propositional Matching* (PPM) verwendet.

4. Methodisches Vorgehen

Zur Überprüfung der Brauchbarkeit des Verfahrens wurde mit zehn Schülern eines Münchner Gymnasiums eine Pilotstudie durchgeführt. Die Schüler nahmen freiwillig an einem Projekt zur Sprachförderung teil. Ziel des Projektes war es, den Verbleib von Schülern mit Migrationshintergrund, deren Deutschkenntnisse mangelhaft sind, auf dem Gymnasium zu sichern (Verein Stadtteilarbeit 2009).

Es wurde ein Pretest mit einem 11-jährigen Schüler eines Gymnasiums durchgeführt, der das System intuitiv bedienen konnte. Der Test wurde im Rahmen des Förderunterrichts im Rechenzentrum des Gymnasiums durchgeführt. Zu Beginn erhielten die Schüler einen biographischen Fragebogen, in dem auch Daten zur PC-Nutzung abgefragt wurden. Außerdem wurde ermittelt, in welchem Rahmen die Schüler bereits mit dem Thema Wechselpräpositionen konfrontiert worden waren. Zur Einführung konnten die Schüler mit der Erstellung von *Concept Maps* der eigenen Familie im System HIMATT beginnen. Diese Aufgabe diente einzig dem Kennenlernen des Systems. Den Schülern wurde die Bedienung erläutert und sie erhielten zur Hilfe auch eine kurze, bebilderte Gebrauchsanleitung. Die Anwendung des Systems fiel den Schülern sehr leicht, und sie fertigten innerhalb kurzer Zeit sehr umfangreiche Modelle an, in denen sie ihre Verwandtschaftsbeziehungen darstellten.

Danach wurde mit den Schülern der von Scheller (2008) entwickelte Vortest durchgeführt, um ihr Wissen vor dem Lernen mit dem Programm zu testen. Nach der Rückgabe des Tests erstellten die Schüler ein erstes Modell zum Thema Wechselpräpositionen. Anschließend bearbeiteten sie das animierte Lernprogramm.



Abbildungen 1 und 2: Abbildungen aus den Animationen von Scheller (2008): Darstellung der Rückmeldungen auf im Programm gestellte Übungsaufgaben.

Danach durften sie mit der Erstellung eines neuen Modells zum Thema Wechselpräpositionen beginnen. Im Anschluss wurde mit dem Nachtest von Scheller (2008) überprüft, ob die Schüler ihre Ergebnisse bereits durch einmaliges Lernen mit dem Programm verbessern konnten.

5. Ergebnisse

Die Veränderung der mentalen Modelle wurde mit Hilfe von HIMATT diagnostiziert. Dabei wurden die Indikatoren vor und nach dem Lernen mit Grammatikanimationen verglichen. Die strukturellen Maße haben sich relativ stark verändert, was bereits einen ersten Hinweis auf die Veränderung des Wissens gibt. Die Veränderung der semantischen Maße ist noch größer und bestätigt die Annahme, dass das Wissen der Schüler durch das Lernen mit den Grammatikanimationen stark umstrukturiert wurde. Die Modelle wurden in einem zweiten Schritt qualitativ ausgewertet und mit den Ergebnissen des Vor- und Nachtests in Beziehung gesetzt.

5.1. Die Ergebnisse der HIMATT Analyse

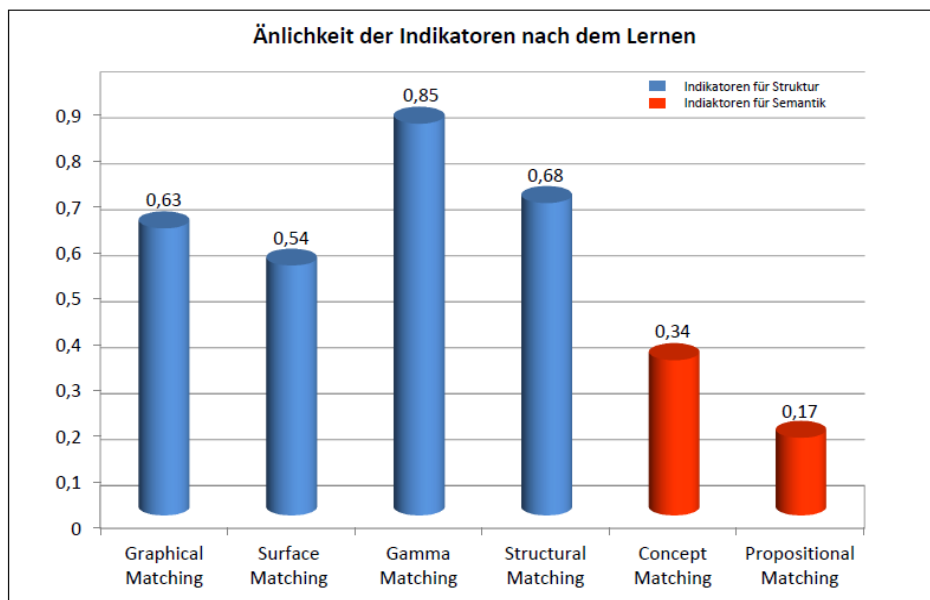


Abbildung 3: Durchschnittliche Ähnlichkeit der HIMATT Indikatoren nach dem Lernen mit Grammatikanimationen.

Surface Matching (SFM), ein Indikator, der die Struktur der Modelle beschreibt, zeigt eine starke Abnahme der Summe der Propositionen in den Modellen der Schüler nach dem Lernen an (SFM durchschnittlich 0,54). Auch *Graphical Matching*, der Indikator für Struktur, der die Komplexität eines Modells beschreibt, indem der Durchmesser des Spannbaums berechnet wird (Ifenthaler 2011), wird nach dem Lernen durchschnittlich geringer (GRM: 0,63). Auch die Indikatoren *Gamma Matching* (GAM) und *Structural Matching* (STM) haben sich verändert, jedoch nicht so auffällig wie *Surface Matching* und *Graphical Matching*. Im Durchschnitt wurde nach dem Lernen für *Gamma Matching* eine Ähnlichkeit von 0,85 und für *Structural Matching* eine Ähnlichkeit von 0,68 gemessen. GAM beschreibt die Integriertheit von Modellen, indem die Konzepte pro Relation berechnet werden. Besonders von Modellen mit einer mittleren Dichte wird erwartet, dass sie „good working models“ sind (Pirnay-Dummer et al. 2010: 24; Ifenthaler 2011). *Structural Matching* vergleicht die innere Struktur eines Modells, ohne den Inhalt zu berücksichtigen. Dieses Maß kann herangezogen werden, wenn Hypothesen geprüft werden sollen, die sich auf die allgemeine Struktur der Modelle beziehen (Ifenthaler 2011; Pirnay-Dummer et al. 2010). Betrachtet man die Ergebnisse der Veränderung der Indikatoren für Semantik, wird deutlich, dass sich nicht nur die Struktur der Modelle verändert hat, sondern auch die Semantik. So weist das Maß *Concept Matching* (CCM), das die semantische Übereinstimmung von Konzepten beschreibt, noch eine Ähnlichkeit von 0,34 im Durchschnitt auf und *Propositional Matching* (PPM), das die semantische Übereinstimmung von Propositionen anzeigt, einen Wert von nur 0,17 im Durchschnitt.

Die Messung der Veränderung der Indikatoren vor und nach dem Lernen zeigt bereits eine große Umstrukturierung des Wissens an. Die Analyse der einzelnen Modelle zeigt, dass fast alle Schüler die wesentlichen Informationen aufgenommen haben. So enthalten alle Modelle nach dem Lernen eine Verbindung der Konzepte *Kreis* – *Dativ* und neun von zehn Modellen zeigen eine Verbindung der Konzepte *Akkusativ* – *Grenze*, wobei auch das Konzept *Grenze* durch verschiedene Formulierungen versprachlicht wurde (z.B. „verlässt/übergrenzt“, „die Grenze betreten“, „grenze überquert“).

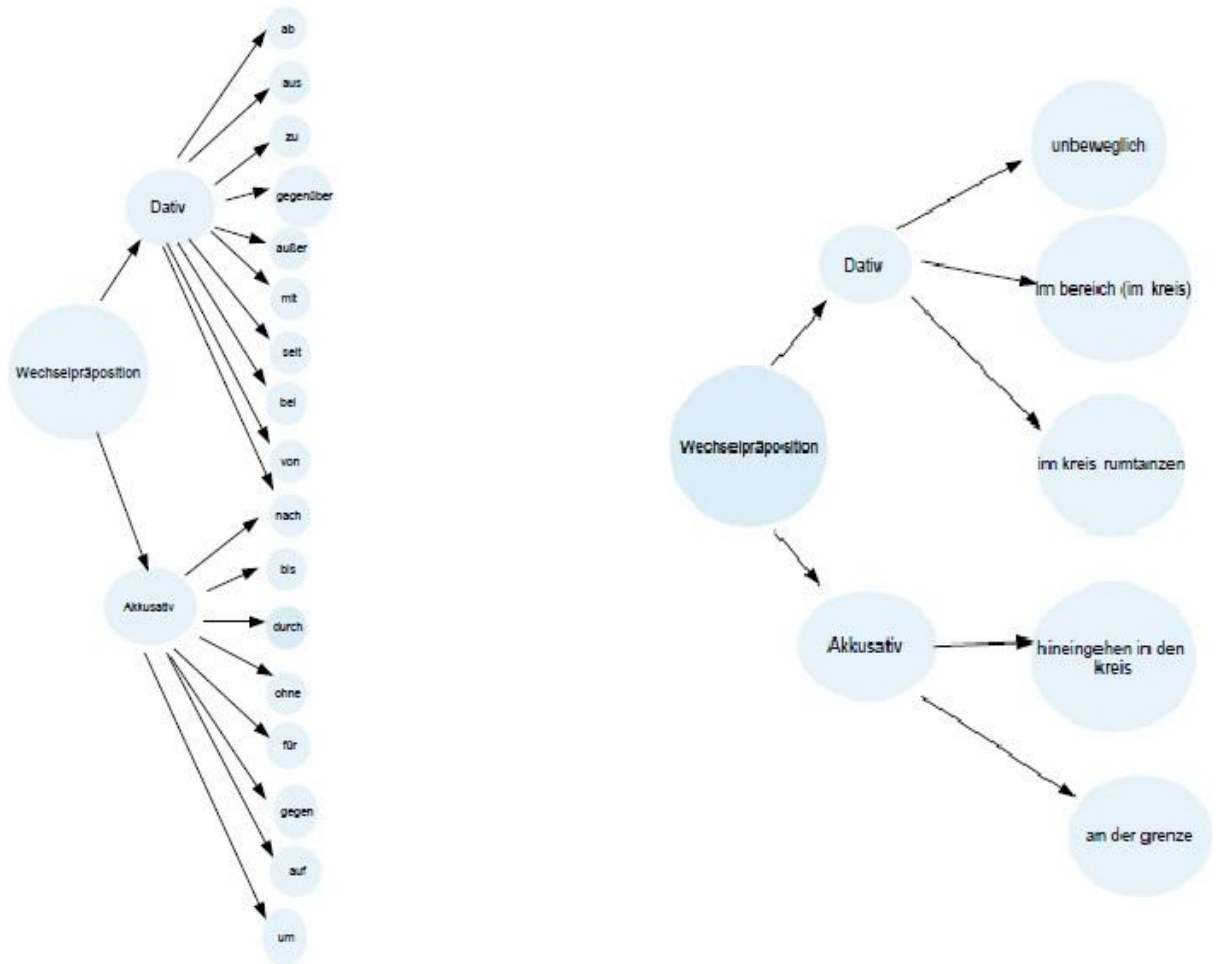
5.2. Ergebnisse des Modellvergleichs

In den folgenden Beispielen werden die Vorher-Nachher-Modelle von drei Schülern dargestellt. Die beiden Modelle des ersten Schülers weisen darauf hin, dass er vor dem Lernen mit dem animierten Lernprogramm zu Wechselpräpositionen noch keine brauchbare Strategie für die Kasuswahl bei Wechselpräpositionen hatte. Im zweiten Modell stellt der Schüler die richtige Entscheidungsstrategie dar und belegt damit, dass er dem animierten Lernprogramm die relevanten Informationen entnommen hat.



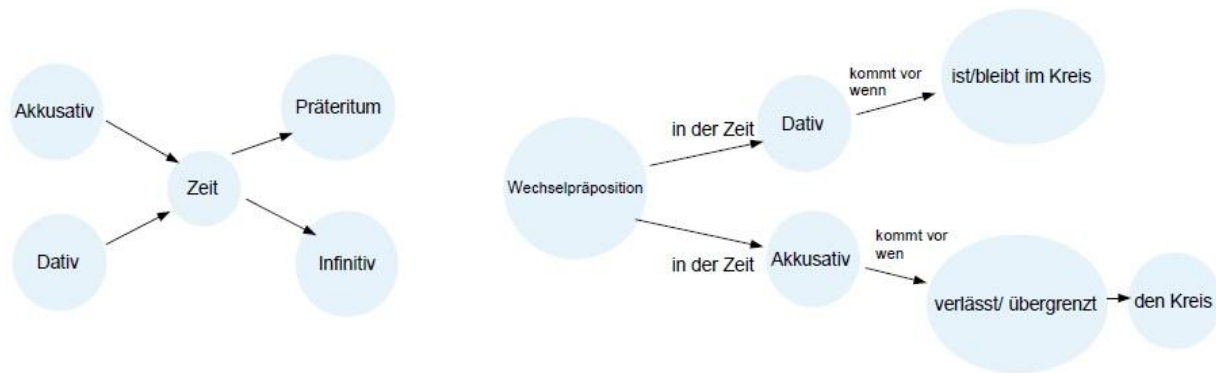
Abbildungen 4 und 5: Schüler 1: Modelle vor und nach dem Lernen mit den Grammatikanimationen.

Die Modelle des zweiten Schülers verweisen darauf, wie sich vor allem auch die bildhaften Anteile der Animationen auf die Modellbildung ausgewirkt haben. Auch dieser Schüler hat vor dem Lernen mit dem Lernprogramm kein Konzept für die richtige Kasuswahl und ordnet lediglich die Präpositionen den Kasus zu. Das zweite Modell des Schülers ist insofern bemerkenswert, als er den Animationen ebenfalls die richtige Strategie für die Kasuswahl entnimmt, aber auch Informationen Teil seines Modells sind, die in den Animationen nicht gezeigt werden. Der Schüler verbindet die Konzepte „Dativ“ mit „im Bereich (im Kreis)“, „unbeweglich“ und „im Kreis rumtanzen“. Die Verbindung der Konzepte Dativ und Kreis ist ein zentrales, sich stets wiederholendes Element der Animationen. In den Animationen wird jedoch nicht dargestellt, dass jemand/etwas im Kreis „rumtanzt“. In den verschiedenen Sequenzen werden Tiere und Menschen gezeigt, die sich innerhalb des Kreises bewegen und die Grenze des Kreises nicht überschreiten. Auf den Lerner wirkten diese Bewegungen scheinbar wie ein Tanz. Die Animationen könnten bei dem Schüler ein Wahrnehmungsschema aktiviert haben.



Abbildungen 6 und 7: Schüler 2: Modelle vor und nach dem Lernen mit den Grammatikanimationen.

Die Modelle des dritten Schülers stehen zwar nicht exemplarisch für die Ergebnisse der Studie, sind aber ein interessantes Beispiel für die Verknüpfung neuen Wissens mit bestehenden Misskonzepten. Zu erwähnen ist, dass dieser Schüler das Lernprogramm deutlich schneller durchgearbeitet hatte als seine Mitschüler. Schon sein erstes Modell deutet auf Unsicherheiten bezüglich grammatischer Kategorien hin. Er verknüpft „Akkusativ“ und „Dativ“ mit „Zeit“. Dass dies tatsächlich seiner Auffassung entspricht, wird im zweiten Modell deutlich. Auch er entnimmt zwar den Animationen die relevanten Informationen, verknüpft dieses neue Wissen jedoch mit bestehenden Misskonzepten. Er verbessert seine Leistung im Nachtest nur um einen Punkt. Dass die Ursache für die nicht signifikante Verbesserung nicht in den Animationen zu suchen ist, illustrieren die Modelle des Schülers.



Abbildungen 8 und 9: Schüler 3: Modelle vor und nach dem Lernen mit den Grammatikanimationen.

Alle Beispiele zeigen, dass die Modelle aller Schüler nach dem Lernen insgesamt eine deutlich größere semantische Ähnlichkeit aufweisen als vor dem Lernen. Außerdem veranschaulichen die Modelle beispielhaft, dass keiner der Schüler vor dem Lernen mit dem Lernprogramm eine Strategie für die richtige Kasuswahl hatte.

6. Fazit

Die Ergebnisse der Untersuchung skizzieren, welche Erkenntnisse durch die Erhebung der mentalen Modelle der Schüler gewonnen werden können. Es wird deutlich, dass das animierte Lernprogramm den Schülern die wichtigsten Inhalte vermittelt hat. Dies hätte durch eine klassische Vorher-Nachher-Evaluation nicht so klar illustriert werden können, da die Schüler ihre Lernleistung meist nicht verbessern, wenn sie neu gelernte Inhalte mit Misskonzepten verknüpfen. Die Vorher-Nachher-Evaluation hätte bei einer nicht signifikanten Verbesserung der Lernleistung zur fehlleitenden Annahme geführt, dass das Lernen mit den Grammatikanimationen nicht lernfördernd ist. Es stellt sich die Frage, ob bei Tests zur Wirksamkeit von Animationen nicht auch die Erhebung mentaler Modelle eine wesentliche Rolle spielen sollte. Dadurch könnte einerseits überprüft werden, ob die wichtigsten Lerninhalte übermittelt wurden. Zudem kann dazu beigetragen werden, bestehende Misskonzepte aufzudecken. Mit der Erhebung mentaler Modelle kann es auch Lernern einer Fremdsprache der Anfängerniveaus ermöglicht werden, komplexe Beziehungen und Zusammenhänge graphisch darzustellen und für den Forscher sichtbar zu machen. Doch nicht nur für den Bereich der Evaluation von E-Learning-Programmen kann die Erhebung der mentalen Modelle gewinnbringend sein. „Auch der Spracherwerb, die Interaktion von Sprachen bei Mehrsprachigen und die Prozesse der Transkulturation“ können „als Entwicklungen und Veränderungen mentaler Modelle und Schemata aufgefasst werden“ (Roche 2012: 259) und können damit wie alle anderen Bereiche, in denen die Veränderung von Wissen oder Einstellungen gemessen werden soll, von der Erhebung mentaler Modelle profitieren.

Literatur

- Ainsworth, Shaaron (2006), DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction* 16, 183–198.
- Anohina, Alla & Grundspenkis, Janis (2009), Scoring concept maps: an overview. In: Rachev, Boris & Smrikarov, Angel (Hrsg.), *Proceedings of the International Conference on Computer Systems and Technologies and Workshop for PhD Students in Computing: CompSysTech'09: Ruse, Bulgaria, 18-19 June*. New York, N.Y.: Association for Computing Machinery, 8.1.-8.6.
- Bertrancourt, Mireille & Chassot, Alain (2008), Making sense of animation: How do children explore multimedia instruction? In: Lowe & Schnotz (Hrsg.), 140-163.

- Boucheix, Jean-Michel & Lowe, Richard (2010), An eye tracking comparison of external pointing cues and internal continuous cues in learning with complex animations. *Learning and Instruction* 20, 123–135.
- Canas, Alberto J.; Carff, Roger; Hill, Greg; Carvalho, Marco; Argueadas, Marco; Eskridge, Thomas C.; Lott, James & Carvajal, Rodrigo (2005), Concept maps: Integrating knowledge and information visualization. In: Tergan, Sigmar-Olaf & Keller, Tanja (Hrsg.), *Knowledge and Information Visualization: Searching for Synergies*. Berlin: Springer 205–220.
- Eckert, Andreas (2000), Die Netzwerk-Elaborierungs-Technik (NET)- Ein computerunterstütztes Verfahren zur Diagnose komplexer Wissensstrukturen. In: Mandl, Heinz (Hrsg.), *Wissen sichtbar machen: Wissensmanagement mit Mapping-Techniken*. Göttingen: Hogrefe, 137–157.
- Engelkamp, Johannes & Zimmer, Hubert D. (2006), *Lehrbuch der kognitiven Psychologie*. Göttingen: Hogrefe.
- Hegarty, Mary & Kriz, Sarah (2008), Effects of knowledge and spatial ability on learning from animation. In: Lowe & Schnotz (Hrsg.), 3–29.
- Ifenthaler, Dirk (2006), *Diagnose lernabhängiger Veränderung mentaler Modelle*. Albert-Ludwig- Universität Freiburg: Dissertation.
- Ifenthaler, Dirk (2010a), Scope of graphical indices in educational diagnostics. In: Ifenthaler, Dirk; Pirnay-Dummer, Pablo & Seel, Norbert M. (Hrsg.), *Computer-Based Diagnostics and Systematic Analysis of Knowledge*. New York: Springer, 213-234.
- Ifenthaler, Dirk (2010b), Relational, structural, and semantic analysis of graphical representations and concept maps. *Educational Technology Research and Development* 58: 1, 81–97.
- Ifenthaler, Dirk (2011), *Methodologische Ansätze zur automatisierten Diagnose kognitiver Strukturen*. Vortrag an der Ludwig-Maximilians-Universität München (Manuskript).
- Issing, Ludwig J. & Klimsa, Paul (Hrsg.) (2009), *Online-Lernen: Handbuch für Wissenschaft und Praxis*. München: Oldenbourg.
- Lowe, Richard (2008), Learning from animation. Where to look, when to look. In: Lowe & Schnotz (Hrsg.), 49–68.
- Lowe, Richard & Schnotz, Wolfgang (Hrsg.) (2008), *Learning with Animation: Research Implications for Design*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Low, Renate; Jin, Putai & Sweller, John (2009), Cognitive architecture and instructional design in a multimedia context. In: Zheng, Robert Z. (Hrsg.), *Cognitive Effects of Multimedia Learning*. Hershey: Information Science Reference, 1–33.
- Mayer, Richard E. (2008), Research-based principles for learning with animation. In: Lowe & Schnotz (Hrsg.), 30–48.
- McKeown, Jonathan O. (2009), *Using annotated concept map assessments as predictors of performance and understanding of complex problems for teacher technology integration*. Florida State University: Dissertation.
- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (2013), *KIM-Studie 2012*. Stuttgart.
- Meyer, Katja; Rasch, Thorsten & Schnotz, Wolfgang (2010), Effects of animation's speed of presentation on perceptual processing and learning. In: van Gog, Tamara & Scheiter, Katharina (Hrsg.), *Eye tracking as a tool to study and enhance multimedia learning*. *Learning and Instruction*, Sonderheft 20: 2, 136–145.
- Novak, Joseph D (2010), Learning, creating and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations. *Journal of e-Learning and Knowledge Society* 6: 3, 21–30.
- Pirnay-Dummer, Pablo; Ifenthaler, Dirk & Spector, Michael J. (2010), Highly integrated model assessment technology and tools. *Educational Technology Research and Development* 58: 1, 3–18.
- Rasch, Thorsten & Schnotz, Wolfgang (2009), Interactive and non-interactive pictures in multimedia learning environments: Effects on learning outcomes and learning efficiency. *Learning and Instruction* 19, 411–422.

- Renkl, Alexander & Nückles, Matthias (2006), Lernstrategien der externen Visualisierung. In: Mandl, Heinz (Hrsg.), *Handbuch Lernstrategien*: Göttingen: Hogrefe, 135–147.
- Rieber, Lloyd P. (1991), Animation, incidental learning, and continuing motivation. *Journal of Educational Psychology* 83, 318–328.
- Roche, Jörg (1997), *Mini-Grammatik Deutsch als Fremdsprache*. Stuttgart et al.: Klett.
- Roche, Jörg (2008a), *Handbuch Mediendidaktik: Fremdsprachen*. Ismaning: Hueber (= Qualifiziert unterrichten).
- Roche, Jörg (2008b), Rituale des Online-Lernens. *Theorie und Praxis DaF* 18, 62–65.
- Roche, Jörg (2009), Fremdsprachenlernen online. In: Issing & Klimsa (Hrsg.), 389–400.
- Roche, Jörg (2012), *Mehrsprachigkeitstheorie: Erwerb - Kognition - Transkulturation - Ökologie*. Tübingen: Narr.
- Scheiter, Katharina & Gerjets, Peter (2010), Cognitive and socio-motivational aspects in learning with animations: there is more to it than ‘do they aid learning or not’. *Instructional Science* 38: 5, 435–440.
- Scheller, Julija (2008), *Animationen in der Grammatikvermittlung: Multimedialer Spracherwerb am Beispiel von Wechselpräpositionen*. Münster: LIT (= Kommunikation und Kulturen 7).
- Schnotz, Wolfgang & Bannert, Maria (1999), Strukturaufbau und Strukturinterferenz bei der multimedial angeleiteten Konstruktion mentaler Modelle. In: Wachsmuth, Ipke & Jung, Bernhard (Hrsg.), *Kogwis 99: Proceedings der 4. Fachtagung der Gesellschaft für Kognitionswissenschaft*. Bielefeld, 79–85.
- Schnotz, Wolfgang & Horx, Holger (2009), Online-Lernen mit Texten und Bildern. In: Issing & Klimsa (Hrsg.), 88–103.
- Schütze, Stephanie; Streule, Roland & Läge, Damian (2011), Warum klassische Evaluation oftmals nicht ausreicht - eine Studie zur Ermittlung der Bedeutsamkeit Mentaler Modelle als Evaluationsmethode. In: Köhler, Thomas & Neumann, Jörg (Hrsg.), *Wissensgemeinschaften*. Münster: Waxmann (= Medien in der Wissenschaft 60), 273–283.
- Seel, Norbert M. (2000), *Psychologie des Lernens*. München: E. Reinhardt.
- Shute, Valerie; Jeong, Allan; Spector, Michael J.; Seel, Norbert M. & Johnson, Tristan (2009), Model-based methods for assessment, learning, and instruction: Innovative educational technology at Florida State University. In: *Educational Media and Technology Yearbook*. New York: Springer, 61–79.
- Spector, Michael J.; Ifenthaler, Dirk; Knezek, Gerald; Tyler-Wood; Tandra & Kim, ChanMin (2013), Methods and technologies to promote information-centered knowledge construction. In: *iConference 2013 Proceedings*, 1031–1032.
- Verein Stadtteilarbeit (2009), *Projekt zur Sprachförderung am Lion-Feuchtwanger Gymnasium*. München.
- Weidenmann, Bernd (2009), Multimedia, Multicodierung und Multimodalität beim Online-Lernen. In: Issing & Klimsa (Hrsg.), 74–86.

