

Welchen Einfluss können Computeranimationen auf die Raumvorstellungsentwicklung haben?

Die Entwicklung von Raumvorstellung ist eines der zentralen Ziele des Geometrieunterrichts in der Grundschule. Den Neuen Medien scheint ein großes Potenzial zur Förderung von Raumvorstellung im Geometrieunterricht zugeschrieben zu werden, gleichwohl ist ihr tatsächlicher Einfluss wenig erforscht.

Die vorliegende Arbeit führt philosophische, psychologische und mathematikdidaktische Ansätze zu einem Verständnis von Raumvorstellung zusammen, welches auf mentale Modelle rekurriert.

Der Einfluss von Computeranimationen auf die Raumvorstellungsentwicklung wird über zwei Zugänge analysiert: Auf der einen Seite wurden die verwendeten Programme im Hinblick auf mediengestalterische Aspekte und ihr lehr-lerntheoretisches Potenzial analysiert. Auf der anderen Seite wurde in qualitativen Intensiv-Leitfadeninterviews die konkrete Auseinandersetzung der Lernenden mit den Computeranimationen sowie die subjektive Bewertung des Einflusses der Animationen durch die Lernenden erhoben.

Die Datenauswertung erfolgte nach Grundprinzipien der qualitativen Inhaltsanalyse sowie der Objektiven Hermeneutik. In methodischer Anlehnung an die *Komparative Analyse* und die *Fallkontrastierung mittels Extremtypen* werden drei prototypische Verhaltensmuster präsentiert, die das Spektrum unterschiedlicher Möglichkeiten des Einflusses von Computeranimationen auf die Raumvorstellungsentwicklung darstellen. Die beiden extremtypischen Fallbeispiele "Michi" und "Jan" markieren die Ränder dieses Spektrums, "Johannes" steht prototypisch für einen Lernenden in der Mitte.

Die kognitive Belastung im Sinne der *Cognitive Load Theory* moderiert das Zusammenspiel zwischen Medium und Individuum:

So kommt es bei "Michi" zu einem Overload, weil sie durch *konkretes und mentales simultanes Handeln und Beobachten* überfordert ist. Die Computeranimationen reduzieren die kognitive Belastung, indem durch sie die Handlung strukturiert und durchgeführt wird. Dadurch kann Michi eine erste mentale Repräsentation entwickeln.

"Johannes" ist bei mentalen Modellierungen mit vielen Behaltensprozessen überfordert. Die Computeranimationen reduzieren seine kognitive Belastung, indem sie für ihn problematische Stellen visualisieren. Dadurch kann Johannes seine mentalen Repräsentationen vervollständigen und ggf. korrigieren.

"Jan" ist bei mentalen Modellierungen nicht überfordert. Die Computeranimation hilft ihm dabei nicht, sie behindert ihn dabei aber auch nicht (jedoch zeitliche Verzögerung). Sie liefert ihm lediglich redundante Information. Für sein Lernen ist der Computer entbehrlich.

An dieses Spektrum anknüpfend konnte mit Hilfe eines modelltheoretischen Entwicklungsverlaufs unter der Perspektive der *Passung zwischen Medium und Individuum* für die äußerlich-mediale Unterstützung durch die Computeranimationen detailliert aufgezeigt werden,

- welche individuellen kognitiven Entwicklungsprozesse dazu führen, und

- wie sich mit der zunehmenden Expertise des Lernenden der Stellenwert unterschiedlicher Einflussfaktoren und die Wirkweise der Animationen insgesamt dahingehend verändert,

dass eine zunächst hilfreiche instruktionale Gestaltung der Computeranimationen für den *Lernprozess des Lernenden* zu einem immer überflüssiger werdenden, teils sogar störenden Werkzeug im *Arbeitsprozess des Experten* wird.

Mit Blick auf eine innerlich-mentale Unterstützung durch die Computeranimationen deutet sich an, dass Lernende mentale Bewegungsroutinen auf dem Weg zur Ausbildung mentaler Handlungsrountinen entwickeln.

Darüber hinaus konnten insbesondere die unterschiedlichen kognitiven Anforderungen herausgearbeitet werden, die im Zusammenhang mit der *reinen Beobachtung von konkreten oder mentalen Handlungen* im Vergleich zu dem *simultanen konkreten oder mentalen Handeln und Beobachten* an den Lernenden gestellt werden. Für die aus der kognitionspsychologischen Literatur bekannten verständnisunterstützenden Funktionen von Animationen (*facilitating* und *enabling function*) liefern diese Ergebnisse insgesamt tiefer liegende Charakterisierungen für das Eintreten dieser Funktionsweisen.

Alle Schüler durchlaufen in ihrem Lernprozess Analyseprozesse des *Konkreten und Mentalen Beobachtens* sowie des *Konkreten und Mentalen simultanen Handelns und Beobachtens*. Dabei beobachten Lernende Handlungen, seien es eigene oder fremde, seien sie konkret oder mental, mit dem Ziel konstitutive Merkmale zu erfassen und mentale Repräsentationen zu entwickeln.

Für die Lernenden, welche durch die *simultane Durchführung und Beobachtung eigener Handlungen* überfordert sind und dadurch keine mentalen Repräsentationen entwickeln können, sollten zunächst einmal die kognitiven Mehranforderungen reduziert werden: Anfangs eignen sich *Fremdhandler*, um Lernentwicklungen vom *Zusehen zum zielgerichteten und Operativen Beobachten* zu unterstützen. Ist die Fähigkeit entwickelt, so können diese Lernenden einen Zugang zur *simultanen Durchführung und Beobachtung eigener Handlungen* finden. Dieses bildet letztlich die Grundlage des *Operativen Prinzips*.

In der besonderen Bedeutung der *Entwicklung des reinen und zunehmend operativen Beobachtens von Handlungen* (Operatives Beobachten) als mögliche Vorstufe des *simultanen und zunehmend operativen Durchführens und Beobachtens eigener Handlungen* (Operatives Handeln) sehe ich die zentralen Konsequenzen für die Analyse und Gestaltung von Lehr- Lernprozessen.

Ein Plädoyer für ein erweitertes Begriffsverständnis zum *Operativen Prinzip* greift dies auf und hebt den expliziten Stellenwert des *Operativen Beobachtens* hervor, indem es die *Entwicklung des Operativen Beobachtens* und das *Operative Beobachten selbst* als Vorstufe in das *Operative Prinzip* einbettet.

Abschließend wird ein erweiterter Vorstellungsbegriff formuliert, welcher die Bedeutung des "*Mentalen Beobachtens der inneren Fremdhandler – der Mentalen Bewegungsroutinen*", berücksichtigt.

Bewegungsroutinen: Man bewegt die Gliedmaßen von seinen Körper, man spricht nie von Handeln in diesem Zshg.

Dies legt nahe, dass Bewegungsroutinen die Ausübung und Koordinierung von Bewegungsabläufen mit Gliedmaßen des eigenen Körpers umfassen, wobei auf die Ausübung des Bewegungsablaufes keine mentale Anstrengung gerichtet ist, sondern diese automatisiert und routiniert verlaufen.

Diese Charakteristika erfahren Übertragungen auf die mentale Welt „mentale Bewegungsroutinen“.

Prof. Dr. Peter Bender

Prof. Dr. Hartmut Spiegel

Prof. Dr. Christoph Selter

Dr. Marc Wermann

Dr. Mirko Hessel-von Molo

Im Rahmen meiner Dissertation habe ich mich ausgiebig mit der Fragestellung „Wie beeinflussen Computer-Animationen die Raumvorstellungsentwicklung?“ auseinandergesetzt. Auf Basis von Einzelfallstudien in 4. Schuljahren ließen sich ausgehend von beobachteten Phänomenen zentrale Strukturen und damit überindividuelle Verhaltensweisen herausstellen. Mit Hilfe von drei Prototypen konnte ich ein Spektrum unterschiedlicher Möglichkeiten des Einflusses von Computeranimationen auf die Raumvorstellungsentwicklung erfassen und beschreiben.

Darüber hinaus konnte ich unter der Perspektive der *Passung zwischen Medium und Individuum* mit Hilfe eines modelltheoretischen Entwicklungsverlaufs detailliert aufzeigen, *welche* individuellen kognitiven Entwicklungsprozesse (mentaler Modellierungen) dazu führen – und *wie* sich mit der zunehmenden Expertise des Lernenden der Stellenwert unterschiedlicher Einflussfaktoren und die Wirkweise der Computeranimationen insgesamt dahingehend verändert, dass eine zunächst hilfreiche instruktionale Gestaltung der Computeranimationen für den *Lernprozess des Lernenden* zu einem immer überflüssiger werdenden Werkzeug im *Arbeitsprozess des Experten* wird.

Hierbei konnte ich insbesondere die unterschiedlichen kognitiven Anforderungen herausarbeiten, die im Zusammenhang mit der *reinen Beobachtung von konkreten* oder *mental*en Handlungen im Vergleich zu dem *simultanen konkreten* oder *mental*en Handeln und Beobachten an den Lernenden gestellt werden.

In der besonderen Bedeutung der Entwicklung des *reinen Beobachtens von Handlungen* (Operatives Beobachten) *als mögliche Vorstufe* des *simultanen Durchführens und Beobachtens eigener Handlungen* (Operatives Handeln) sehe ich die zentralen Konsequenzen für die Analyse und Gestaltung von Lehr-Lernprozessen.

Die Dissertation befindet sich im Endstadium der Bearbeitung und wird im Juni d. J. bei Prof. Dr. Peter Bender eingereicht.

Die im Rahmen der Dissertation erzielten Erkenntnisse möchte ich in einem nächsten Schritt meiner wissenschaftlichen Weiterqualifikation dazu nutzen, ein übergeordnetes Modell zur Beschreibung der kontinuierlichen Entwicklung von Schülervorstellungen für den Mathematikunterricht zu entwickeln. Diese Forschungsabsicht ist eines meiner zentralen Ziele in dem Projekt BVB (**B**eobachten, **V**ermuten, **B**eweisen, vgl. auch Anlage zur Bewerbung), welches ich gemeinsam mit meinen Kollegen Andreas Marx und Christoph Selter (beratendes Mitglied) leite.

Alt:

Im Zusammenhang mit den aus der kognitionspsychologischen Literatur bekannten verständnisunterstützenden Funktionen von Animationen (*facilitating* und *enabling function*) konnten damit insgesamt tiefer liegende Charakterisierungen für das Eintreten dieser Funktionsweisen herausgearbeitet werden.