

Raumgeometrieunterricht: Hinweise auf die Übertragbarkeit des Supplantationskonzeptes von Salomon?

Ein Raumgeometrieunterricht ohne die Verwendung bzw. das Arbeiten mit real angreifbaren Körpermodellen scheint undenkbar – und das in allen Ausbildungsstufen vom Kindergarten bis zur Universität. Das sind Modelle vom Würfel, seinem Netz, von den hier allseits bekannten Grundkörpern, das sind diverse Kegelschnittsmodelle, von den Dandelinschen Kugeln beim ebenen Zylinderschnitt bis hin etwa zur Dupinschen Zyklide. Modelle gehören einfach zum Geometrieunterricht [MÜLLER 2012]. Modelle sollen helfen, eine Grundvorstellung von Raumgeometrie zu entwickeln, Raumobjekte darzustellen und damit zu operieren. Oft scheint es, dass selbst kreative Architekten direkt die in ihrer Ausbildung kennengelernten Geometrieobjekte realisieren. Im Unterricht ist es in der Regel so, dass Modelle helfen sollen, bestimmte räumliche Vorgänge zu verstehen, zu verinnerlichen und so eine Kompetenz zu erwerben, Probleme ohne reale 3D-Modelle nur mit Hilfe von Skizzen oder 2D-Zeichnungen zu lösen. Geometriemodelle sollen eine Skizze nicht ersetzen, nicht „suplantieren“. Und um die Frage der Gültigkeit eines gewissen Supplantationseffektes im Unterricht geht es in der Folge.

Unterricht und Testdesign

Eine einfache Modellvorstellung von Unterricht besteht aus Lernaktivitäten und Lehrhandlungen, beide ein Bindeglied zwischen den Voraussetzungen der Lernenden bzw. den Zielvorstellungen der Lehrpersonen auf der einen Seite und den Lernwirkungen auf die Lernenden und Annahmen der Lehrenden, dass die Handlungen zum Erfolg führen, auf der anderen Seite (vgl. Abbildung 1).

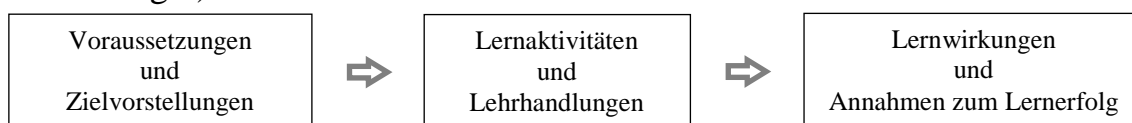


Abbildung 1

Betrachtet man Unterricht aus Sicht der Mediendidaktik, so trägt das Medium den Informationsfluss vom Sender (in der Regel der Lehrperson) zum Empfänger (in der Regel zu den Lernenden) und je nach Lehr-Lern-Paradigma möglicherweise auch in die andere Richtung. Medien sind dabei Sprache, Texte, Musik, Bilder, Geräusche, Gerüche, Objekte/Modelle.

Das typische Design von Untersuchungen zur Wirksamkeit von Interventionen wie Lehrhandlungen oder Lernaktivitäten im Unterricht besteht in der Regel aus Pretests, den eigentlichen *Interventionen* und Posttests. Um

die Wirksamkeit der Interventionen herauszufinden, gibt es verschiedene Gruppen von Testpersonen, auf die keine (= Kontrollgruppen) oder bestimmt ausgerichtete Interventionsmaßnahmen wirksam werden. Um eine Wirksamkeit festzustellen, werden die Testergebnisse von Pre- und Posttest miteinander verglichen und die Unterschiede entsprechend interpretiert.

Im Brennpunkt der gegenständlichen Darlegungen stehen der Raumgeometrieunterricht und Untersuchungen, deren Interventionen auf die Entwicklung des Raumvorstellungsvermögens Einfluss nehmen. Dabei soll festgehalten werden, ob die Lernwirkung bei Personen mit geringerem bzw. höherem Raumvorstellungsvermögen unterschiedlich ist.

Obwohl die Interventionsmaßnahmen in der Regel mit Bedacht so gewählt werden, dass durch diese das zu untersuchende Merkmal gesteigert wird, scheint manchmal gerade das Gegenteil einzutreten.

Dies soll an einem ausgewählten Beispiel demonstriert werden:

Ein Beispiel: Intervention mit Augmented Reality

2005 untersuchten Hannes KAUFMANN und Andreas DÜNSER in Wien an mehr als 200 Schülerinnen und Schülern der elften Schulstufe die Wirksamkeit von *Augmented Reality* im Vergleich zu einem Unterricht mit einem statischen 3D-CAD-Programm bzw. mit traditionellem händischem Konstruktionsunterricht (Darstellende Geometrie). Der Lernzuwachs von vier Gruppen wurde untersucht. [DÜNSER 2005]

Das von der Forschergruppe erhoffte Ergebnis, dass die Gruppe, die mit den Augmented-Reality-Modellen trainierte, die größte Leistungssteigerung haben würde, erfüllte sich nicht. Im Gegenteil: Die Gruppe der Testpersonen mit beim Pretest festgestellt höherem Ausgangsniveau schneidet beim Posttest bei jedem einzelnen der vier Teiltests¹ schlechter als beim Pretest ab.

Die Statistiker wissen, dass das vorliegende Ergebnis (Schwache steigern sich beim Posttest mehr, Gute werden nicht besser, sondern eher schlechter als beim Pretest) bei diesem zweiphasigen Testverfahren keinesfalls Zufall ist oder kausal mit der Interventionsmaßnahme zusammenhängen muss. Vielmehr verursacht dies der sogenannte Regressionseffekt – auch „Tendenz zur Mitte“ genannt: So können Testpersonen, die mit sehr gute Leistungen im Pretest haben, beim Posttest nur gleich gut oder schlechter abschneiden (DÜNSER begründet dies mit einem „Deckeneffekt“) und Personen mit sehr schlechten Ergebnissen nur gleich schlecht oder besser ab-

¹ MCT (Abb.5), MRT (Abb.6), DAT:SR (Abb.7), SOT (Abb.8); die Abbildungsnummern beziehen sich auf [DÜNSER 2005].

schneiden. Eine Annäherung zur Mitte ist damit selbst ohne Einfluss der gesetzten Interventionen wahrscheinlich. In mathematischer Sprache formuliert bedeutet dies, dass sich die gemessenen und bei großer Grundgesamtheit in der Regel normalverteilten Testwerte (x_i beim Pretest und y_i beim Posttest) bei den Testpersonen jeweils aus „wahren“ Variablenwerten X_i bzw. Y_i und zufälligen Messfehlern m_{xi} bzw. m_{yi} zusammensetzen:

$$(1) \quad x_i = X_i + m_{xi} \quad \text{bzw.} \quad (2) \quad y_i = Y_i + m_{yi}$$

Dies hängt damit zusammen, dass (fast alle) Tests in der Psychologie nicht reliabel (zuverlässig) genug sind und deshalb immer mit Messfehlern zu rechnen ist.

Eine mögliche Interpretation: Supplantation

Die Fragestellung, um die es hier geht, ist: Kann es für das Ergebnis, nämlich das schlechtere Abschneiden von TP mit höherem Ausgangsniveau bei allen vier Posttests im Vergleich zu den Pretests neben dem Regressionseffekt, weitere Ursachen geben?

Gavriel SALOMON hat in den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts in seinen Untersuchungen über die Wirkung von „neuen“ Medien den Effekt beschrieben, dass virtuelle Simulationen die kognitive Anstrengung ersetzen bzw. verringern können. Er erklärt dieses Phänomen so, dass die exakte Simulation eines kognitiven Prozesses das Arbeitsgedächtnis von Lernenden entlastet (und nicht trainiert), weil die wichtige Lernaufgabe, das Vorstellen des Ablaufes, dem Gehirn abgenommen wird. SALOMON nennt dies „Ersetzung“ bzw. im Original „Supplantation“ [SALOMON 1976].

Ist nun das Lernen mit Augmented Reality im obigen Testaufbau als eine solche Supplantation sehen? Die Testpersonen sehen die zu bearbeitenden Objekt dreidimensional vor sich schweben und können gestellte Aufgaben ohne den Zwischenschritt der Interpretation zweidimensionaler Bilder lösen. Im Zuge des Testverfahrens mit Papier und Bleistift müssen aber gerade diese Denkvorgänge abgerufen werden. Das Arbeiten der Testpersonen im 3D-Raum könnte eine so große kognitive Entlastung nach sich ziehen, dass sich die erwünschte Lernwirkung – das Lösen von 3D-Aufgaben mit Hilfe von 2D-Darstellungen – nicht einstellt, ja eventuell sogar geschmälert wird. Der Vergleich mit einem Sporttraining drängt sich auf: Welchen Effekt hätte es, wenn ein 400m-Läufer sein Lauftraining durch das Ansehen von Laufvideos ersetzt? Die Intervention hat bei Augmented-Reality-Intervention also nicht das trainiert, was getestet wird. Hinweise aus der Neurodidaktik zeigen, dass ein haptischer Umgang mit Modellen andere Bereiche des Gehirns aktiviert als ein rein bildhafter [MADEJA 2012].

Gilt der Supplantationseffekt, dann muss in Gleichung (2) noch ein Summand s_{yi} für die Supplantation eingebaut werden, der Einfluss auf das Messergebnis y_i der Posttests hat.

$$(3) \quad y_i = Y_i + m_{yi} + s_{yi}$$

Augmented Reality stellt ein Mittelding zwischen realen Raumgeometrie-Modellen und der virtuellen Digitalwelt dar. Damit stellt sich die Frage, ob das intensive Arbeiten mit realen 3D-Modellen einen ähnlichen Effekt hervorruft: Nämlich, dass die Absicht der Lehrperson, eine möglichst hohe Raumvorstellungskompetenz bei den zu Lernenden zu erreichen, in Wirklichkeit nur das Hantieren in der realen 3D-Welt – nicht aber das Vorstellungsvermögen als Transfermittel zwischen 3D-Welt und 2D-Bildern fördert. Gerade das ist eine der Kernaufgaben des Raumgeometrieunterrichtes.

Niemand wird bestreiten, dass der Bau von eigenen Modellen und die intensive Verwendung fertiger Modelle im Anfangsunterricht absolut notwendig sind, um eine „Geometriebasis“ im Gedächtnis deklarativ aufzubauen [BRAND/MARKOWITSCH 2009]. Die Frage ist nur, ob die Aufgabenstellungen, die zum Hantieren mit Modellen gestellt werden, aktivierend genug sind, um einen Lerneffekt zu bewirken. Dazu bemerkt Klaus-Peter EICHLER schon für den Unterricht in der Primarschule:

Der mit einer äußeren Handlung erreichbare Lerneffekt tritt prinzipiell erst dann ein, wenn die Kinder durch die Handlung zu einer dem Aneignungsgegenstand gerichteten geistigen Tätigkeit veranlasst werden.

Um diese Frage beantworten zu können, ob es diesen beschriebenen Supplantationseffekt tatsächlich gibt, muss ein eigenes Testdesign entworfen werden, bei dem natürlich alle intervenierenden Variablen und statistischen Effekte berücksichtigt werden müssen – ein lohnenswertes Unterfangen!

Literatur

- Brand, M./Markowitsch, H.J. (2009). Lernen und Gedächtnis aus neurowissenschaftlicher Perspektive. In: Hermann, U. (Hrsg.): Neurodidaktik. Grundlagen und Vorschläge für gehirngerechtes Lehren und Lernen, 2. Aufl. Beltz, Weinheim und Basel
- Dünser, A. (2005). Trainierbarkeit der Raumvorstellung mit Augmented Reality. Wien, Univ., Diss.
- Eichler, K-P. (2013). Mathematikunterricht in der Grundschule - Gestaltung, Analyse und Bilanz. In www.mathematikus.de [2014-03-01]
- Madeja, M. (2012). Das kleine Buch vom Gehirn, München: dtv
- Müller, T. (2012). Über das Lernen mit geometrischen Modellen. - in: Informationsblätter für Darstellende Geometrie 31 (2012) 2, S. 16 – 20, Innsbruck.
- Salomon, Gavriel (1976). Können wir kognitive Fertigkeiten durch visuelle Medien beeinflussen? Eine Hypothese und erste Befunde. In: Dichanz, Horst / Kolb, Günter (Hrsg.): Quellentexte zur Unterrichtstechnologie II. Stuttgart: Klett, S. 44 – 67.