

Jürgen STEINWANDEL & Matthias LUDWIG, Weingarten

## **Die Strukturierung regulärer und halbreulärer Körper. Ein Vergleich von 3D-Computersimulation, Bild und Real- model**

### **Theoretischer Hintergrund**

Im Schulunterricht werden zur Erfassung der räumlichen Strukturen von Polyedern (z.B. Anzahl ihrer Flächen, Art ihrer Flächen, Anzahl ihrer Kanten, usw.) Realmodelle (z.B. aus der Sammlung der Schule) und Bilder (z.B. Schulbuch), als auch Computeranimationen, z.T. interaktiv, eingesetzt. Die Auswirkungen dieser verschiedenen Medien auf die Erfassung einfacher räumlicher Strukturen und Symmetrien und das sich anschließende Lernergebnis von Schülerinnen und Schülern in Abhängigkeit verschiedener Variablen, wie kognitive Leistungsfähigkeit, Raumvorstellungsvermögen, Computerkenntnisse sollen in diesem Projekt untersucht werden. Ziel dieser Arbeit ist es, ein theoretisches Modell zu entwickeln und zu überprüfen, welches auf Grund der Ausgangsvariablen Aussagen darüber machen kann, durch welches Medium der Proband die räumlichen Strukturen der Polyeder (Anzahl Ecken und Kanten bzw. Anzahl und Art der Flächen) am besten erfassen kann. Es zeigt sich nämlich, dass die bisherigen Befunde uneinheitlich dahin gehend sind, ob man mit (interaktiven) Computeranimationen oder statischen Bildern oder dem Computer überhaupt besser lernt (vgl. Lowe 2003, 2004; Schwan & Riempp 2004; Lewalter, 2003; Souvignier, 1999, Hartmann & Reiss, 1999; Hartmann & Hellmich, 2002; Cohen, C.A. 2005; etc.) . Betrachtet man es aber – soweit es die bisherigen Ergebnisse ermöglichen – von der Warte der Ausgangssituation der Lernenden, so wird schemenhaft erkennbar, dass hier der Schlüssel zum Verständnis der uneinheitlichen Ergebnisse liegen könnte. Es sieht so aus, dass zum einen die Komplexität der Aufgabenstellung, als auch das Vorwissen des Lerners die Wirksamkeit des Mediums beeinflusst.

### **Vorarbeiten**

Wie oben erwähnt wird angenommen, dass neben dem Medium und dem Vorwissen, bzw. den raumgeometrischen kognitiven Fähigkeiten die Komplexität der Aufgabenstellung einen Einfluss auf die Lösungswahrscheinlichkeit der Aufgabe hat. Als Eingangsvariablen werden deshalb neben den individuellen Fähigkeiten des Schülers den Körpern, welche in den Aufgabenstellungen verwendet werden, jeweilige Komplexitätsgrade zugeordnet, die möglichst einfach wie folgt bestimmt werden:

Anzahl der Flächen + Ecken + Kanten eines Körpers = Komplexitätsgrad = (K-Wert) des Körpers. Mit Hilfe der Eulerschen Polyederformel lässt sich dies sogar nur auf die Anzahl der Kanten zurückführen:  $K\text{-Wert} = 2k+2$ . Der Körper mit der geringsten Komplexität soll den Wert 1 erhalten. Wir werden deshalb sogenannte relativ-gerundete K-Werte einführen.

								
Körpernr.	1	2	3	4	5	6	7	8
K-Wert	14	26	26	62	38	98	122	182
Rel. K-Wert	1	1,86	1,86	4,4	2,7	7	8,7	13
Gerundete rel. K-Wert	1	2	2	4	3	7	9	13

Mit Hilfe der entsprechenden Korrelationskoeffizienten zwischen den abhängigen und unabhängigen Variablen soll dann eine Lernumgebungszuweisungsmatrix beschrieben werden, die konkrete Hinweise geben kann, welche Lernumgebung (Computer, Modell, Bild) für einen konkreten Schüler in einer konkreten Situation optimal ist.

### Untersuchungsdesign

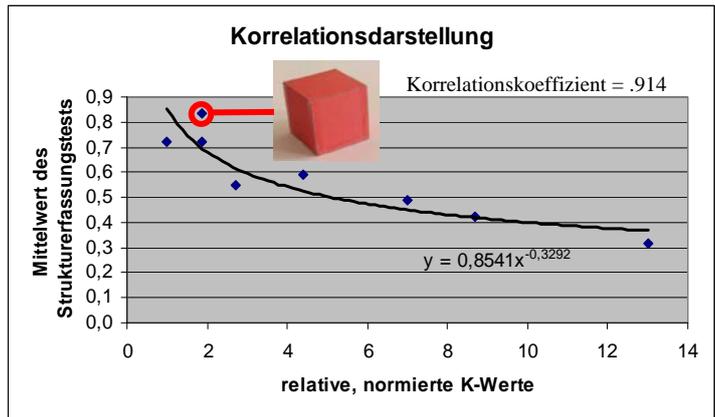
Zunächst wurde durch einen Vortest (Bausteine-Test: Birkel, P. et al 2002) die Lerngruppe (n=27) in drei gleich große und von der Leistungsstruktur nahezu identische Versuchsgruppen skaliert, wobei die geschlechtsspezifische Verteilung ebenfalls homogen gehalten werden konnte.

Lernumgebung	erreichte durchschnittliche Leistung	SD
Computer	43,3 %	22,0 %
Modell	43,9 %	19,6 %
Bild	48,9 %	24,0 %

Daran schloss sich ein Selbsteinschätzungstest bzgl. der Computernutzungsintensität an. Für den folgenden, zentralen Strukturertest hatten die Schülerinnen und Schüler 25 Minuten Zeit. Während dieser Dauer mussten sie zu jedem der acht vorgelegten Körper 8 Fragen bzgl. der Anzahl der Ecken, Kanten und Flächen, als auch zur Struktur der Körper beantworten. Die geschlossenen Fragen wurden durch eine offene Frage zu den Symmetrien der Körper ergänzt.

## Ergebnisse

Wie schon erwähnt, wurde eingangs postuliert, dass Aufgaben, denen ein Körper mit einem höheren Komplexitätsgrad (K-Wert) zu Grunde liegt, schwerer zu bearbeiten sein dürften. D.h. je höher der K-Wert, desto geringer die Lösungshäufigkeit. Ein reziproker Zusammenhang drängt sich hier auf. ( $P \sim 1/K$ -Wert)



Das Modell zur Bestimmung des Komplexitätsgrades der Körper kann sehr gut bestätigt werden. Bzgl. Körper Nr. 2 (Würfel) kann argumentiert werden, dass dieser deshalb besonders gut bearbeitet worden ist, weil von ausgeprägten Alltagsvorerfahrungen ausgegangen werden darf.

Besonders interessant scheint uns das Ergebnis beim Vergleich der drei Präsentationsformen der Körper zu sein:

Es konnte nachgewiesen werden, dass die Schüler mit der Lernumgebung „Modell“ hoch signifikant bessere Ergebnisse erzielten, als die beiden anderen Lerngruppen. Des Weiteren kann abgelesen werden, dass ein Leistungsunterschied zwischen den Gruppen „Bild“ und „Computer“ kaum bzw. schwach nachweisbar ist. Vor allem das relativ identische Leistungsbild bei der „Bild-“ und „Computergruppe“ lässt sich darauf zurückführen, dass die Probanden den Körper am Bildschirm nicht mehr bewegen und somit die gleiche Situation erstellen wie auf einem Bild.

Lernumgebung	erreichte durchschnittliche Leistung	SD	T-Test	P	
Computer (C)	53,5 %	22,0 %	B-M	.015	v.s.
Modell (M)	43,9 %	19,6 %	B-C	.882	n.s.
Bild (B)	48,9 %	24,0 %	C-M	.062	s.

(Übersichtstabelle bzgl. des Strukturfassungstests)

## Erfahrungen, Forschungsstand bezogen auf den Vortest, Ausblick

Hinsichtlich des Untersuchungsdesigns hat der Vortest gezeigt, dass die Grundstruktur der Untersuchung in dieser Weise die hier gestellten wissenschaftlichen Fragestellungen beantworten kann. Somit werden die wesentlichen Strukturen dieser Voruntersuchung übernommen; jedoch wird es im

Detail Änderungen geben. Kompletierend zu dem bereits eingesetzten Bausteine-Test werden als Vortests ein Arithmetiktest, als auch ein Maus-test – der den bisherigen Computerselbsteinschätzungstest ersetzt – durchgeführt. Insbesondere wird die Auswahl der Körper, als auch die Farbgebung, die nicht mehr zweifarbig ausgeführt sein wird, geändert. Es sollen ca. 300 Schüler getestet werden, die aus unterschiedlichen Klassenstufen und den Schularten Hauptschule, Realschule und Gymnasium entstammen sollen. Somit sind weitere Teilauswertungen möglich – so z.B. Aussagen bzgl. Schulart bzw. der Jahrgangsstufe. Des Weiteren soll eine Antwort auf die Frage gegeben werden, in wie weit z.B. schwache Schüler von einer anderen Lernumgebung profitieren, als starke.

## Literatur

- Birkel, P., Schein, S.A., Schumann, H. (2002). Bausteine-Test. Ein Test zur Erfassung des räumlichen Vorstellungsvermögens. Hogrefe - Verlag für Psychologie: Göttingen.
- Cohen C.A. (2005). The Influence of Spatial Ability on the Use of Dynamic, Interactive Animation in a Spatial Problem-solving Task. Prodeedings, Barkowsky, T. et al. (Hrsg.) Reasoning with mental and External Diagramms Cumpotational Modeling and Spaial Assistance. Proceedings. *American Association for Artificial Intelligence(AAAI) 2005*, Spring Symposium Series, Stanford, S. 1-5.
- Hartmann, J., Reiss, K. (1999) Auswirkungen der Bearbeitung räumlich-geometrischer Aufgaben auf das Raumvorstellungsvermögen. In *Leutner, D. & Brünken, R. (Hrsg.), Neue Medien in Unterricht, Aus- und Weiterbildung*. Münster: Waxmann, 85-93
- Hartmann, J. & Hellmich, J.(2002). Materialgebundene versus computergestützte Förderung räumlicher Kompetenzen in der Grundschule. In: *Pescheck, W.( Hrsg.), Beiträge zum Mathematikunterricht 2002*. Hildesheim: Franzbecker. 211-214
- Lewalter, D. (2003). Cognitive strategies for learning from static and dynamic visuals, *Learning and Instruction*, 13, S. 177–189.
- Lowe, R. (2003). Animation and learning: Selective processing of information in dynamics graphics. *Learning and Instruction*, 13, S. 157–176.
- Lowe, R.(2004). Interrogation of a dynamic visualization during learning
- Schwan, S. Riempp, R.( 2004). The cognitive benefits of Interactive videos: learning to tie nautical knots, *Learning and Instruction* 14, 293-305
- Souvignier, E. (1999). Die Verbesserung räumlicher Fähigkeiten durch Computerunterstützte Fördermaßnahmen: zwei Evaluationsstudien.