

Jürgen STEINWANDEL, Weingarten

## **Die Strukturierung regulärer und halbreulärer Körper. Ein Vergleich von interaktiver 3D-Computer-Simulation, Bild und Realmodell**

### **1. Einführung**

Die Kompetenz „räumliches Vorstellungsvermögen“ ist für viele Bereiche des täglichen Lebens, als auch der Berufswelt, ein elementarer Grundbaustein. In der psychometrischen Tradition wird dabei von 3 bis 5 Faktoren ausgegangen (Linn & Petersen 1985/1986, Maier 1999, Judith Glück et.al, 2006). In der vorliegenden Arbeit wird vor allem auf die beiden Faktoren „mental rotation“ und „spatial visualization“ nach Linn & Petersen Bezug genommen.

Im Schulunterricht werden zur Erfassung räumlicher 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. Bisherige Untersuchungen konzentrieren sich in diesem Kontext vorwiegend auf den Verdrehwinkel zweier zu vergleichender Abbildungen und analysieren hierbei z.B. die Bearbeitungsgeschwindigkeit oder die Fehlerhäufigkeit (Kosslyn, Margolis, Barrett und Goldknopf 1990, Peters et.al 1995, Glück 2005). Dabei werden weitere Variablen wie z.B. das Alter oder das Geschlecht in den Blickwinkel genommen. Weitere Arbeiten analysieren die Wirkungsweise von Computerumgebungen und deren Trainingseffekte (Souvignier 1999/2000, Hartmann & Reiss 2000, Hellmich et.al 2002, Ahmad 2009). Dabei sind die Befunde teilweise uneinheitlich bzw. widersprüchlich.

### **2. Forschungsfragen**

In der hier vorgestellten Arbeit werden bzgl. der Untersuchung von regulären und halbreulären Körpern zwei weiterführende bzw. neue Aspekte untersucht:

- Ist es möglich, die Komplexität eines Körpers unabhängig von der Betrachtung des Rotationswinkels zu quantifizieren und in wie weit behält ein solches Modell seine Gültigkeit für verschiedene Leistungsgruppen ?

Hierbei wurde ein recht einfaches Modell zugrunde gelegt, indem der Komplexitätsgrad (K) wie folgt definiert wird:

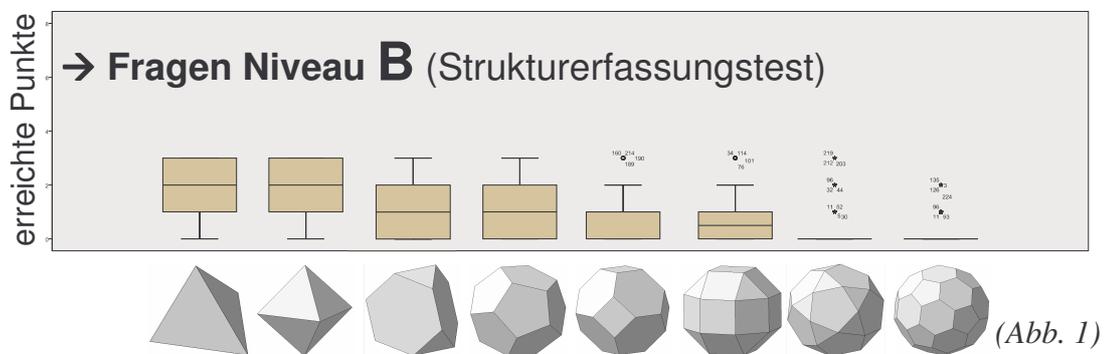
$$K = \text{Anz. Ecken} + \text{Anz. Kanten} + \text{Anz. Flächen}$$

- Wie stark profitieren verschiedene Leistungsgruppen von den Präsentationen „Bildumgebung, Computeranimation bzw. Modell“ in Bezug auf die Bearbeitung von entsprechend spezifischen Fragestellungen ?

### 3. Untersuchungsdesign

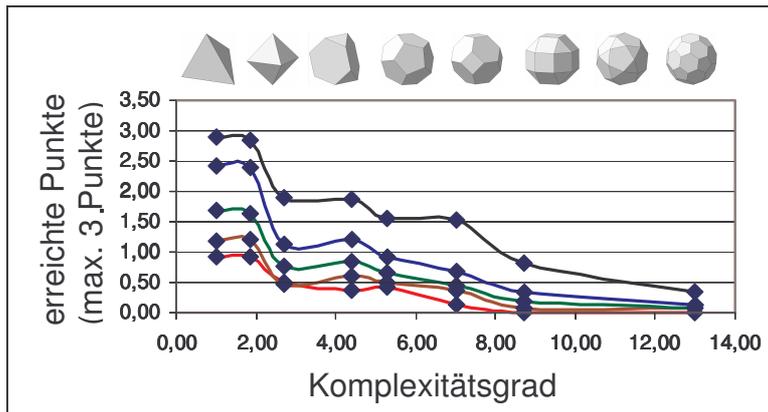
Getestet wurden N=242 Schüler in insgesamt 11 Klassen der Klassenstufen 5 bis 9 an 5 Schulen der Schularten „Haupt-, Realschule und Gymnasium“. Zunächst wurden zwei Vortests durchgeführt: ein Arithmetiktest mit Inhalten zum Zahlverständnis und zu den Grundrechenarten im Zahlenraum der natürlichen Zahlen – sowie der Bausteinetest von Birkel & Schumann 2002. Mit Hilfe der Daten des Bausteinetests wurden die Schülergruppen skaliert und kontrolliert den Präsentationsumgebungen zugewiesen. Bei dem anschließenden „Strukturierungstest“ waren insgesamt 8 Körper zu bearbeiten, wobei jeweils 6 Fragen aus zwei Niveaugruppen zu beantworten waren. Fragen des Niveaus A konnten ohne die Kompetenzen „mental rotation“ und „spatial visualization“ beantwortet werden, während für die Items des Niveaus B diese notwendig waren. Die Bearbeitungszeit je Körper wurde dabei in Abhängigkeit vom Komplexitätsgrad vorgegeben und kontrolliert.

### 4. Erste Befunde



Hinweis: Es werden hier nur Auswertungen bzgl. der Fragen Niveau B dargestellt, da diese im Besonderen für Argumentationen hinsichtlich der Kompetenzen „mental rotation“ und „spatial visualization“ relevant sind.

Die Analyse der Fragegruppe Niveau B (Abb. 1) bekräftigt eine „in Fragestellung“ des hier angewandten Komplexitätsgrads-Berechnungsmodells; paarweise wird hier nicht differenziert – es kann lediglich eine Tendenz bestätigt werden, welche nicht weiter verwunderlich ist.

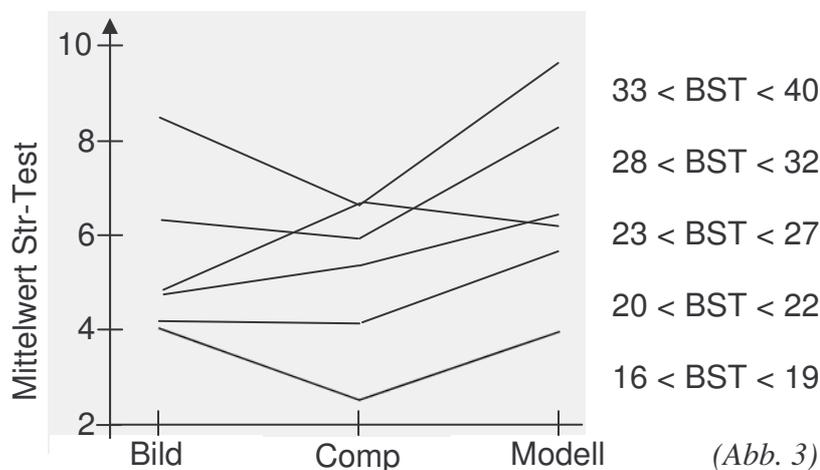


Str: 11 – 18 Punkte  
 Str: 19 – 26 Punkte  
 Str: 27 – 30 Punkte  
 Str: 31 – 34 Punkte  
 Str: 35 – 44 Punkte

(Abb. 2)

Hinweis: Analysiert werden hier ausschließlich die Fragen des Niveaus B, wobei fünf Leistungsgruppen bzgl. der Ergebnisse des Strukturertest gebildet wurden.

Die hier dargestellten parallelen Korrelationsverläufe unterschiedlicher Leistungsgruppen brachten einen unerwarteten Befund: Schüler mit besseren Ergebnissen zeigen diesen Leistungsbonus bei allen Körpern, unabhängig vom Komplexitätsgrad und in einem ähnlichen Maße. Oder anders ausgedrückt: relative Komplexitäts-Empfindungsmaße („ist leichter als“, „ist schwerer als“, „ist gleich schwer“) zwischen den verschiedenen Körpern gelten nahezu für alle Leistungsgruppen.



(Abb. 3)

Hinweis: Bei Abb. 3 wurden folgende Körper nicht berücksichtigt (leichtester und die beiden schwierigsten Körper) um Anfangs- und Extremeffekte zu kontrollieren. Das Erscheinungsbild ist dabei ähnlich im Vergleich zu der hier nicht dargestellten Gesamtbetrachtung. Skaliert wurde dabei mit Hilfe des Bausteinetests.

Bei der Analyse dieser Auswertung werden folgende zwei „vorsichtige“ Thesen formuliert:

- Die Befunde sind bzgl. der Leistungsgruppen weiterhin uneinheitlich; so gibt es im „Mittelfeld“ Leistungsgruppen, die eher von der Computerumgebung profitieren. Schwache und starke Schüler

profitieren am wenigsten von der Computerumgebung – was besonders bzgl. der oberen Leistungsgruppen überrascht.

- Starke Schüler profitieren am wenigsten von der Computerumgebung und im Besonderen vom Modell; dies ist ein sehr starker Hinweis, die bestehenden Ansichten hinsichtlich didaktischer Überlegungen – insbesondere im gymnasialen Bereich – bei der räumlichen Geometrie zu überdenken.

## Literatur

- Ahmad Rafi Khairulnunar Samsudin (9/2009): *Practising mental rotation using interactive Desktop Mental Rotation Trainer (iDeMRT)*. In: British Journal of Educational Technology, H. Volume 40, Number 5, S. 889-900(12).
- Glück J., Kaufmann H. Dünser A. Steinbügl K. (2005): *Geometrie und Raumvorstellung – Psychologische Perspektiven*. In: Informationsblätter der Geometrie (IBDG), H. 24 No. 1, S. 1–13.
- Hartmann Jens & Reiss Christina (2000): *Auswirkungen der Bearbeitung räumlich-geometrischer Aufgaben auf das Raumvorstellungsvermögen*. In: Judith Glück, Hannes Kaufmann; Leutner, Detlev; Brünken, Roland (Hg.): *Neue Medien in Unterricht, Aus- und Weiterbildung. Aktuelle Ergebnisse empirischer pädagogischer Forschung*. Münster: Waxmann, S. 85–93.
- Hellmich Frank; Hartmann Jens (2002): *Aspekte einer Förderung räumlicher Kompetenzen im Geometrieunterricht*. Ergebnisse einer Trainingsstudie mit Sonderschülerinnen und -schülern. In: ZDM, H. 34, S. 56–61.
- Kosslyn S. M. Margolis J. A. Barrett A. M. & Goldknopf E. J. (1990): *Age differences in imagery abilities*. In: Child Development, H. 61, S. 995–1010.
- Linn, M. C. & Peterson A. c. (1985): *Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A Meta-Analysis*. In: Child Development, H. 56, 6, S. 1479–1498.
- Linn, M. C. & Peterson A. c. (1986): *A meta-analysis of gender differences in spatial ability*. In S. Hyde & M.C. Linn (Eds.). In: *The psychology of gender*, Baltimore, S. 67–101.
- Maier P.H.; Maier, Peter Herbert (1999): *Räumliches Vorstellungsvermögen: Ein theoretischer Abriss des Phänomens räumliches Vorstellungsvermögen*. Pädag. Hochsch., Diss.- Freiburg (Breisgau), 1994. 1. Aufl. Donauwörth: Auer.
- Peters M., Laeng B. Latham K. Jackson M. Zaiyouna R. and Richardson C. (1995): *A redrawn Vandenberg and Kuse mental rotations test: Different versions and factors that affect performance*. In: Brain and Cognition, H. 28, S. 39–58.
- Souvignier, Elmar (Hg.) (2000): *Förderung räumlicher Fähigkeiten. Trainingsstudien mit lernbeeinträchtigten Schülern*. Münster: Waxmann (Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie, 22).
- Souvignier Elmar (1999): *Die Verbesserung räumlicher Fähigkeiten durch computerunterstützte Fördermaßnahmen: Zwei Evaluationsstudien*. In: Zeitschrift für Pädagogische Psychologie, H. 13, S. 4–16.