

Günter MARESCH, Salzburg

Erfolgreiche Strategien zur Lösung von Raumvorstellungsaufgaben (Forschungsprojekt GeodiKon)

Das Forschungsprojekt und die Forschungshypothese

Das Forschungsprojekt GeodiKon (Entwicklung eines didaktischen Konzepts für den Geometrieunterricht) des österreichischen Unterrichtsministeriums und der PH Salzburg wird in den Jahren 2013 und 2014 im Pretest-Posttest-Design durchgeführt. Es nehmen 46 Klassen mit insgesamt 896 SchülerInnen im Alter von 12 bis 13 Jahren aller österreichischen Schultypen der Sekundarstufe I (Hauptschule, Neue Mittelschule, Allgemeinbildende Höhere Schule) in drei Bundesländern teil. Die Forschungshypothese der Untersuchungen lautet: Schulung (Bewusstmachung, Kategorisierung, Verinnerlichung) jedes einzelnen der vier Faktoren der Intelligenzfacette Raumvorstellung und Training des Strategierepertoires bewirken eine Verbesserung des Raumvorstellungsvermögens.

Die Ziele des Projektes

1. Entwicklung von Lernmaterialien für 12 Lernwochen zur Schulung der vier Faktoren (Veranschaulichung/räumliche Visualisierung, räumliche Beziehungen, mentale Rotation und räumliche Orientierung) der Raumvorstellung (Linn & Petersen, 1985; Maier, 1994; Maresch, 2014) mit dem Ziel, bei den SchülerInnen eine ausgewogene und umfassende Entwicklung der Raumvorstellung zu fördern
2. Entwicklung eines strukturierten Modells von anwendbaren Strategien zur Lösung von Raumvorstellungsaufgaben (Barratt, 1953; Just & Carpenter, 1985; Schultz, 1991) mit dem Ziel, das Strategierepertoire der Lernenden zu erweitern
3. Zusammenstellung der entwickelten Lernmaterialien und der gewonnenen Erkenntnisse des Projekts zu einer Handreichung für LehrerInnen
4. Schulung von Lehrenden und Studierenden im Umgang mit den Lernmaterialien im Rahmen von Fortbildungsseminaren und Workshops
5. Dissemination der Erkenntnisse des Projekts

Der Ablauf des Projekts

Während der ersten Phase des Projekts (Jän. bis Sep. 2013) wurden vom Projektteam (Projektmitwirkende aus folgenden Institutionen: PH Salzburg, KPH Wien-Krems, PH Wien, PH Niederösterreich, PH Steiermark, Uni-

In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 791–794).
Münster: WTM-Verlag

versität Salzburg, Universität Innsbruck, TU Wien und der Arbeitsgruppe Didaktische Innovation) spezielle Lernmaterialien für 12 Wochen Geometrie-Unterricht zusammengestellt. Das strukturierte Modell der „Vier Strategiepaare zur Lösung von Raumvorstellungsaufgaben“ wurde entwickelt und die Testbatterie (mit Unterstützung der Universität Wien und der TU Wien) zusammengestellt.

Die zweite Phase (Sep. 2013 bis Feb. 2014) war die Test- und Lernphase an den Schulen. Im Sep. und Okt. 2013 fanden die Pretests statt. Danach schloss direkt die Lernphase (12 Wochen), wo die entwickelten Lernmaterialien im Unterricht eingesetzt wurden und die Schulung des Strategierepertoires erfolgte, an.

Im Jän. und Feb. 2014 wurden die Posttests an den Schulen durchgeführt. Danach erfolgt in der dritten Phase des Projekts (Mär. bis Dez. 2014) die Auswertung der Daten, die Aufbereitung der Erkenntnisse, die Zusammenstellung der Strategieinformationen und der Lernmaterialien zu einer Handreichung für Lehrende der Sekundarstufe und die Dissemination der Ergebnisse und Lernmaterialien im Rahmen von Workshops, Tagungen und mittels Publikationen.

Die Testbatterie

Die Testbatterie der Pretests und Posttests bestand aus vier Raumvorstellungstests (Dreidimensionaler Würfeltest (3DW-Test)(Gittler, 1984), Differential Aptitude Test (DAT)(Bennett et al., 1973), Mental Rotation Test (MRT)(Peters et al., 1995) und Spatial Orientation Test (SOT)(Hegarty & Waller, 2004)) und sechs Fragebögen, welche Fragen zu den verwendeten Strategien, abgeleitet vom Modell der vier Strategiepaare zur Lösung von Raumvorstellungsaufgaben, beinhalten und Informationen über Geschlecht, Alter, Lerntyp und Interessen erhoben.

Erste Ergebnisse der Analyse der Pretests

An den Pretests nahmen insgesamt mit 896 SchülerInnen teil. Die statistische Aufbereitung der Ergebnisse der Pretests wurde von Erich Svecnik (Svecnik, 2013) durchgeführt. Nach jedem durchgeführten Test erhielten die SchülerInnen eine beliebige Aufgabe des jeweiligen Tests nochmals zum Bearbeiten. Beim Lösen der Aufgabe sollten sich die Probanden selbst beobachten, mit welcher Strategie sie die jeweilige Aufgabe lösen. In einer achtstufigen Skala waren direkt nach dem Lösen des jeweiligen Beispiels vier Fragen zwischen den beiden Polen (Holistische Strategie – Analytische Strategie; Räumliches Denken – Flächendenken; Objekte werden bewegt –

BearbeiterIn bewegt sich; Verifizierende Strategie – Falsifizierende Strategie) zu beantworten.

Gibt es erfolgversprechende Lösungsstrategien für Raumvorstellungsaufgaben?

Um den Einfluss der Lösungsstrategien auf die erfasste Leistung zu ermitteln, wurden Regressionsmodelle aufgestellt, in die neben Geschlecht, Schulform und Schulstufe die Items zu Lösungsstrategien einbezogen und deren zusätzlicher Beitrag zu Varianzaufklärung ermittelt wurden (Svecnik, 2013). Beim 3DW-Test steigt die Varianzaufklärung von 16,3% auf 18,0%, die Strategien tragen also ihrer Gesamtheit statistisch signifikant bei ($F=4,73$; $p=0,001$), wobei zwei Strategien signifikante Beiträge leisten: Wenn SchülerInnen sich auf Teile des Objekts konzentrierten ($\beta=0,096$; $p=0,005$) und wenn sie sich das Objekt räumlich vorgestellt hatten ($\beta=0,078$; $p=0,025$).

Beim DAT steigt die Varianzaufklärung durch Hinzunahme der Lösungsstrategien statistisch signifikant von 11,8% auf 15,6% ($F=9,48$; $p<0,001$). Wie beim 3DW-Test tragen beim DAT zwei Strategien zu einer Steigerung der erfassten Leistung bei: Wenn nur Teile des Objekts betrachtet werden ($\beta=0,109$; $p=0,002$) und wenn das Objekt sich räumlich vorgestellt wird ($\beta=0,169$; $p<0,001$).

Beim MRT steigt die Varianzaufklärung von 16,4% auf 23,7% ($F=18,68$; $p<0,001$). Zurückzuführen ist dies bis auf die Ausschlussstrategie ($p=0,438$) auf alle drei anderen abgefragten Strategien, allerdings ist hier die holistische Betrachtung des Objekts ($\beta=0,115$; $p=0,001$) relevant, zudem das Raumdenken ($\beta=0,202$; $p<0,001$) und die Bewegung des Objekts ($\beta=0,098$; $p=0,003$).

Schließlich steigert auch noch beim SOT die Hinzunahme der Lösungsstrategien die Varianzaufklärung statistisch hochsignifikant von 15,7% auf 18,7% ($F=7,58$; $p<0,001$). Verantwortlich dafür sind die Strategie des Bewegen des Objekts ($\beta=0,093$; $p=0,007$) und des Ausschlussverfahrens ($\beta=0,150$; $p<0,001$)(Svecnik, 2013).

Zusammenfassung und Ausblick

Die Analyse der Ergebnisse der Pretests ergab, dass die zusammengestellte Testbatterie konsistent und valide ist und somit als wissenschaftlich korrekt erachtet werden kann. Es zeigt sich deutlich, dass SchülerInnen unterschiedliche Tests mit unterschiedlichen Strategien bearbeiten. Diese Erkenntnis gibt Hinweise darauf, dass die Intention des Projektes – durch Bewusstmachung eines großen Strategierepertoires bei den SchülerInnen

eine Verbesserung der Raumvorstellung zu bewirken – passend gewählt ist. Die Auswertung der Ergebnisse der Posttests wird Aufschluss in der Frage bringen, ob die Kenntnis über unterschiedliche Bearbeitungsstrategien von Raumvorstellungsaufgaben, deren Bewusstmachung und Training tatsächlich zu einem besseren Raumvorstellungsvermögen bzw. zu einer besseren Lösekompetenz von Raumvorstellungsaufgaben führt oder ob die Antwort auf diese Frage differenziert gegeben werden muss.

Ausblick: Nach der Durchführung der Posttests (Jän. und Feb. 2014) erfolgt die Digitalisierung und die Analyse der Daten, die Aufbereitung der Erkenntnisse, die Zusammenstellung der Strategieinformationen und der Lernmaterialien zu Handreichungen für LehrerInnen der Sekundarstufe I und die Exploration der Ergebnisse und Lernmaterialien bei Workshops, Tagungen und Publikationen.

Literatur

- Barratt, B. S. (1953). An analysis of verbal reports of solving problems as an aid in defining spatial factors. In: *The Journal of Psychology*, 36.
- Bennett, G. K.; Seashore, H. G.; & Wesman, A. G. (1973). *Differential aptitude tests, forms S and T*. New York: The Psychological Corporation.
- Gittler, G. (1984). Entwicklung und Erprobung eines neuen Testinstruments zur Messung des räumlichen Vorstellungsvermögens. In: *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 2, 141-165.
- Hegarty, M., & Waller, D. (2004). A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. In: *Intelligence*, 32, 175-191.
- Just, M. A., Carpenter, P. A. (1985). Cognitive Coordinate Systems: Accounts of Mental Rotation and Individual Differences in Spatial Ability. In: *Psychological Review*, 92.
- Linn, M. C., Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences on spatial ability: a meta-analysis. In: *Child Development*, 56, 1479-1498.
- Maier, H.P. (1994). Räumliches Vorstellungsvermögen: Komponenten, geschlechtsspezifische Differenzen, Relevanz, Entwicklung und Realisierung in der Realschule. In: *Europäische Hochschulschriften: Reihe 6, Psychologie, Band 493*.
- Maresch, G. (2014). Spatial Ability – The Phases of Spatial Ability Research. In: *Journal for Geometry and Graphics*, Helderermann, <http://www.helderermann.de/JGG/JGG17/JGG172/jgg17020.htm>.
- Peters, M., Laeng, B., Latham, K., Jackson, M., Zaiyouna, R., & Richardson, C. (1995). A Redrawn Vandenberg & Kuse Mental Rotations Test: Different Versions and Factors that affect Performance. In: *Brain and Cognition*, 28, 39-58.
- Schultz, K. (1991). The contribution of solution strategy to spatial performance. In: *Canadian Journal of Psychology*, 45.