

Thomas MÜLLER, Krems/Donau (Österreich)

## **Ein freier Raumvorstellungstest für Schulen, Projekt RIF-3D**

2015 wurde ein 7-minütiger Raumvorstellungstest für den Faktor *Mentale Rotation* entwickelt und frei online gesetzt. Mehr als 3000 Schülerinnen und Schüler aus der Sekundarstufe haben in Österreich daran teilgenommen. Durch die hohe Teilnehmerzahl konnte eine Normierung für die 5. bis zur 8. Schulstufe durchgeführt werden. Aufgezeigt werden die Testentwicklung bis zur Normierung sowie die ersten Ergebnisse in Bezug auf Gender, Schulstufe und Schultyp. Dieser und weitere Raumvorstellungstests sollen nun frei zur Verfügung gestellt werden.

Beim Raumvorstellungsprojekt GEODIKON (2012-2014), über das auch im Rahmen der GDM-Tagungen berichtet wurde, wurden vier international anerkannte Raumvorstellungstests kostenfrei zur Verfügung gestellt. Mehr als 900 Schülerinnen und Schüler aus NÖ, ST und Salzburg haben teilgenommen. [Maresch 2014] Die Testbatterie der Pre- und Posttests bestand aus folgenden Raumvorstellungstests: *Dreidimensionaler Würfeltest* (3DW-Test; Gittler, 1984), *Differential Aptitude Test* (DAT; Bennett, Seashore, Wesman, 1973), *Mental Rotation Test* (MRT; Peters, Laeng, Latham, Jackson, Zaiyouna, Richardson, 1995) und *Spatial Orientation Test* (SOT; Hegarty, Waller, 2004). Die Tests waren verständlicherweise mit der Auflage versehen, sie ausschließlich für dieses Projekt zu verwenden. Nun hatten sich im Vorfeld für GeodiKon weit mehr Kolleginnen und Kollegen gemeldet, die mit ihren Klassen teilnehmen wollten, als tatsächlich angenommen werden konnten. Bei so viel Interesse entstand die Idee für ein neues Projekt mit dem Namen *RIF-3D*: Eigene Tests zu entwickeln, die interessierte Lehrpersonen frei im Unterricht verwenden dürfen ...

Als Vorabprojekt wurde im Rahmen einer Bachelorarbeit an der KPH Wien / Krems von einem Studierenden (Johannes Reiss) Beispiele zum Abtesten des Faktors *Mentale Rotation* tatsächlich erstellt. Dabei sollten die Aufgaben bereits für Kinder aus der 4. Schulstufe gelöst werden können. Die Aufgaben sollten deshalb möglichst kindgerecht sein und möglichst konkrete und verständlich-erkennbare Objekte beinhalten, also z.B. keine reinen Würfelketten.

### **Die Testentwicklung**

Dabei entstanden sowohl Zeichnungen von Kantenmodellen – genauer weiß gefüllten Volumskantenmodellen – als auch solche mit schattierten Teilflächen. Dabei interessierte natürlich auch, ob es Unterschiede bei der Lösungshäufigkeit von Kantenmodellen oder jenen mit Teilschattierungen gäbe.

In Institut für Mathematik und Informatik Heidelberg (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2016* (S. x–y). Münster: WTM-Verlag

Das Design jeder Aufgabe sollte gleich sein: 2 aus 5 gezeichneten Objekten, aus unterschiedlichen Blickwinkeln dargestellt, sollen tatsächlich mit einem Ausgangsobjekt identisch sein. Richtig von falsch unterscheidet sich in allen Fällen im Durchbrechen der Symmetrie der Objekte.

Um das Niveau der Aufgaben relativ niedrig zu halten (ab 4. Schulstufe primar!) wurden alle Objekte auf einer horizontalen Ebene aufgestellt und nur in dieser gedreht. Zusätzlich wurden bei jeder Aufgabe nur Ansichten von oben gewählt und nur in fünf vorab überlegten Richtungen verdreht. Insgesamt stand dann ein Pool von 200 Grafiken zur Verfügung, aus dem die 17 Aufgabenpaare komponiert wurden: Denn jede Aufgabe wurde genau zweimal gestellt, einmal schattiert und einmal als Kantenmodell im obigen Sinn.

Parallel zur Testkomposition erfolgten Überlegungen zur Wahl der Testsoftware. Es galt für uns, zwischen zwei Programmen zu wählen: Quizmaker oder LimeSurvey. Wir entschieden uns wegen der Programmier- und einfachen Exportmöglichkeit in eine EXCEL-Datei für LimeSurvey.

## **Die Testung**

Damit die viele Arbeit nicht nur für die vier Klassen im Rahmen der Bachelorarbeit gemacht wäre, wurde kurzfristig entschieden, eine Aussendung über das „Netzwerk der Geometrie“ zu beantragen. Dadurch werden die Infos an über 2000 Lehrpersonen aus dem Bereich des Geometrieunterrichts in Österreich geschickt: Schon am Abend nach der Aussendung am 18. Feber 2015 um 12.10 Uhr gab es über 100 auswertbare Datensätze, eine Woche später bereits über 1000 und Anfang Juni schließlich 3050 vollständige Datensätze.

Um den Klassenlehrpersonen eine Rückmeldung geben zu können, wurde die Excel-Rohdatei entsprechend gefiltert und Teilberechnungen durchgeführt. Dann wurden die Klassenlisten mit den Einzelergebnissen an jene Lehrpersonen geschickt, die per Mail darum gebeten hatten. Es waren knapp mehr als 100 Klassen, die händisch auf diese Art ausgewertet worden sind.

Bereits nach den ersten paar Hundert Datensätzen zeigte sich, dass eine Normierung nach Alter, Geschlecht und Schultyp vorzunehmen war, um verwertbare Aussagen zum Entwicklungsstand des Raumvorstellungsvermögens in Bezug auf mentale Rotation machen zu können. So konnte bei den Rückmeldungen an die Lehrpersonen eine Vergleichstabelle mit dem Abschneiden der anderen Schülerinnen und Schüler derselben Altersstufe und desselben Schultyps mitgesandt werden. Bei *Schultyp* wurde lediglich nach Gymnasium und Neue Mittelschule (Hauptschule) unterschieden. Diese Tabelle nährte sich jeweils aus den Ergebnissen aller bis dahin Teilnehmenden.

Für eine abschließende Auswertung konnten von den 3050 vollständigen Datensätzen 2127 Datensätze der 5. bis zur 8. Schulstufe zugeordnet werden. Davon waren 810 aus dem (Real-)Gymnasium und 1317 aus den NMS, vom Geschlecht her gesehen waren 1222 männlich und 905 weiblich.

### Die Testergebnisse

Schon die ersten Boxplotdarstellungen zur Untersuchung der Lösungsvarianten zwischen Kanten- und Schattierungsbeispielen zeigen, dass kein Unterschied zwischen beiden Aufgabentypen besteht. Der erwartete Effekt, dass sich die Anschaulichkeit durch das Färben einiger Teilflächen erhöhen und dadurch schattierte Beispiele besser gelöst würden, tritt nicht ein. Der Korrelationskoeffizient von  $r = 0,946$  (mit  $p < 0,001$ ) bestätigt den signifikanten Zusammenhang zwischen den beiden Testserienergebnissen. Deshalb erfolgen alle weiteren Untersuchungen nur noch für die Klasse der reinen Kantenbeispiele im obigen Sinne. Das Histogramm der Items für die Kantenbeispiele deutet auf eine Normalverteilungsannahme hin. Auf Grund der großen Anzahl von Probanden ist eine gewisse Robustheit gegenüber Verletzungen dieser Annahme gegeben. Der Test von *Kolmogorov-Smirnov* zeigt allerdings, dass keine genügend gute Anpassung an eine Normalverteilung vorliegt. Dies hat die Konsequenz, dass nur sogenannte *nichtparametrische* Tests für weitere Untersuchungen verwendet werden können.

### Der Weg zur Normierung

*Ist der Test zuverlässig/reliabel?* Sind die Beispiele konsistent? Praktisch wird die Zuverlässigkeit jedes einzelnen Beispiels so geprüft, dass jedes einzelne Item in Korrelation zur der um das betroffene Item reduzierten Gesamtskala gesetzt wird. *Cronbachs Alpha* ist jene Maßzahl für die innere Konsistenz einer Skala und bezeichnet das Ausmaß, in dem die Aufgaben miteinander in Beziehung stehen. Der Wert reicht von 0 bis 1, je größer, desto zuverlässiger der Test. Cronbachs Alpha beträgt 0,892. Eine Alternative ist die *Split-half*-Methode, dabei wird nur jedes zweite Beispiel zur Auswertung herangezogen und die Kontrollrechnung mit der zweiten Hälfte der Beispiele durchgeführt. Hier sind die Cronbachs Alpha-Werte: 0,810 bzw. 0,903. (vgl. Bühner, 2010, S. 166f und 241f)

Die nächste Analyse bezieht sich auf den *Schwierigkeitsgrad* der einzelnen *dichotomen* Items (Richtig-Falsch-Items). Für jedes Item kann die Zahl der TN mit der richtigen Antwort gezählt werden. So haben z.B. 90% der Probanden das Item 1 richtig beantwortet. Der *Schwierigkeitsindex* für Item 1 ist also 90. Eigentlich handelt es sich um einen *Leichtigkeitsindex*: Je näher bei 100%, desto mehr haben das Beispiel gelöst, desto leichter ist es gefallen.

Der Schwierigkeitsindex sollte zwischen 0,2 und 0,8 liegen. Dies ist bei 10 von der 17 Aufgaben der Fall. (vgl. Bühner, 2010, S. 222f)

Sind die Items *trennscharf*? Die Trennschärfe ermöglicht eine Einschätzung, wie gut ein Item „zwischen Personen mit niedriger und hoher Merkmalsausprägung trennt“. An sich berechnet man immer eine Korrelation zwischen einem Einzelitem und dem (um dieses Item reduzierte) Gesamtergebnis. Je höher der Korrelationskoeffizient, desto trennschärfer ist ein Beispiel. Man könnte eventuell sogar Beispiele mit geringer Trennschärfe (ev. Item 01) aus dem Test entfernen, weil sie keine neuen Erkenntnisse einbringen.

Mit diversen Tests [etwa U-Test von MANN und WHITNEY] bzw. der Effektstärkenberechnung z.B. nach John HATTIE werden nun die Unterschiede zwischen den Gruppen nach SCHULART, SCHULSTUFE und GESCHLECHT bestimmt und deren Zentralwerte ( $m=AM$  und  $SD$ ) berechnet.

Die Normierung erfolgt nun analog zur STANNINE-Methode [vgl. BÜHNER 2011, S.262f, auch Abb. 5.43] mit einer Normierung in nur 5 Klassen, also im Sinne einer STANFIVE. Dabei werden folgende Klassen gebildet:

Die Raumvorstellung bezogen auf den Faktor Mentale Rotation ist

auffällig unterdurchschnittlich	[0 %, m-SA-14% [
leicht unterdurchschnittlich	]m-SA-14%, m-SA[
liegt im Durchschnitt	[m-SA, m+SA]
leicht überdurchschnittlich	]m+SA, m+SA+14%]
auffällig überdurchschnittlich	]m+SA+14%, 100%]

Diese obigen Überlegungen und die Erfahrungen aus dem beschriebenen Vorabprojekt werden bei RIF-3D, einer Initiative für freie Raumvorstellungstests zu den Faktoren *Orientierungsfähigkeit*, *Mentale Rotation*, *räumliche Beziehungen* und *Visualisierung* eine Rolle spielen.

Zu weiteren Infos über den analysierten Test kommt man unter <http://geometrie.muel.at/raumvorstellungstest>. Hier können auch die weiteren Entwicklungen des Projekts RIF-3D verfolgt werden.

## Literatur

- Bühner, M. (2011). Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion, 2. Aufl., Pearson, München
- Maresch, Günter: Erfolgreiche Strategien zur Lösung von Raumvorstellungsaufgaben, (Forschungsprojekt GeodiKon). In Roth J. u. Ames J. (Hrsg.): *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014: Vorträge auf der 48. Tagung für Didaktik der Mathematik vom 10.03.2014 bis 14.03.2014 in Koblenz*, Münster: Waxmann.