

## Vierdimensionale Geometrie - wie soll das gehen?

8. bis 12. Schulstufe, gedachte Zeitdauer: 2 Unterrichtseinheiten

Durch Analogieschlüsse wird zunächst gezeigt, wie man sich das Bild eines vierdimensionalen Würfels im  $\mathbb{R}^3$  vorstellen kann. Die Möglichkeit der Punktdarstellung in darstellend-geometrischem Sinn und ausgewählte Links zeigen Möglichkeiten der Weiterbeschäftigung mit diesem Thema.

Lust auf mehr bekommen?

Dann durchstöbern Sie die reichhaltige gefüllte Webseite.

Das Autorenteam freut sich über Rückmeldungen und nimmt weitere Anregungen gerne entgegen. Die aktuellen Adressen finden Sie unter <http://raumgeometrie.schule.at> im Menüpunkt „Team/Kontakt“.

## Was hat Raumvorstellung mit dem Geschlecht, den Schulnoten, der Orientierungsfähigkeit im Sportunterricht und der Mitarbeit im Unterricht zu tun?

### Ergebnisse von Begleituntersuchungen im Rahmen des GEODIKON-Projekts

Thomas Müller, KPH Wien/Krems

Ergänzend zu den Kernfragen, die durch das Projekt GEODIKON beantwortet werden - vgl. etwa [MARESCH/SVECNİK 2013] oder [MARESCH 2013] - beschäftigten sich Studierende im Rahmen von Bachelorarbeiten an der KPH Wien/Krems im Studienjahr 2013/14 mit den Daten dieses Projektes. So ging es in einer ersten Arbeit um die *Genderdiversität* betreffend Raumvorstellung [JUKIC 2014], in einer weiteren darum, ob sich ein *Zusammenhang zwischen Raumvorstellung und den Schulnoten* in Mathematik, Deutsch oder Englisch feststellen lässt [FISCHER 2014], und in einer dritten, ob die *koordinativen Fähigkeiten im Gegenstand Bewegung und Sport mit den Testergebnissen* zusammenhängen [LECHNER 2014]. Eine vierte Arbeit schließlich widmete sich der Frage, ob die laufende Mitarbeit (ausgedrückt durch die Qualität beim Bearbeiten der Aufgabenhefte) Rückschlüsse bzw. Prognosen auf die Ergebnisse von Pre- zum Posttest zulässt [PÖHACKER 2014].

Die Entstehung dieser Arbeiten wurde vom Autor dieser Zeilen betreut, für die statistischen Berechnungen standen auch Fachkollegen aus dem Bereich der empirisch-quantitativen Forschung der KPH Wien/Krems hilfreich zur Seite.

Da Fragestellungen wie diese durchaus bei den nun als Teilbereich der neuen Reifeprüfung geforderten vorwissenschaftlichen Arbeiten [MÜLLER 2014] behandelt werden können, scheint es sinnvoll, näher über diese Bachelorarbeiten zu berichten.

Die aus vier Tests bestehende Testbatterie von GEODIKON wurde vor Beginn der etwa 12-wöchigen Trainingsphase („Pretest“) und nach Ablauf derselben („Posttest“) in gleicher Weise durchgeführt. Die gesamte Testdauer betrug jeweils etwa zwei Unterrichtsstunden.

Die untersuchten Faktoren und die diesen zugeordneten Tests sind:

- Veranschaulichung (Spatial Visualization): 3DW (Dreidimensionaler Würfeltest; G. GITTLER, Wien, 1984)
- Räumliche Beziehungen (Spatial Relation): DAT (Differential Aptitude Test; BENNETT, SEASHORE&WESMAN, 1973)
- Mentale Rotation (Mental Rotation): MRT (Mental Rotation Test; PETERS et al., 1995), Zeitbegrenzung auf 6 Minuten („Powertest“)
- Räumliche Orientierung: SOT (Spatial Orientation Test; HEGARTY&WALLER, 2004)

Die ersten drei beschriebenen Arbeiten bauen nur auf den Ergebnissen der Pretests in Niederösterreich auf: Immerhin befanden sich 24 der 46 Testklassen in diesem Bundesland. (Dies entspricht fast 380 der schließlich auswertbaren 780 Schülerdatensätze.)

Die Trainingsphase bestand aus ausgewählten Raumvorstellungsaufgaben [MARESCH, MÜLLER, SCHEIBER 2014], die von der ADI-Gruppe<sup>1</sup> entworfen und zusammengestellt worden waren. Die Güte der Bearbeitung dieser Aufgaben und deren Zusammenhang mit dem Abschneiden beim Pre- oder Posttest nahm sich die vierte der beschriebenen Arbeiten vor [PÖHACKER 2014].

Im Anhang dieses Aufsatzes sind kurze Hinweise zu einigen der im Text auftauchenden statistischen Fachbegriffe zusammengefasst, die unter Umständen weit über das Fachwissen von Geometrielehrpersonen hinausgehen könnten.

<sup>1</sup><http://www.geometry.at/adi/> [2014-11-22]

## Raumvorstellung - eine Frage des Geschlechts?

JUKIC, Ana

**„Gibt es beim Raumvorstellungsvermögen geschlechterspezifische Unterschiede zwischen Buben und Mädchen der Sekundarstufe 1?“**

Antwort: **JA**

Die Unterschiede zwischen Buben und Mädchen beim MRT (Zeitvorgabe!) und beim Orientierungstest SOT sind signifikant. N=378

Ana JUKIC wählt als Forschungsfrage „Gibt es beim Raumvorstellungsvermögen geschlechterspezifische Unterschiede zwischen Buben und Mädchen der Sekundarstufe 1?“ [JUKIC 2014].

Motiviert wird diese Frage einerseits durch die bei PISA 2009 zu Tage getretenen signifikanten Unterschiede bei den Leistungen in Mathematik insgesamt zwischen Burschen und Mädchen in Österreich und andererseits durch die 1989 nach einer groß angelegten österreichweiten Untersuchung aufgezeigten Genderunterschiede speziell im Bereich der Raumvorstellung [DINTER et al. 1989], [MÜLLER 1991].

Die Ausgangslage in der Literatur zeigt zusammengefasst folgende Ergebnisse:

Es gibt keine Unterschiede bei der Gesamtintelligenz, wohl aber in einzelnen Faktoren (hier lag das Primärfaktorenmodell nach THURSTONE<sup>2</sup> zugrunde): Mädchen dominieren im Bereich „Wortflüssigkeit“, Buben dominieren bei Raumvorstellung in den Bereichen „Mentale Rotation“ und „Räumliche Orientierung“. Die Unterschiede stehen auch in Abhängigkeit zum Alter. Die Ursachen werden auf die Lateralisierung des Gehirns, auf sozialisationsbedingte Einflüsse, auf das Selbstkonzept, hormonelle Einflüsse und die Strategiewahl und zum Teil darauf, dass es damals den GZ-Unterricht in Hauptschulen nur für Burschen gab, zurückgeführt.

Untersuchungen von ROST (1977), GITTLER (1994) und DÜNSER (2005) weisen nach, dass Mädchen durch das Training der Raumvorstellung

<sup>2</sup>Die Intelligenzfaktoren nach THURSTONE sind:

1. Assoziatives Gedächtnis – Lernen erfolgt durch Routine und Wiederholung.
2. Wahrnehmungs-/Auffassungsgeschwindigkeit – Details und Gemeinsamkeiten in visuellen Reizen
3. Schlussfolgerndes Denken – induktive und deduktive Erkenntnisse.
4. Sprachbeherrschung – Lesen, Textverständnis, Verständnis verbaler Analogien
5. Wortflüssigkeit – Verständnis verbaler Beziehungen
6. Rechenfähigkeit – mathematische Operationen richtig auszuführen.
7. Räumliches Vorstellungsvermögen – räumlich-visuelle Vorstellungen, räumliche Orientierung, Erkennen von Objekten aus unterschiedlichen Perspektiven

sogar stärker profitieren als Burschen. Ebenfalls auf diese Sachlage, nämlich unterschiedlicher Unterricht, bezieht sich folgende Forderung aus der Anlage 1 zur Umsetzung der Neuen Mittelschulen:

*„Koedukation beschränkt sich nicht auf gleichzeitiges Unterrichten von Schülerinnen und Schülern. Vielmehr ist eine forschungsgestützte Auseinandersetzung mit geschlechterspezifischen Stereotypisierungen zu führen, um die Handlungsspielräume und Potenziale von Mädchen und Buben möglichst breit zu entfalten. Es ist wesentlich, die Lerninhalte und Unterrichtsmethoden so auszuwählen, dass sie beide Geschlechter gleichermaßen ansprechen, und den Unterricht so zu gestalten, dass er sozialisationsbedingt unterschiedlichen Vorerfahrungen entgegenzusteuern in der Lage ist.“ (BGBl. II Nr. 185/2012, Anlage 1, p9 v. 108)*

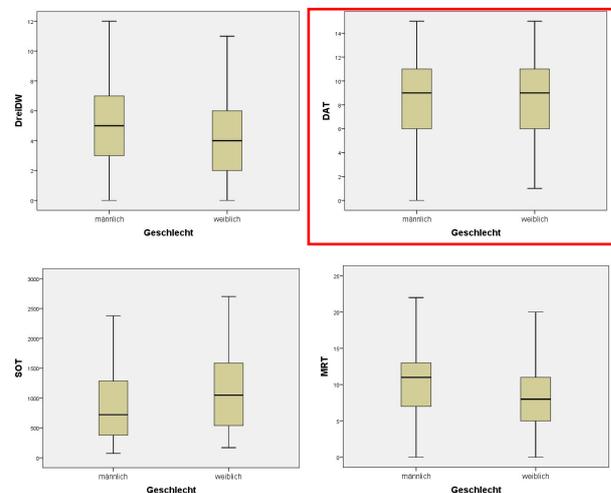


Abbildung 1: Gendervergleich durch Boxplots: 3DW-Test, DAT (lediglich hier (rot eingerahmt) liegt ein gendergleiches Ergebnis vor), MRT, SOT.

Zur konkreten Ermittlung der Antwort auf die Forschungsfrage nach Unterschieden zwischen den Geschlechtern stellt JUKIC in ihrer Bachelorarbeit folgendes Hypothesenpaar auf:

- Nullhypothese: Es gibt keine geschlechterspezifischen Unterschiede in der Raumvorstellung zwischen Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe 1.
- Alternativhypothese: Es gibt geschlechterspezifische Unterschiede in der Raumvorstellung zwischen Schülerinnen und Schülern der Sekundarstufe 1.

Die vier Testergebnisse sind *intervallskaliert*<sup>1</sup> (hochgestellte römische Ziffern im Text beziehen sich auf den Anhang in dem die verwendeten statistischen Begriffe erklärt werden), sodass tatsächlich arithmetische Mittel und Standardabweichung zum Vergleich herangezogen werden können. In der Folge wird die Verteilung der Ergebnisse getrennt nach Burschen und Mädchen untersucht. In

beiden Fällen liegt bei den Auswertungen (männl./weibl.) unterschieden nach den vier Tests nur in vier Fällen Normalverteilung vor (Ergebnis des *KOLMOGOROV-SMIRNOV-Anpassungstests*<sup>ii</sup>). Auf Grund der Voraussetzungen (Daten intervallskaliert, keine Normalverteilung für *alle* acht Fälle, zwei von einander unabhängige<sup>3</sup> Gruppen) wird der *U-Test* von *MANN & WHITNEY*<sup>iii</sup> zur Prüfung der Hypothesen herangezogen. Dieser Test vergleicht die Rangreihenfolge der Testergebnisse und liefert mittlere Ränge. Gleichzeitig gibt er ein Maß für die Signifikanz.

Gesamt (378)	3DW	DAT	MRT	SOT
Männlich (186)	199,8	194,0	221,2	167,8
Weiblich (192)	175,5	185,2	158,8	210,5
Asym. Signifikanz p=	0,068	0,43	0,000	0,000

Tabelle 1: Ergebnisse des U-Tests nach MANN & WHITNEY

Bei den ersten drei Tests 3DW, DAT und MRT (vgl. Tabelle 1) ist der mittlere Rang für die Burschen jeweils besser (da höhere Punktezah erreicht), besonders hoch beim MRT. Beim SOT wird die Winkelfehlerabweichung gemessen, deshalb ist hier eine geringere Abweichung bei den Burschen ebenfalls als besser einzuschätzen.

Ist dieses Ergebnis nun wirklich *signifikant*<sup>iv</sup>? Die Statistiker bezeichnen Ergebnisse, bei der die Wahrscheinlichkeit, dass ein Ergebnis zufällig zustande gekommen ist, kleiner gleich 5 % ist, als signifikant. In dieser Diktion sind die Unterschiede beim MRT und beim Orientierungstest SOT zwischen Buben und Mädchen signifikant. Besonders zu bemerken ist, dass der MRT als sogenannter Powertest durchgeführt wurde, da es für die Lösung der 25 Aufgaben eine Zeitvorgabe von 6 Minuten gab.

Die Schlusszeilen der Arbeit fassen die Ergebnisse zusammen:

*Während die Ergebnisse des 3DW und des DAT keine signifikanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern aufweisen, zeigen die Ergebnisse beim MRT und SOT einen signifikanten Unterschied zugunsten der Buben. Die aus der Theorie vermuteten Unterschiede in den Raumvorstellungsfaktoren Mentale Rotationen und Räumliche Orientierung können mit dieser Untersuchung bestätigt werden.*

*Durch diese Untersuchung zeigt sich, wie wichtig es ist, das Raumvorstellungsvermögen der Schüler und vor allem der Schülerinnen zu trainieren. Da der Geometrieunterricht in der Neuen Mittelschule nur in einem von vier Zweigen als Wahlpflichtfach auf dem Stundenplan steht, muss die Raumvorstellung im Mathematikunterricht geschult werden. Es bietet vor*

<sup>3</sup>Da es sich um eine Clusterstichprobe (klassenweise) handelt, sind die Mitglieder der einzelnen Cluster durch das Kennzeichen „gleiche Lehrperson“ miteinander verbunden und dadurch sind die Gruppen männlich/weiblich nicht wirklich voneinander unabhängig!

*allem für die Mädchen größere Chancen am Arbeitsmarkt bei technischen Berufen, wenn ihr Raumvorstellungsvermögen gefördert wird.*

## Räumliche Intelligenz und Schulnoten?

FISCHER; Jaqueline.

**„Gibt es einen Zusammenhang zwischen räumlicher Intelligenz und Schulnoten?“**

Antwort: **JA**

Der Zusammenhang ist allerdings nur schwach, bei Mädchen etwas höher als bei Buben.

Jaqueline FISCHER untersucht die Aussagekraft von Schulnoten [FISCHER 2014]. Die konkrete Forschungsfrage lautet: *„Gibt es einen Zusammenhang zwischen räumlicher Intelligenz und Schulnoten?“* (Dabei wurde nicht auf das gerade neu implementierte System der Notengebung in den NMS eingegangen, wonach ein Genügend in der *vertieften Allgemeinbildung* zu einem Gut bis Nichtgenügend in der *grundlegenden Allgemeinbildung* verändert wird.)

In der Literaturrecherche stieß die Studierende auf eine Studie aus dem Jahre 1964, wonach ein schwacher Zusammenhang zwischen Schulleistung und Intelligenz festgestellt worden war [WEISS 1964]

In der gegenständlichen Arbeit sind nur ein Faktor des Intelligenzmodells nach THURSTONE und nur die Schulleistungsergebnisse in Form von Jahresnoten Gegenstand der Untersuchung.

Die Verteilung der Jahresnoten in Deutsch, Englisch und Mathematik bei den getesteten niederösterreichischen Schülerinnen und Schülern ist in Abbildung 2 ersichtlich.

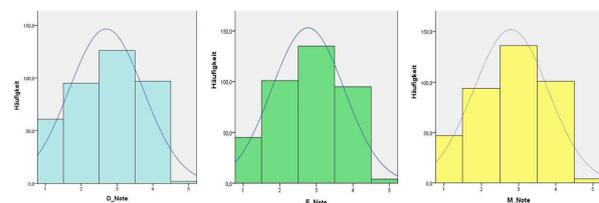


Abbildung 2: Die Verteilung der Leistungen in Deutsch, Englisch und Mathematik auf die Notenskala

Um einen korrelativen Zusammenhang zwischen den *Noten*, die ja lediglich ordinalskaliert sind, und den *Punktezahlen* (Anzahl der richtig gelösten Testaufgaben), die metrisch skaliert sind, herzu-

Gesamt (378)	3DW	DAT	MRT	SOT
Mathematik	-0,252	-0,256	-0,239	0,300
Deutsch	-0,098	-0,120	-0,004	0,140
Englisch	-0,172	-0,167	-0,150	0,190
Mathematik nur Mädchen	-0,276	-0,284	-0,333	0,347

Tabelle 2: Die Korrelationskoeffizienten, nach [FISCHER 2014, Tabelle 15]

stellen, wird der SPEARMANsche Rangkorrelationskoeffizient<sup>4</sup> berechnet. Das Ergebnis ist in Tabelle 2 ersichtlich.

Die in Tabelle 2 dargestellten Koeffizienten lassen folgende Interpretationen zu:

- Generell gibt es einen *schwachen Zusammenhang* ( $0 < |r_s| \leq 0,3$ ) zwischen Testergebnissen und Zeugnisnoten in Deutsch, Mathematik und Englisch.
- Die Korrelation zwischen den Zeugnisnoten in Mathematik und den Testergebnissen ist am größten, insbesondere beim SOT-Test – der Korrelationskoeffizient liegt bei  $r_s = + 0,300$ .
- Bei den Mädchen ist der Zusammenhang sogar etwa größer als bei Buben, beim SOT liegt sogar mit  $p = 0,347$  ein *mittlerer Zusammenhang* vor.

In der Zusammenfassung ihrer Arbeit schreibt die Autorin:

*WEISS führte im Jahr 1964 eine Studie zum Thema Schulleistung und Intelligenz durch. Die Ergebnisse seiner Studie sind dieser sehr ähnlich. Ein schwacher Zusammenhang war zu erkennen. Sein Resümee lautete: „Der Intelligenz kommt offenbar nicht jene bestimmende Rolle für die Schulleistung zu, die vielfach von ihr behauptet wird.“ (Weiss, 1964, S. 107)*

*Grundsätzlich bestätigt das Ergebnis der vorliegenden quantitativ-empirischen Untersuchung die Hypothese, dass Probandinnen und Probanden mit guten Noten beim Test zur Feststellung des Raumvorstellungsvermögens besser abschneiden als Schülerinnen und Schüler mit schlechten Zeugnisnoten.*

### „Geometrieunterricht und Raumvorstellung – Zusammenhang mit der Orientierungsfähigkeit im Sportunterricht?“

LECHNER Johannes

**„Besteht ein Zusammenhang zwischen den koordinativen Fähigkeiten, insbesondere der Orientierungsfähigkeit, und dem Raumvorstellungsvermögen von Kindern in der Sekundarstufe I (12 bis 14 Jahre)?“**

Antwort: **NEIN**

Im Gesamtsummenergebnis läßt sich kein signifikanter Zusammenhang herstellen, ausgenommen beim MRT (mittlerer Zusammenhang). N=92

Johannes LECHNER vermutet einen Zusammenhang zwischen *koordinativen Fähigkeiten* und dem Raumvorstellungsvermögen. Unter *koordinativen Fähigkeiten* versteht man das Zusammenwirken von Zentralnervensystem und Skelettmuskulatur

für einen gezielten Bewegungsablauf. Sie werden im Unterrichtsgegenstand *Bewegung und Sport* gefördert. Dabei spielt die Orientierungsfähigkeit keine unwesentliche Rolle. Die leitende Forschungsfrage dieser Bachelorarbeit [LECHNER 2014] lautet: *„Besteht ein Zusammenhang zwischen den koordinativen Fähigkeiten, insbesondere der Orientierungsfähigkeit, und dem Raumvorstellungsvermögen von Kindern in der Sekundarstufe I (12 bis 14 Jahre)?“*

Bedeutsam anzumerken scheint die zeitlich Hand-in-Hand gehende Entwicklung der optisch räumlichen Wahrnehmung (Abbildung 3) und des Faktors Raumvorstellung im Intelligenzmodell nach BLOOM (Abbildung 4) besonders im Alter von 9 bis 15 Jahren.

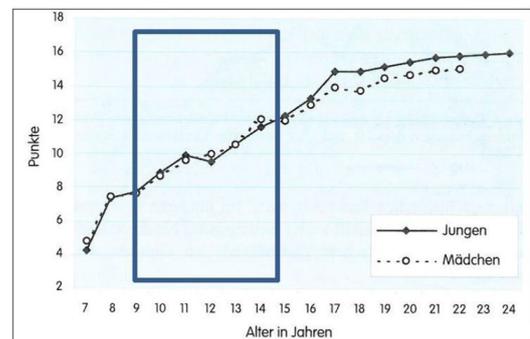


Abbildung 3: Entwicklung der räumlich-optischen Wahrnehmung, aus [HIRTZ ua. 2010] p27.

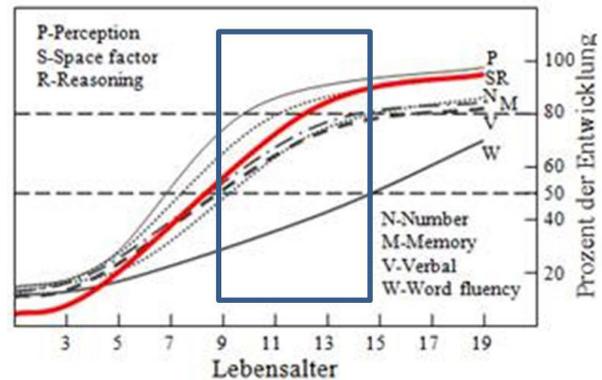


Abbildung 4: Entwicklung der Intelligenzfaktoren nach BLOOM<sup>4</sup>(1971).

Zur Messung der koordinativen Fähigkeiten wurde der in der zu Grunde gelegten Literatur [Hirtz ua., 2010] als Standardtest ausgewiesene *Medizinnummernlauf*test bei 63 Schülern und 29 Schülerinnen aus Hauptschulen bzw. Neuen Mittelschulen durchgeführt: Dieser Test besteht im Wesentlichen darin, fünf verschiedene Medizinbälle, die in einer Entfernung von etwa 3 Metern vom Startpunkt aufgelegt und mit Nummern versehen

<sup>4</sup>Entnommen aus [http://www.geometry.at/strobl/strobl2014/vortrag14/maresch/maresch14\\_geodikon-ergebnisse.zip](http://www.geometry.at/strobl/strobl2014/vortrag14/maresch/maresch14_geodikon-ergebnisse.zip) Maresch ppt (2014-11-24)

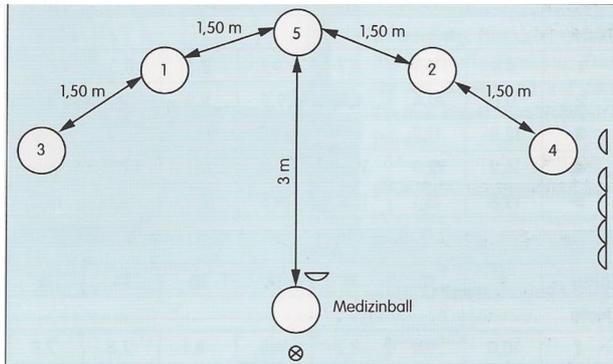


Abbildung 5: Schematische Darstellung des Medizinnummernlauftestes [HIRTZ ua. 2010] p151

sind, in einer bestimmten durch den Versuchsleiter vorgegebenen Reihenfolge möglichst rasch anzulaufen. (vgl. Abbildung 5)

Der Zusammenhang zwischen den Ergebnissen der Raumvorstellungstests und denen des Medizinnummernlauftestes wurde mit Hilfe der Korrelationen zwischen den jeweils erreichten Rängen untersucht. Die Güte der Korrelationen spiegelt sich in der Größe Korrelationskoeffizienten wider (vgl. Fußnote bei Tabelle 2). Die ebenfalls berechnete Signifikanz entscheidet darüber, ob der Zusammenhang zufällig entstanden ist. Ist die Signifikanz kleiner als 0,05, dann gilt die Hypothese, dass ein Zusammenhang besteht zu mehr als 95%. Die Statistiker sprechen dann von einem hoch signifikanten Ergebnis.

	SPEARMANS-Rho	Interpretation
<b>3DW</b>	0,086 (Sig = 0,207)	Nicht signifikant
<b>DAT</b>	-0,080 (Sig = 0,225)	Nicht signifikant
<b>MRT</b>	<b>-0,301 (Sig = 0,002 &lt; 0,05)</b>	<b>Mittlerer Zusammenhang, hoch signifikant</b>
<b>SOT</b>	0,200 (Sig = 0,028 < 0,05)	Schwacher Zusammenhang, hoch signifikant

Tabelle 3: Korrelationskoeffizienten, Daten zusammengefasst aus Abb. 37 bis 40 [LECHNER 2014]

Das Testergebnis beim Medizinnummernlauf wird einerseits durch die Orientierungsfähigkeit beeinflusst, andererseits durch den Zeitfaktor. Dies zeigt sich in einem *hoch signifikanten aber korrelativ schwachen Zusammenhang* zwischen den Ergebnissen des Medizinnummernlauftestes und dem SOT (Tabelle 3), der ebenfalls mit der Orientierung zu tun hat.

Da beim Medizinnummernlauf die Zeit gemessen wird, hängt sein Ergebnis massiv von der *körperlichen Schnelligkeit* und der *Reaktionsgeschwindigkeit* ab. So scheint es nicht unverständlich, dass ein *hoch signifikanter* und *korrelativ mittlerer* Zusammenhang mit den Ergebnissen des MRT festgestellt wurde, welcher durch seine zeitliche Begrenzung auf 6 Minuten als sogenannter Powerfest durchgeführt wurde und deshalb ebenfalls mit Geschwindigkeit zu tun hat.

In seinen Schlussworten fasst der Autor seine Ergebnisse kurz so zusammen:

*Die Nullhypothese, dass es keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Raum-*

*vorstellungsvermögen und dem Medizinballnummernlauf gibt, bestätigt sich. Allerdings gibt es sehr wohl signifikante Zusammenhänge zwischen den Einzeltestergebnissen des MRT-Tests und des SOT-Tests und dem Ergebnis beim Medizinballnummernlauf. Diese haben auf Grund der geringen Stichprobenzahl von 92 Probandinnen und Probanden aus einer Klumpenstichprobe streng gesehen zu wenig Aussagekraft für die Grundgesamtheit. [Lechner, 2014, p85]*

## „Raumvorstellung und Leistungsbeurteilung“

PÖHACKER; Markus:

**„Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Mitschrift im Unterricht und der Leistung bei schriftlichen Leistungsfeststellungen?“**

Antwort: **JA**

Im Allgemeinen lassen sich schwache (SOT,DAT, z.t. MRT) bis mittlere Zusammenhänge feststellen.

Kritik: kleine Stichprobe (N=36)

Die GEODIKON-Testergebnisse konnten auch verwendet werden, um den Zusammenhang zwischen schulischen Leistungen und der laufenden Mitarbeit – gemessen an der Güte der Bearbeitung von Aufgabenstellungen im Unterricht - zu untersuchen [PÖHACKER 2014]. Die dabei gestellte Forschungsfrage lautet *„Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Mitschrift im Unterricht und der Leistung bei schriftlichen Leistungsfeststellungen?“*.

Angangspunkt der Überlegungen ist für den Studierenden das folgende Zitat:

*„Manche Schüler weigern sich hartnäckig, während der Unterrichtsstunde irgendwelche Notizen anzufertigen. Andere Schüler hingegen schreiben jedes einzelne Wort des Lehrers mit. Beide Methoden sind denkbar ungünstig und ungeeignet, Wissen aufzunehmen. Wie aber sieht eine nutzbringende Mitschrift oder Heftführung aus?“ (CZIOLEK 2004, S. 45)*

Angelehnt an dieses Zitat werden 12 Wochen hindurch die bearbeiteten GEODIKON-Übungsmaterialien von 11 Schülerinnen und 25 Schülern nach den Bereichen Vollständigkeit, Fehler, Sauberkeit, Richtigkeit (in Bezug auf Textverständnis) und Gesamtbewertung durchgesehen und bewertet. Dabei werden 432 Übungsbögen (12 Bögen je TN) mit insgesamt 1505 (!) Beispielen angesehen.

Die Ergebnisse aller vier Bereiche werden deskriptiv in Form von Grafiken dargestellt: Dabei werden je Beispiel Punkte von 0 bis 5 vergeben, je besser, desto mehr Punkte. 0 Punkte werden vergeben, wenn das Beispiel gar nicht gelöst werden kann. Insgesamt scheiden mehr als 15% der Beispiele

von jeglicher Beurteilung aus, da die Schülerinnen und Schüler in den betreffenden Stunden fehlen. Diese Beispiele werden mit „F“ gekennzeichnet.

Aus Sicht des Kriteriums Vollständigkeit (Abbildung 6) werden immerhin fast 66% der Beispiele vollständig bearbeitet, wobei allerdings nicht einmal die Hälfte beim Kriterium Fehler (Abbildung 7) 5 Punkte erhalten, also vollständig richtig gelöst wird. Hier ist anzumerken, dass bei mehr als einem Viertel der Beispiele nur 0 (9,2%) oder 1 (18,3%) von 5 Punkten erreicht werden (Abbildung 7 rechts).

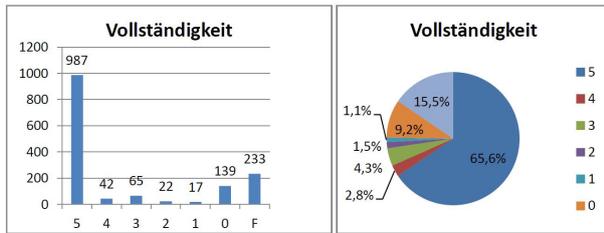


Abbildung 6: Auswertung des Kriteriums Vollständigkeit, aus [PÖHACKER 2014, Abb. 27]

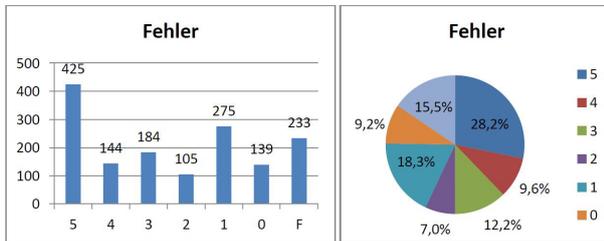


Abbildung 7: Auswertung des Kriteriums Fehler, aus [PÖHACKER 2014, Abb. 28]

Das Kriterium *Richtigkeit* bezieht sich auf die exakte Befolgung der schriftlichen Anweisungen bei den Angaben und entspricht einer Bewertung des Textverständnisses, des verstehenden Lesens. Es spricht auch für die Qualität der schülergerechten Formulierungen, dass immerhin mehr als 60% der Angaben (Abbildung 8) wortgetreu befolgt werden.

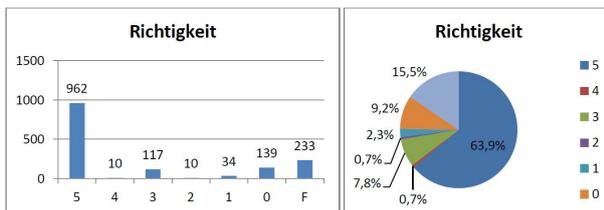


Abbildung 8: Auswertung des Kriteriums Richtigkeit im Sinne des Textverständnisses, aus [PÖHACKER 2014, Abb. 31]

Der Bereich *Gesamtbewertung* stellt eine Zusammenfassung der anderen vier Teilbereiche dar, wobei der Bereich *Fehler* ein etwas höheres Gewicht als die Bereiche *Sauberkeit* und *Richtigkeit* im Sinne des Textverständnisses erhalten. Immerhin kann ein Viertel der Beispiele mit der höchsten Punktezahl bewertet werden.

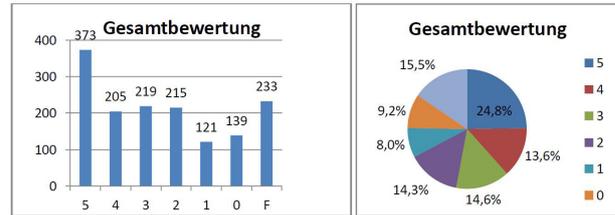


Abbildung 9: Darstellung der Gesamtbewertung, aus [PÖHACKER 2014, Abb.32]

Um diese Bewertungen mit dem Abschneiden bei den Pre- und Posttestungen in Zusammenhang bringen zu können, werden die Korrelationskoeffizienten berechnet.

Als Nullhypothese wird angenommen, dass es keinen Zusammenhang zwischen der Güte der schriftlichen Mitarbeit und der oben beschriebenen Merkmale gibt. Nach Überprüfung der wesentlichen Kriterien für normalverteilte Ergebnisse wird das Verfahren von PEARSON<sup>vi</sup> angewendet, welches für den Bereich Gesamtbewertung die in Tabelle 4 aufgelisteten Korrelationskoeffizienten (abgekürzt „KK“) liefern.

Phase	Pretestung				Posttestung			
	3DW	DAT	MRT	SOT	3DW	DAT	MRT	SOT
Test	3DW	DAT	MRT	SOT	3DW	DAT	MRT	SOT
KK	0,416	0,374	0,366	-0,494	0,512	0,490	0,067	-0,348
Wertung	++	+	+	+	++	+	=	+

Tabelle 4: Korrelationskoeffizienten (Gesamtbewertung), nach [PÖHACKER 2014, Tab.14]

Daraus ist ersichtlich (vgl. Anhang: Korrelationskoeffizienten), dass mittlere Zusammenhänge (++) zwischen den Testergebnissen beim 3DW-Test und schwache Zusammenhänge (+) bei allen anderen Tests (ausgenommen MRT bei der Posttestung) vorliegen.

Die Schlusszeilen dieser Arbeit seien zitiert:

*Kritisch jedoch muss angemerkt werden, dass aufgrund der kleinen Stichprobe (36, aus nur 2 Klassen) eine geringe Teststärke vorliegt. Im Sinne einer Voruntersuchung laden die Ergebnisse jedoch zu weiteren Untersuchungen ein.*

### Die vorliegenden Ausführungen beruhen auf den Ergebnissen folgender vier Bachelorarbeiten:

- FISCHER, JACQUELINE: Räumliche Intelligenz und Schulnoten, Bachelorarbeit an der KPH Wien/Krems, Campus Krems-Mitterau, 2014
- JUKIC, ANA: Raumvorstellung – eine Frage des Geschlechts? Bachelorarbeit an der KPH Wien/Krems, Campus Krems-Mitterau, 2014
- LECHNER, JOHANNES: Koordinative Fähigkeiten und Raumvorstellung, Bachelorarbeit an der KPH Wien/Krems, Campus Krems-Mitterau, 2014

- PÖHACKER, MARKUS: Raumvorstellung und Leistungsfeststellung, Bachelorarbeit an der KPH Wien/Krems, Campus Krems-Mitterau, 2014

Hinweis: Die Arbeiten können in der Bibliothek der KPH Wien/Krems, Standort Krems, Dr. Gschmeidlerstr.28, 3500 Krems, entlehnt werden.

## Literatur

- CZIOLEK, S.: *9 Geheimnisse erfolgreicher Schüler: Neue Chancen im Schulalltag durch zielorientiertes Lernen*. Norderstedt: Books on Demand, 2004
- DINTER, H.; PICHLER, H., ZANKL, G.; RIEDL, J.; BERGER, G.; STIGLER, H.; & HASENBERGER, B. (1989). *Geschlechtsunterschiede bei der Körper-/Raum-/Wahrnehmungs- und Vorstellungsfähigkeit im Pflichtschulalter*, Wien, BMUKS, 1989
- DÜNSER, A.: *Trainierbarkeit der Raumvorstellung mit Augmented Reality*, Wien, 2005
- FISCHER, J.: *Räumliche Intelligenz und Schulnoten*. Bachelorarbeit an der KPH Wien/Krems, Campus Krems-Mitterau, 2014
- GITTLER, G.: *Die Seele ist ein weites Land*. Aktuelle Forschung am Wiener Institut für Psychologie. Wien, WUV-Wiener Universitätsverlag, 1994
- HIRTZ, HOTZ & LUDWIG: *Orientierung Bewegungskompetenz*. Schorndorf: Hofmann, 2010
- JUKIC, A.: *Raumvorstellung – eine Frage des Geschlechts?* Bachelorarbeit an der KPH Wien/Krems, Campus Krems-Mitterau, 2014
- LECHNER, J.: *Koordinative Fähigkeiten und Raumvorstellung*. Bachelorarbeit an der KPH Wien/Krems, Campus Krems-Mitterau, 2014
- MARESCH, G.; MÜLLER, T.; SCHEIBER, K. (HRSG): *GEODIKON, die Lernmaterialien, Praktische Raumvorstellungsübungen für den Geometrie- und Mathematikunterricht mit Lösungen*. StudienVerlag Innsbruck, 2014
- MARESCH, G.; SVECNIK, E. : *Strategien und geschlechtsspezifische Effekte beim Raumvorstellungsvermögen*. In: IBDG, Heft 2/2013, S. 18 – 23, 2013
- MARESCH, G.: *Spatial Ability – The Phases of Spatial Ability Research*. In: *Journal for Geometry and Graphics*, Volume 17, 2013
- MÜLLER, T.: *Geschlechtsunterschiede bei der Körper-/Raumwahrnehmungsfähigkeit unter der Lupe der Forscher*. *Informationsblätter für Darstellende Geometrie* 2/1991, Innsbruck, S. 3-6, 1991
- MÜLLER, T.: *VWA in Darstellender Geometrie*. *Informationsblätter für Geometrie* 1/2014, S. 16 - 19
- PÖHACKER, M.: *Raumvorstellung und Leistungsfeststellung*. Bachelorarbeit an der KPH Wien/Krems, Campus Krems-Mitterau, 2014
- ROST, D. H.: *Raumvorstellung*. Beltz, Weinheim, 1977
- WEISS, R.: *Schulleistung und Intelligenz*. Verlag Quirin Haslinger, Linz, 1964

## Anhang: Hinweise zu statistischen Fachbegriffen

- Bei den Mess-Skalen von zu untersuchenden Daten unterscheidet man grob zwischen Nominalskala („Namen“: z.B. Augenfarbe, Geschlecht), Ordinalskala („Ordnung“, Rang“: z.B. „gut-mittel-schlecht“, Schulnoten) sowie Metrischer Skala (hierzu gehören intervallskalierte Daten mit willkürlich festgelegtem Nullpunkt, z.B. Temperatur in Grad Celsius, Intelligenzquotient und verhältnisskalierte Daten mit absolutem Nullpunkt, z.B. Längenmaße, Temperatur in Grad Kelvin).
- KOLMOGOROW-SMIRNOV-Anpassungstest: Damit wird festgestellt, ob bei quantitativen Daten eine bestimmte Verteilung (z.B. Normalverteilung, Poissonverteilung) vorliegt. Er gibt an, inwieweit die Abweichung von der Verteilung signifikant ist.
- U-Test von MANN & WHITNEY: Dieser Test vergleicht zwei ordinalskalierte Testreihen (z.B. die Schulnoten in Deutsch und Englisch) und berechnet von jeder Reihe den mittleren Rang der Testergebnisse. Er gibt an, ob ein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Rangplätze der zwei Testreihen vorliegt
- signifikant (d.h. nicht auf Zufall beruhend): Die Statistiker bezeichnen Ergebnisse, bei der die Wahrscheinlichkeit, dass ein Ergebnis zufällig zustande gekommen ist, kleiner gleich 5 % ist, als signifikant
- SPEARMANscher Rangkorrelationskoeffizient: Gibt den Zusammenhang zwischen zwei ordinalskalierten Datenreihen an, unterschieden wird hier wie bei anderen Zusammenhangsberechnungen je nach der Größe des Korrelationskoeffizienten  $p$ :  $p = 0$  kein Zusammenhang,  $0 < |p| < 0,3$  schwacher Zshg.,  $0,3 < |p| < 0,7$  mittlerer Zshg.,  $0,7 < |p| < 1$  starker Zshg.,  $p = 1$  vollständiger Zshg.
- Verfahren nach PEARSON: Berechnungsmethode des Korrelationskoeffizienten, wenn die beiden Datenreihen quantitatives Skalenniveau haben, normalverteilt sind und ein linearer Zusammenhang besteht.