Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

Mathematische Begabung

Untersuchung der Übereinstimmung von Selbst- bzw. Fremdeinschätzung mit Testleistungen und Vergleich von SchülerInnen des BRG Kepler mit TeilnehmerInnen des Wettbewerbes „Mathematical Duel“

Marie-Christine Maierbrugger

Graz, Mai 2016

„Dieses Projekt wurde mit Unterstützung der Europäischen Kommission finanziert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung trägt allein der Verfasser; die Kommission haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.“

Mathematische Begabung

Untersuchung der Übereinstimmung von Selbst- bzw. Fremdeinschätzung mit Testleistungen und Vergleich von SchülerInnen des BRG Kepler mit TeilnehmerInnen des Wettbewerbes „Mathematical Duel“

Diplomarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades

einer Magistra der Naturwissenschaften

an der Karl-Franzens-Universität Graz

vorgelegt von

Marie-Christine Maierbrugger

am Institut für Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen

Begutachterin: Univ.-Prof. Dr.phil. Karin Baur

Graz, Mai 2016

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung ……………………………………………………………….…..... 5

Abstract ……………………………………………………………………… 6

Danksagung …………………………………………………………………. 7

Eidesstaatliche Erklärung …………………………………………………. 8

Einleitung

1. Einleitung ………………………………………………………………… 10

1.1. Zielsetzung und Forschungsfragen ……………………………… 10

1.2. Methodische Vorgehensweise ……………………………………. 11

1.3. Aufbau der Arbeit …………………………………………………… 12

I. Teil – Theoretischer Teil

2. Begabung ………………………………………………………………… 15

2.1. Zu den Begriffen Intelligenz und Begabung ……………………... 15

2.1.1. Zum Begriff der Intelligenz ………………………………… 15

2.1.2. Zum Begriff der (Hoch-)Begabung 18

2.1.3. Der Unterschied zwischen Intelligenz und Begabung …... 21

2.2. Begabungsmodelle ………………………………………………… 21

2.2.1. Das Drei-Ringe-Modell von Renzulli ……………………… 22

2.2.2. Das Mehr-Faktoren-Modell von Mönks …………………… 23

2.2.3. Das Münchener Hochbegabungsmodell ………………… 24

2.3. Theorien zum Ursprung von Begabung ………………………….. 25

2.4. Mathematische Begabung …………………………………………… 26
2.4.1. Mathematische Begabung als Teil einer hohen allgemeinen Intelligenz …………………………………………….. 27
2.4.2. Mathematische Begabung als bereichsspezifische Intelligenz ………………………………………………………. 29
3. Erkennen von (mathematischer) Begabung …………………………… 31
3.1. Merkmale mathematisch begabter Kinder ………………………. 31
3.2. Diagnostik von (mathematischer) Begabung …………………… 33
3.2.1. Diagnose durch Tests ………………………………………. 34
3.2.2. Diagnose durch Beobachtungsverfahren ………………… 35
3.2.2.1. Diagnose durch die Lehrperson …………………… 36
3.2.2.2. Diagnose durch die Eltern …………………………. 38
3.2.2.3. Diagnose durch die MitschülerInnen ……………… 39
3.2.2.4. Selbstdiagnose ……………………………………… 40
4. Underachievement ………………………………………………………… 42
5. Förderung von mathematischer Begabung …………………………... 44
5.1. Zur Notwendigkeit der Förderung von Begabungen ……………. 44
5.2. Derzeitige Situation an öffentlichen Schulen ………………….. 45
5.3. Ziele der Förderung mathematisch begabter Kinder …………… 46
5.4. Möglichkeiten der Förderung mathematischer Begabung ……... 47
5.4.1. Differenzierung des Unterrichtes ………………………….. 49
5.4.2. Öffnung des Unterrichtes …………………………………... 50
5.4.3. Akzeleration und Enrichment ………………………………. 50
5.4.4. Wettbewerbe und Olympiaden ……………………………. 52
5.4.4.1. Mathematical Duel ………………………………….. 52

II. Teil – Empirischer Teil

6. Beschreibung des durchgeführten Tests ……………………………….. 55

6.1. Komponenten des Tests ………………………………………….... 56

6.1.1. Teil 1 ……………………………………………………….. 56

6.1.2. Teil 2 ……………………………………………………….. 60

6.2. Testzusammenstellung des BRG Kepler ………………………… 62

6.3. Testzusammenstellung des Wettbewerbes Mathematical Duel.. 62

7. Erklärung der wichtigsten Begriffe zum besseren Verständnis der Untersuchungsergebnisse ………………………………………………… 64

7.1. Korrelationen ……………………………………………………... 64

7.2. Statistische Signifikanz …………………………………………….. 65

7.3. Boxplot Diagramm ………………………………………………….. 66

8. Vorstellung und Interpretation der Untersuchungsergebnisse ………... 67

8.1. Untersuchungsergebnisse BRG Kepler ………………………….. 67

8.2. Untersuchungsergebnisse Mathematical Duel ………………….. 70

8.3. Vergleich der Ergebnisse von BRG Kepler und Mathematical Duel ………………………………………………………………….. 73

8.3.1. Numerische Intelligenz ……………………………………... 73

8.3.2. Räumliche Intelligenz ……………………………………….. 75

8.3.3. Arithmetische Fähigkeiten ………………………………….. 77

8.3.4. Ordinality Tests ……………………………………………… 80

8.3.5. Selbsteinschätzung der mathematischen Begabung …… 82

III. Teil – Schlussbemerkungen

9. Conclusio ………………………………………………………………… 85

9.1. Beantwortung der Forschungsfragen …………………………….. 85

9.2. Limitationen und Ausblick ………………………………………… 88

Verzeichnisse

Literaturverzeichnis …………………………………………………………… 90

Abbildungsverzeichnis ……………………………………………………….. 96

Anhang

Anhang A – Datentabelle BRG Kepler und Mathematical Duel …………. 98

Anhang B – Korrelationen ………………………………………………… 110

Anhang C – Fragebogen mathematische Begabung ……………………... 111

Kurzfassung

Mathematische Begabung - Untersuchung der Übereinstimmung von Selbst- bzw. Fremdeinschätzung mit Testleistungen und Vergleich von SchülerInnen des BRG Kepler mit TeilnehmerInnen des Wettbewerbes „Mathematical Duel“

Begabte Kinder, und speziell mathematisch begabte Kinder, sind faszinierend und versetzen ihr Umfeld oft in Staunen. Doch ForscherInnen schätzen, dass bis zu 50% der Begabten unerkannt bleiben und zu sogenannten Underachievern, also Minderleistern, werden. Sie können nicht die Leistungen erbringen, die ihnen aufgrund ihrer kognitiven Fähigkeiten möglich wären.

Aus diesem Grund ist es das Ziel dieser Arbeit, herauszufinden, wer mathematische Begabung am besten identifizieren kann. Anhand einer empirischen Untersuchung wird festgestellt, dass weder die Betroffenen selbst, die Lehrpersonen, die MitschülerInnen noch die Mathematiknoten ausreichend Auskunft über mathematische Begabung geben können. Die Einschätzungen dieser unterschiedlichen Personengruppen können lediglich als Hinweis auf eine mögliche vorliegende Begabung verstanden werden; sie müssen jedoch mit aussagekräftigen Tests verifiziert werden.

Des Weiteren wird in der Arbeit beleuchtet, ob SchülerInnen, die eine Fördermaßnahme wahrnehmen, tatsächlich bessere Leistungen in einem Begabungstest erzielen können. Die TeilnehmerInnen des Wettbewerbes Mathematical Duel konnten in der Tat in jeder der Komponenten des durchgeführten Tests deutlich bessere Ergebnisse erzielen als die SchülerInnen des Gymnasiums BRG Kepler. Die Förderung zeigte bei ihnen somit Wirkung, wodurch man auf die Wichtigkeit spezieller Fördermaßnahmen schließen kann.

Abstract

Mathematical giftedness – Investigation of the consistency between self- and external evaluation respectively and performances in a test and comparison of students of BRG Kepler with participants of the competition “Mathematical Duel”

Gifted children, and especially mathematically gifted children, are fascinating and frequently they amaze their social environment. Scientists however assume that up to 50% of all highly gifted children remain unrecognized and turn into so called underachievers. This means they cannot deliver the performance their cognitive abilities would allow.

For this reason, this diploma thesis aims at finding out who can best identify mathematical giftedness. On the basis of an empirical study it is found that neither the students themselves, teachers, fellow students nor grades in mathematics can give satisfactory information about mathematical giftedness. The rating of these groups of people can only hint at possible giftedness; however, they have to be verified by tests.

Furthermore, this thesis sheds light on the question whether students who take part in measures of advancement can perform better in a test on giftedness. The participants of the mathematical competition Mathematical Duel actually did achieve distinctly better results in each component of the tests than the students of BRG Kepler. Thus it can be seen that the advancement has a visible positive effect on the students, which underlines the importance of such measures.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei jenen Personen und Organisationen bedanken, die mich beim Verfassen dieser Diplomarbeit unterstützt haben.

Der größte Dank gilt Herrn Univ.-Prof. Mag. Dr.rer.nat Roland Grabner vom Arbeitsbereich Begabungsforschung am Institut für Psychologie der Universität Graz. Ohne seine Hilfe bei der Zusammenstellung und Auswertung des Tests, der dieser Diplomarbeit zu Grunde liegt, wäre das Verfassen der Arbeit nie möglich gewesen.

Des Weiteren möchte ich mich bei der Leitung des BRG Kepler dafür bedanken, mir die Durchführung meines Tests ermöglicht zu haben. Dank gilt aber auch den SchülerInnen, die so motiviert mitgemacht haben.

Auch den OrganisatorInnen und TeilnehmerInnen des Wettbewerbes „Mathematical Duel" gebührt ein Dankeschön dafür, dass sie mir das Durchführen meiner Testungen ermöglicht haben.

Ein großer Dank für die finanzielle Unterstützung bei der Durchführung der Testungen gilt dem Projekt „Mathematical Duel", welches von Erasmus+ gefördert wird.

Abschließend möchte ich mich noch bei Frau Univ.-Prof. Dr.phil. Karin Baur für die Betreuung der vorliegenden Diplomarbeit bedanken.

Eidesstaatliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen benutzt und die den Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Die Arbeit wurde bisher nicht in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen inländischen oder ausländischen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht. Die vorliegende Fassung entspricht der eingereichten elektronischen Version.

Graz, am 02. Mai 2016

(Marie-Christine Maierbrugger)

Einleitung

1. Einleitung

„Mathematiker sind Leute, für die Mathematik so etwas ist wie für andere eine Seifenoper!“ (Devlin 2001, S. 304).

Begabung ist ein faszinierendes Phänomen. Speziell eine besondere Begabung für Mathematik ist für viele unverständlich oder gar befremdlich. Dennoch gibt es sie, diese Menschen mit einem Talent für mathematische Zusammenhänge.

Auch wenn die meisten Menschen eine gewisse Vorstellung davon haben, was mathematische Begabung ist, so kann die Mehrheit wohl nicht genau sagen, welche Merkmale nun jemanden ausmachen, der mathematisch begabt ist. Ebenso stellt sich die Frage, wie man mathematische Begabung erkennen kann. Kann man sie testen? Oder ist sie gar so offensichtlich, dass das soziale Umfeld einen mathematisch begabten Menschen identifizieren kann?

Die Frage nach dem Erkennen von mathematischer Begabung ist von äußerster Wichtigkeit. Ohne eine korrekte Identifikation von begabten Kindern können auch keine angemessenen Fördermaßnahmen eingeleitet werden. Diese können aber sehr wichtig für die Entwicklung der Begabung sein und haben auch für die Kinder selbst einen hohen Stellenwert. Jedes Kind hat schließlich das Recht auf optimale Förderung seiner Fähigkeiten.

ForscherInnen gehen davon aus, dass bis zu 50% der Kinder mit einer mathematischen Begabung nicht erkannt werden und somit auch keine Förderung erhalten (vgl. Neubauer/Stern 2008, S. 246). Aus diesem Grund soll es in dieser Arbeit um die Qualität der Einschätzungen von mathematischer Begabung durch das soziale Umfeld gehen. Außerdem soll untersucht werden, ob SchülerInnen, die an einem mathematischen Wettbewerb, der eine Art der Förderung darstellt, teilnehmen, tatsächlich bessere Leistungen in einem Test erzielen können.

1.1. Zielsetzung und Forschungsfragen

Ziel dieser Arbeit soll es sein, die Zusammenhänge zwischen Testleistungen und Selbst- bzw. Fremdeinschätzungen von mathematischer Begabung zu untersuchen.

Es soll herausgefunden werden, inwiefern SchülerInnen selbst ihre mathematische Begabung einschätzen können bzw. ob ihre MitschülerInnen, Lehrpersonen und Mathematiknoten eine gute Einschätzung der individuellen Begabungen abgeben können. Außerdem soll untersucht werden, ob die Einschätzungen untereinander übereinstimmen oder sehr divergent sind. Zuletzt soll noch erforscht werden, ob für den Wettbewerb Mathematical Duel auch wirklich die begabtesten SchülerInnen ausgewählt wurden – ob ihre Leistungen beim durchgeführten Test also sehr viel besser sind als die Leistungen der GymnasialschülerInnen.

Aus dieser Zielsetzung ergeben sich folgende Forschungsfragen:

F1: Inwieweit stimmen die Selbst- und Fremdeinschätzungen der mathematischen Begabung bzw. die Mathematiknote mit den jeweiligen Testleistungen überein?

F2: Wie hängen die verschiedenen Einschätzungen der mathematischen Begabung untereinander zusammen?

F3: Wurden die „richtigen“ SchülerInnen für die Teilnahme am Wettbewerb Mathematical Duel ausgewählt? Konnten die Duellanten also im durchgeführten Test sehr viel bessere Leistungen erbringen als die SchülerInnen des BRG Kepler?

1.2. Methodische Vorgehensweise

Um die Forschungsfragen zu beantworten, wird zuerst ein theoretischer Hintergrund zur Begabungstheorie aufgebaut. Dieser soll einen Einblick in die bisherige Forschung auf dem Gebiet der allgemeinen sowie der mathematischen Hochbegabung geben. Auch auf Fördermöglichkeiten wird kurz eingegangen.

Die eigentliche Beantwortung der Fragen wird sich dann aus den Ergebnissen der empirischen Untersuchung ergeben. Hierzu wurde ein Begabungstest mit zwei Testgruppen, der Gruppe BRG Kepler und der Gruppe Mathematical Duel, durchgeführt. Die Ergebnisse beider Gruppen werden zunächst individuell vorgestellt und besprochen. Hierbei wird vor allem auf die Übereinstimmung von Testleistungen und Einschätzungen eingegangen, um die ersten beiden Forschungsfragen zu beantworten. Danach wird zudem ein Vergleich der Ergebnisse beider Gruppen durchgeführt, bei dem ein Einblick in die jeweiligen Testleistungen gegeben wird. Dieser Teil wird die Grundlage für die Beantwortung der dritten Forschungsfrage darstellen.

1.3. Aufbau der Arbeit

Das **erste Kapitel** stellt die Einleitung dar. Hier werden die Ausgangssituation und die Problemstellung vorgestellt und die Ziele und Forschungsfragen der Diplomarbeit besprochen. Außerdem wird die methodische Vorgehensweise erklärt.

Im **zweiten Kapitel** wird der Begabungsbegriff erläutert. Es werden verschiedene Definitionsversuche und Modelle der Begabung vorgestellt. Auch auf den Unterschied zwischen Intelligenz und Begabung wird in diesem Kapitel eingegangen. Zuletzt wird noch auf die Spezifik von mathematischer Hochbegabung hingewiesen.

Kapitel drei beschäftigt sich mit dem Erkennen von mathematischer Begabung. Zunächst werden Merkmale genannt, durch die sich mathematisch begabte Kinder auszeichnen. Danach wird auf die Diagnostik von mathematischer Begabung eingegangen, wobei hier zwischen Diagnose durch Tests und Diagnose durch Beobachtungsverfahren unterschieden wird. Bei den Beobachtungsverfahren wird weiter zwischen Beobachtungen durch Lehrpersonen, Eltern, MitschülerInnen und Selbstbeobachtung differenziert.

Das **vierte Kapitel** geht auf das Phänomen Underachievement ein. Hier werden der Begriff definiert, die Häufigkeit dieses Problems besprochen und mögliche Ursachen genannt.

Kapitel fünf beschäftigt sich mit der Förderung mathematisch begabter SchülerInnen. Es wird zunächst erklärt, wieso eine Förderung außerordentlich wichtig ist und wie sich die derzeitige Fördersituation an öffentlichen Schulen darstellt. Auch auf die Ziele der Förderung von mathematischer Begabung wird eingegangen. Zum Schluss werden einige Möglichkeiten der Förderung vorgestellt.

In **Kapitel sechs** wird der Test, der die Grundlage der empirischen Untersuchung bildet, vorgestellt und die einzelnen Komponenten desselben anhand von Beispielen erklärt.

Im **siebten Kapitel** werden die Begriffe Korrelation, statistische Signifikanz und Boxplot Diagramm kurz erklärt. Dies dient vor allem dem leichteren Verständnis der folgenden Auswertung der Testergebnisse.

Das **achte Kapitel** dient der Vorstellung und Interpretation der Untersuchungsergebnisse. Hier werden zunächst die Ergebnisse von BRG Kepler und Mathematical Duel getrennt betrachtet, bevor eine Gegenüberstellung der jeweiligen Leistungen erfolgt.

Das letzte Kapitel dieser Diplomarbeit, **Kapitel neun**, bietet eine Zusammenfassung der vorliegenden Arbeit. In diesem Abschnitt werden auch die Forschungsfragen beantwortet.

I. Teil

Theoretischer Teil

2. Begabung

Jeder kennt den Begriff Begabung und hat eine gewisse Vorstellung davon. Diese Vorstellungen gehen jedoch mitunter stark auseinander. Auch in der Wissenschaft vertreten unterschiedliche ForscherInnen verschiedene Standpunkte, wenn es um Definition, Entwicklung und Besonderheiten von Begabung geht. Um ein allgemeines Verständnis vom Konzept der Begabung zu erlangen, wird nun ein kurzer, grundlegender Einblick in die Theorie der Begabungsforschung gegeben. Die Verfasserin merkt an, dass in dieser Arbeit die Begriffe Begabung und Hochbegabung synonym verwendet werden.

2.1. Zu den Begriffen Intelligenz und Begabung

Zwischen den beiden Begriffen Begabung und Intelligenz wird vor allem in der Alltagssprache häufig keine Unterscheidung gemacht. Ob nun jemand besonders begabt oder hoch intelligent ist, bedeutet für viele Laien ein und dasselbe. In der Wissenschaft jedoch gibt es durchaus Unterscheidungen zwischen den beiden Begriffen; dieser Unterschied soll im Folgenden kurz beschrieben werden.

2.1.1. Zum Begriff der Intelligenz

„*Menschliche Intelligenz ist das am besten untersuchte Persönlichkeitsmerkmal der Psychologie und kann auf eine über 100-jährige Forschungsgeschichte zurückblicken*“ (Stern/Grabner 2013, S. 103). Demnach kann man davon ausgehen, dass sich die Definition von Intelligenz im Laufe der Zeit gewandelt hat und ForscherInnen verschiedene Auffassungen davon, was Intelligenz sei, verfasst haben.

Hergeleitet wird der Begriff Intelligenz vom lateinischen Wort *intelligentia*, welches laut Wörterbuch mit „Einsicht“, „Erkenntnis(-vermögen)“, „Verstand“ oder „Fassungskraft“ übersetzt werden kann (vgl. Pons, online, Suchbegriff „intelligentia“). Die ursprüngliche Bedeutung des Wortes beschreibt unser heutiges Verständnis von Intelligenz immer noch sehr gut. Ein intelligenter Mensch ist laut modernem

Verständnis jemand von hohem Verstand, der Dinge leicht und schnell erfassen und Einsicht in Sachverhalte gewinnen kann, die anderen verborgen bleiben.

William Stern, der sich bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts mit Intelligenz beschäftigte, definierte dieses Merkmal wie folgt: Intelligenz ist „*die personale Fähigkeit, sich unter zweckmäßiger Verfügung über Denkmittel auf neue Forderungen einzustellen*" (Stern, 1916, S. 424; zit. n. Frey 1973, S. 12). Er war also der Meinung, dass es die Fähigkeit sei, sich in ungewohnten Situationen zurechtzufinden und vorhandene Kompetenzen effektiv einzusetzen.

Howard Gardner versuchte eine Ausweitung des Intelligenzbegriffes auf andere, auch nicht-kognitive Fähigkeiten. Sein Versuch ist bekannt als die Theorie der multiplen Intelligenzen, in der er folgende, relativ autonome Intelligenzbereiche unterscheidet:
„*1. Sprachliche Intelligenz: Sensibilität für gesprochene und geschriebene Sprache; Fähigkeit, Sprachen zu lernen und sie zu gebrauchen.*
2. Logisch-mathematische Intelligenz: formallogische und mathematische Denk-fähigkeit.
3. Räumliche Intelligenz: Fähigkeiten der Raumwahrnehmung und –vorstellung, des räumlichen Denkens.
4. Körperlich-kinästhetische Intelligenz: psychomotorische Fähigkeiten, wie sie z.B. für sportliche, tänzerische oder schauspielerische Leistungen benötigt werden.
5. Musikalische Intelligenz: Begabung zum Musizieren und Komponieren, Sinn für musikalische Prinzipien.
6. Intrapersonale Intelligenz: Sensibilität gegenüber der eigenen Empfindungswelt.
7. Interpersonale Intelligenz: Fähigkeit zur differenzierten Wahrnehmung anderer Menschen (soziale Intelligenz).
8. Naturalkundliche Intelligenz: Fähigkeit zur Mustererkennung in der Lebensumwelt" (Bardy 2007, S. 14).

Eine Unterscheidung zwischen zwei Faktoren der Intelligenz, die sich bewährt hat, ist jene in fluide und kristalline Intelligenz. Unter kristalliner (oder kristallisierter) Intelligenz versteht man erworbenes Wissen. Fluide Intelligenz hingegen beschreibt die Fähigkeit, sich durch geschicktes Anwenden vorhandenen Wissens an neue

Situationen anzupassen und bisher unbekannte Anforderungen zu bewältigen (vgl. Neubauer/Stern 2008, S. 61).

Nach über 100-jähriger Forschung stimmen WissenschaftlerInnen weitgehend bei der Definition von Intelligenz überein. Man ist sich einig, dass man den Intelligenzbegriff möglichst begrenzt halten und sich auf kognitive Fähigkeiten beschränken muss (vgl. Stern/Grabner 2013, S. 110). „*Intelligenz ist demzufolge die Fähigkeit,*
a) sich in neuen Situationen aufgrund von Einsichten zurechtzufinden,
b) Aufgaben mit Hilfe des Denkens zu lösen, wobei nicht auf eine bereits vorliegende Lösungsstrategie zurückgegriffen werden kann, sondern diese erst aus der Erfassung von Beziehungen abgeleitet werden muss“ (Neubauer/Stern 2008, S. 14).

Mit der Entwicklung von Intelligenztests wurde auch der Intelligenzquotient (IQ) eingeführt, der 1912 erstmals von William Stern vorgeschlagen wurde. Seine ursprüngliche Formel für den IQ einer Person musste revidiert werden; dies „*führte zur Definition des heute immer noch gültigen IQ als individueller Leistungswert in einem Intelligenztest (x), normiert an den Leistungen (dem Mittelwert M und der Standardabweichung s) einer altersgleichen Strichprobe: IQ = 100 + 15[(x – M) / s)]. Dieser IQ beschreibt die Abweichung einer Person von der mittleren Testleistung einer repräsentativen Stichprobe […]*“ (Stern/Grabner 2013, S. 105).

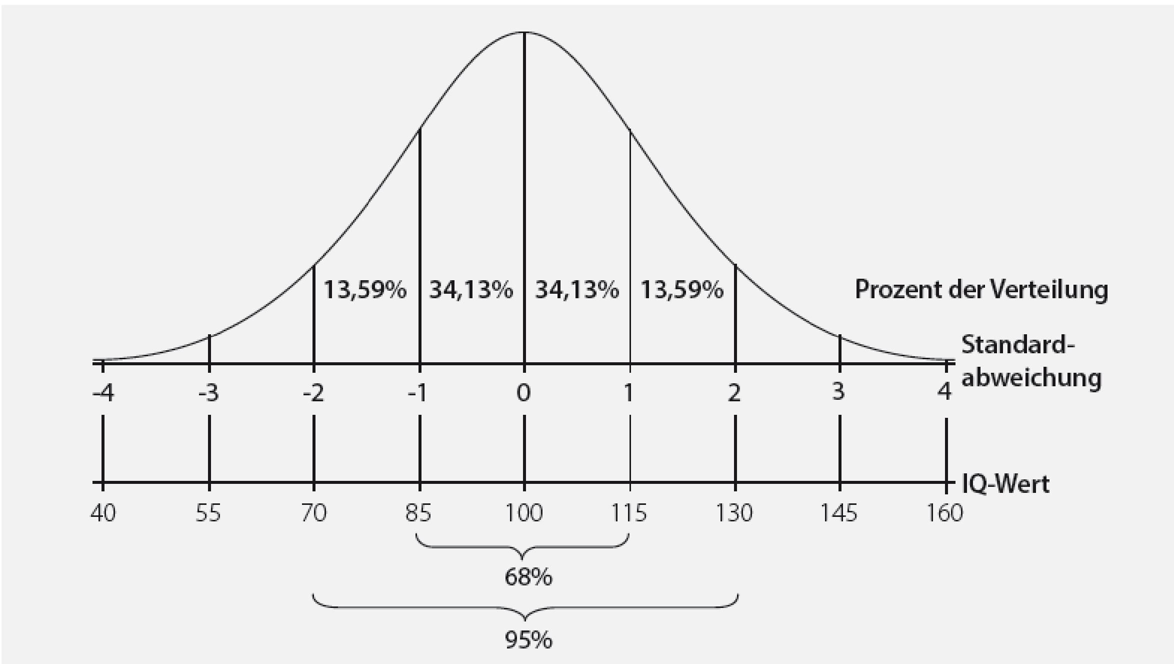


Abb. 2.1 Normalverteilung des IQ (Stern/Grabner 2013, S. 104)

Der Intelligenzquotient folgt der Normalverteilung. Das heißt, dass die graphische Darstellung des IQ einer repräsentativen Stichprobe eine Gauß'sche Glockenkurve zeigt. Aus der Grafik kann deutlich abgelesen werden, dass die Intelligenz beim Großteil der Menschheit mittel ausgeprägt ist – ca. 68% liegen zwischen 85 und 115 IQ-Punkten. Dagegen liegen nur jeweils 13,59% der Menschen im etwas über- bzw. unterdurchschnittlichen Bereich. An den beiden Extremen, den Menschen mit einem IQ von über 130 bzw. unter 70, finden sich nur je 2,5% der Gesamtbevölkerung. Stark überdurchschnittliche Intelligenz ist also relativ selten anzutreffen.

Um die für unsere Gesellschaft so große Bedeutung des Intelligenzbegriffes ein wenig abzuschwächen, sei hier ein Zitat von Edwin Boring angeführt. Er erkannte bereits 1923, dass: „*Intelligence is what the tests test*" (Boring 1923, S. 35), also dass Intelligenz ist, was der Intelligenztest misst. Damit drückt er aus, dass Intelligenz nichts Natürliches sei, sondern ein menschliches Konstrukt, ein Begriff, der mittels Definitionen eingeführt wurde. Er wird als Erklärung dafür verwendet, warum Menschen, die dieselben Bildungschancen und Lerngelegenheiten erhalten haben, unterschiedlich gute Leistungen erbringen können (vgl. Neubauer/Stern 2008, S. 16).

2.1.2. Zum Begriff der (Hoch-)Begabung

Obwohl der Begriff Begabung häufig verwendet wird und auch seit jeher Gegenstand der Intelligenzforschung ist, gibt es dafür bislang noch keine hinreichend genaue und allgemein gültige Definition (vgl. Windischbacher-Mailänder 1997, S. 8). Feger begründet auch, wieso es eine solche einheitliche Definition von Hochbegabung nicht geben kann: „*Die Frage, was Hochbegabung ausmacht, wird immer wesentlich bestimmt durch den Hintergrund einer Kultur, durch Werte und Einstellungen, durch Organisationsstrukturen (etwa des Schulsystems) usw.*" (Feger 1988, S. 53) Dennoch haben sich unzählige WissenschaftlerInnen und AutorInnen daran versucht, den komplexen Begabungsbegriff in Worte zu fassen. Um einen Überblick über das breite Spektrum an Definitionen zu geben, werden nun einige ausgewählte vorgestellt.

Einige AutorInnen sehen Begabung als ein genetisch bedingtes Phänomen. Hehlmann meint beispielsweise, Begabung sei „*die Gesamtheit der erblich bedingten*

Fähigkeiten oder Leistungsdispositionen. Sie bildet die Voraussetzung für bestimmte Leistungen (Fertigkeiten) auf den verschiedensten Gebieten zum Beispiel des geistigen, künstlerischen, praktisch-technischen Lebens […]“ (Hehlmann 1941, S. 30). Begabung ist demnach eine Sache der Veranlagung und wird nicht durch andere Faktoren beeinflusst.

Im Gegensatz dazu meint Geuß (1981, S. 52), dass jemand „*hochbegabt ist, wer in der Lage ist oder in die Lage versetzt werden kann, sich für ein Informationsangebot – auch aus seiner Sicht – hohen Niveaus zu interessieren, ihm zu folgen, es zu verarbeiten und zu nutzen*.“ Damit betont er, dass neben den kognitiven Voraussetzungen auch die Motivation und das Interesse entscheidende Faktoren für Begabung sind. Auch eine soziale Komponente kann aus Geuß‘ Definition herausgelesen werden, weil es doch immer Menschen im sozialen Umfeld geben muss, die einen in die Lage versetzen können, sich für ein Informationsangebot zu interessieren.

In Stermbergs impliziter Theorie der (Hoch-)Begabung beschreibt er „*fünf notwendige und in ihrer Gesamtheit hinreichende Merkmale (Kriterien) für das Vorliegen einer (Hoch-)Begabung:*
1. Das Exzellenz-Kriterium: Auf einem oder mehreren Gebieten ragt ein Individuum im Vergleich zu Gleichaltrigen hervor.
2. Das Seltenheits-Kriterium: Das Individuum muss ein hohes Niveau eines Merkmals aufweisen, welches im Vergleich zu Gleichaltrigen selten ist.
3. Das Produktivitäts-Kriterium: In dem Bereich oder in den Bereichen, in denen das Individuum herausragt, muss es produktiv sein oder potentiell produktiv sein können. […]
4. Das Nachweis-Kriterium: Durch einen oder mehrere valide Tests muss das Individuum eine Ausnahme-Stellung in dem betreffenden Bereich nachgewiesen haben.
5. Das Wert-Kriterium: Das Individuum muss in einem Bereich besondere Leistungen zeigen bzw. erwarten lassen, der von seiner Gesellschaft, in der es lebt, als wertvoll angesehen wird“ (vgl. Stermberg 1993, S. 185ff; zit. n. Bardy 2007, S. 10f).

Eine besonders ausführliche Definition bietet Lucito. Er hat sechs Definitionsklassen von Begabung herausgearbeitet.

1. Ex-posto-facto-Definition: eine Person wird als hochbegabt bezeichnet, nachdem sie eine herausragende Leistung vollbracht hat
2. IQ-Definition: eine Person, deren IQ höher als 130 ist, gilt als hochbegabt
3. Talentdefinition: eine Person, die in einem spezifischen akademischen oder künstlerischen Bereich besondere Leistungen erbringt, ist hochbegabt
4. Prozentsatzdefinition: ein bestimmter Prozentsatz der Bevölkerung wird als hochbegabt definiert; Kriterien können Noten, Intelligenztests oder Schulleistungstests sein
5. Kreativitätsdefinition: eine Person muss originelle und produktive Leistungen erbringen, um als hochbegabt zu gelten (vgl. Holling/Kanning, S. 5f).
6. Lucitos eigene, mehrfaktorielle Definition:

„Hochbegabt sind jene Schüler, deren potentielle intellektuelle Fähigkeiten sowohl im produktiven als auch im kritisch bewertenden Denken ein derartig hohes Niveau haben, dass begründet zu vermuten ist, dass sie diejenigen sind, die in der Zukunft Probleme lösen, Innovationen einführen und die Kultur kritisch bewerten, wenn sie adäquate Bedingungen der Erziehung erhalten“ (Lucito 1964, S. 182ff; zit. n. Bardy 2007, S. 12).

Um ein einheitliches Verständnis von Begabung zu erlangen, wird für diese Arbeit ab sofort die Definition von Kurt Heller herangezogen. Begabung kann man als „*individuelles, relativ stabiles und überdauerndes Fähigkeits- und Handlungspotenzial auffassen, bestehend aus kognitiven, emotionalen, kreativen und motivationalen Bestandteilen, die durch bestimmte Einflüsse weiter ausgeprägt werden können und so eine Person in die Lage versetzen, in einem mehr oder weniger eng umschriebenen Bereich besondere Leistungen zu erbringen*“ (vgl. Heller 1996, S. 12; zit. n. Bardy 2007, S. 15). Mit dieser Definition sagt Heller unter anderem aus, dass Begabung nicht nur durch kognitive Fähigkeiten bestimmt wird, sondern auch die Persönlichkeit Einfluss darauf hat. Des Weiteren kann man daraus schließen, dass Begabung meist nicht als universelle Hochbegabung auftritt, sondern sich üblicherweise auf gewisse Bereiche bezieht (vgl. Bardy 2007, S. 16). Diese Definition wird herangezogen, weil sie ein sehr breites Spektrum an Voraussetzungen für Hochbegabung abdeckt; sie geht sowohl auf kognitive

Voraussetzungen als auch auf die Wichtigkeit von Persönlichkeit und Motivation für die Entwicklung von Begabung ein.

2.1.3. Der Unterschied zwischen Intelligenz und Begabung

Obwohl die Begriffe Intelligenz und Begabung im Alltagsgebrauch oft ineinander verschwimmen, gibt es in der Wissenschaft eine deutliche Unterscheidung. Diese kann zum Teil aus den genannten Definitionen abgeleitet werden. Neubauer und Stern haben diesen Unterschied wie folgt erklärt: „*Während sich der Begriff Intelligenz durchgesetzt hat, um kognitive Fähigkeiten […] darzustellen, wird das Wort Begabung nicht nur zur Beschreibung eines hohen Denkvermögens, sondern auch anderer überdurchschnittlicher oder gar herausragender Leistungen herangezogen*“ (Neubauer/Stern 2008, S. 13).

Wellek sieht Begabung als die „*gesamte leistungsstrebige Ausstattung*“ des Menschen (Wellek 1941, S. 49) und sieht die Intelligenz als das Denken oder die Fähigkeit zu denken und spricht von ihr als „Prototyp“ der Begabung (vgl. Wellek 1950, S. 134). Intelligenz alleine macht also noch keine Begabung aus, muss aber zumindest zu einem gewissen Grad vorhanden sein, damit sich daraus Begabung entwickeln kann.

2.2. Begabungsmodelle

Zusätzlich zu den Definitionen für Begabung bzw. Hochbegabung haben viele AutorInnen versucht, Modelle dazu zu entwickeln. Diese Modelle sollen dazu dienen, die Grundlagen von Begabung graphisch darzustellen und können auch die Basis für Programme zur Begabtenförderung bilden. Im Folgenden werden drei Begabungsmodelle kurz vorgestellt.

2.2.1. Das „Drei-Ringe-Modell“ von Renzulli

1978 entwickelte Joseph S. Renzulli das sogenannte „Drei-Ringe-Modell“, weil er davon überzeugt war, dass es für Hochbegabung mehr als nur hohe intellektuelle Fähigkeiten bedarf. Seiner Meinung nach müssen die drei Persönlichkeitsmerkmale Motivation, Kreativität und hohe intellektuelle Fähigkeiten zusammenspielen, damit eine Hochbegabung vorliegen kann. Dabei sind die drei Merkmale gleichberechtigt und müssen zumindest in überdurchschnittlicher, nicht zwingend aber in herausragender Ausprägung vorhanden sein. Hochbegabung ist laut Renzulli dann der Schnitt dieser drei Persönlichkeitsmerkmale (vgl. Bardy 2007, S. 17)

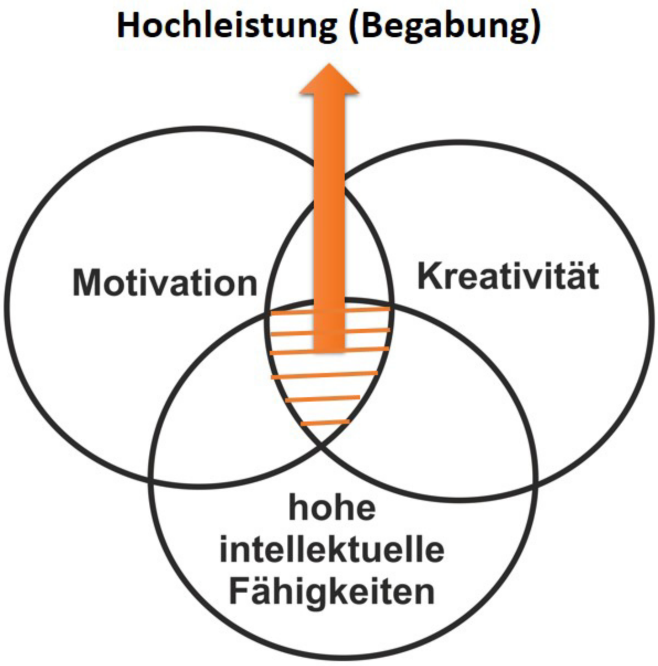


Abb. 2.2 Drei-Ringe-Modell von Renzulli (Hänsel, online)

Ist nur eines der genannten drei Persönlichkeitsmerkmale überdurchschnittlich stark ausgeprägt, so ist dies zwar eine notwendige, jedoch keine hinreichende Bedingung für die Entstehung von (Hoch-)Begabung (vgl. Bardy 2007, S. 18). Man kann laut Renzulli also beispielsweise fehlende Kreativität nicht mit einer exzellenten Ausprägung von Motivation und hohen intellektuellen Fähigkeiten ausgleichen.

2.2.2. Das „Mehr-Faktoren-Modell“ von Mönks

Das „Drei-Ringe-Modell“ von Renzulli wurde 1992 von Franz Mönks aufgegriffen und weiterentwickelt. Diese Weiterentwicklung bezeichnet man als das „Triadische Interdependenzmodell der Hochbegabung“ oder auch als „Mehr-Faktoren-Modell“. Auch Mönks‘ Modell basiert auf den drei Persönlichkeitsmerkmalen Motivation, Kreativität und hohen intellektuellen Fähigkeiten und sieht Hochbegabung als den Schnitt dieser drei Merkmale (vgl. Bardy 2007, S. 19).

Bei Mönks kommt jedoch die Einbeziehung der äußeren Einflüsse in Form von Familie, Schule und Freunden (Peers) hinzu. Diese drei sozialen Aspekte sind für Mönks wichtige Faktoren, die bei der Entwicklung von Hochbegabung mitspielen. Er ist der Meinung, dass sich Hochbegabung nur dann entwickeln könne, wenn die drei inneren Persönlichkeitsmerkmale und die äußeren Einflüsse erfolgreich zusammenspielen. Aus dem Modell ist jedoch nicht ersichtlich, wie die drei äußeren sowie die drei inneren Faktoren zusammenspielen beziehungsweise wie die innere und die äußere Triade aufeinander einwirken (vgl. Bardy 2007, S. 20).

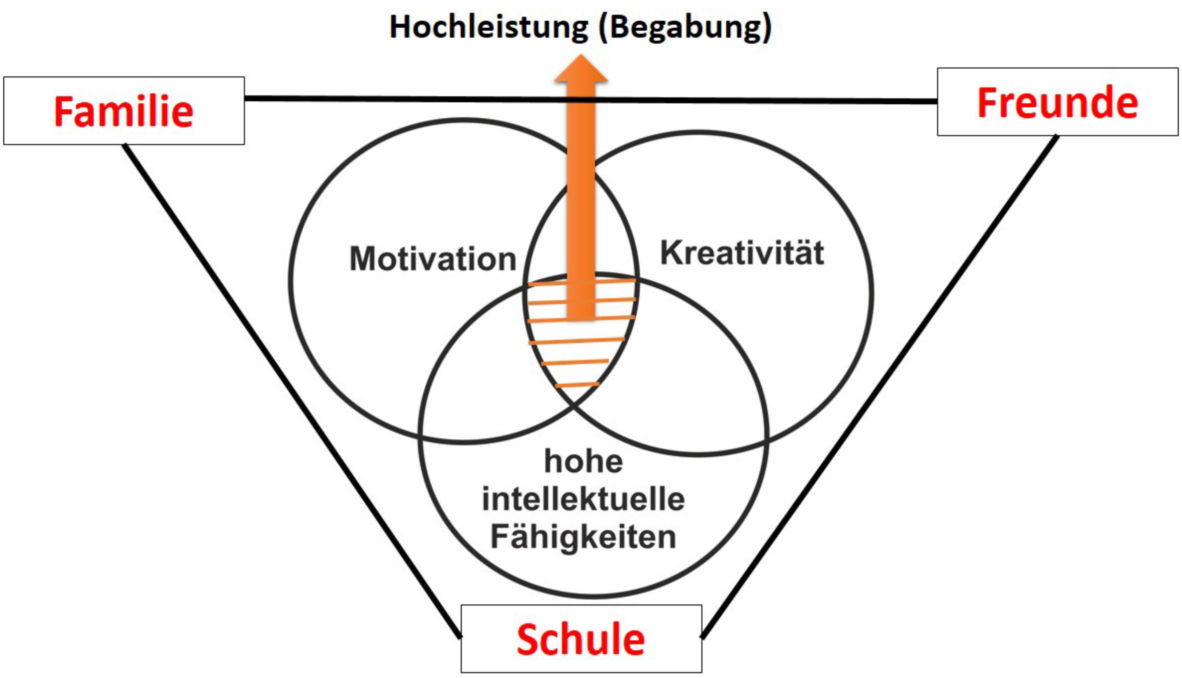


Abb. 2.3 Mehr-Faktoren-Modell nach Mönks (Hänsel, online)

2.2.3. Das Münchener Hochbegabungsmodell

Das Münchener Hochbegabungsmodell fasst Hochbegabung als „*individuelle kognitive, motivationale und soziale Möglichkeit*“ auf, um „*Höchstleistungen in einem oder mehreren Bereich/Bereichen zu erbringen, z.B. auf sprachlichem, mathematischem, naturwissenschaftlichem vs. technischem oder künstlerischem Gebiet und zwar bezüglich theoretischer und/oder praktischer Aufgabenstellung*“ (Heller 1990, S. 87; zit. n. Bardy 2007, S. 22f).

In diesem Begabungsmodell wird zwischen Begabungsfaktoren und Leistungsbereichen differenziert. Dazwischen schalten sich im Münchner Hochbegabungsmodell Umweltmerkmale und nicht kognitive Persönlichkeitsmerkmale, die als Moderatorfaktoren fungieren. Die Leistungsbereiche sind abhängig von den Begabungsfaktoren und den Moderatorfaktoren. Darüber hinaus stehen beide Faktoren in wechselseitiger Beziehung zueinander (vgl. Bardy 2007, S. 22f).

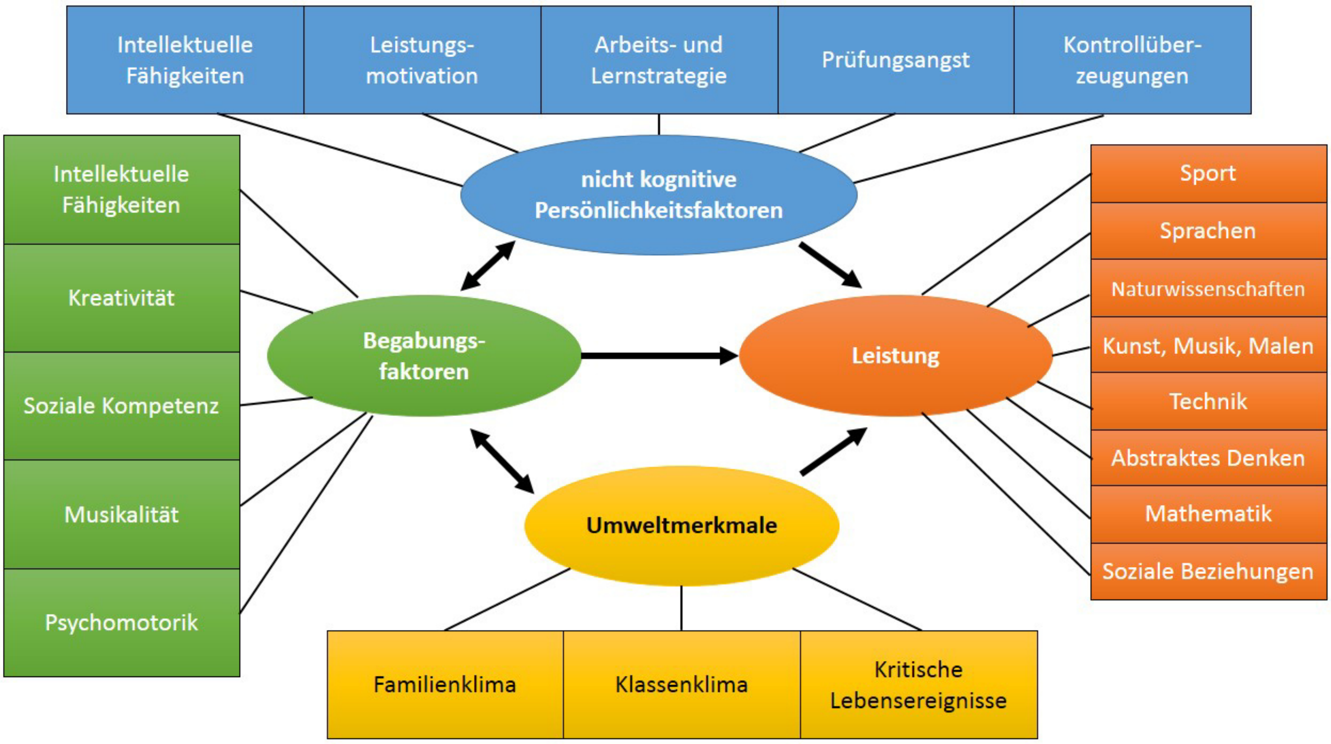


Abb. 2.4 Das Münchener Hochbegabungsmodell nach Heller (Hänsel, online)

2.3. Theorien zum Ursprung von Begabung

„*Sind wir oder werden wir begabt*?“ (Frey 1973, S. 10) Also ist Begabung etwas, das von Geburt an in uns steckt, oder ist sie etwas, das sich erst im Laufe eines Lebens entwickelt? Zur Beantwortung dieser Frage gibt es drei große Strömungen: die biologistischen Ansätze, die environistischen Ansätze und die Zweifaktorenmodelle (vgl. Käpnick 1998, S. 47).

Biologistische Theorien sind grundsätzlich übereinstimmend in der Meinung, dass die intellektuelle Leistungsfähigkeit der Menschen erblich sei und dass Gene etwa 80% der kognitiven Dispositionen ausmachen. Dem Einfluss durch Umweltfaktoren werden bei diesen Theorien nur 20% zugeschrieben. Die biologistischen Theorien stehen jedoch unter scharfer Kritik, da sie historische Veränderungen im Durchschnitts-IQ und die fehlende Konstanz des IQ-Wertes in den ersten zehn Lebensjahren nicht ausreichend erklären können (vgl. Käpnick 1998, S. 47f).

Im Gegensatz dazu gehen Environisten davon aus, dass individuelle Unterschiede bei intellektuellen Fähigkeiten und Begabungen rein auf Milieueinflüsse zurückzuführen seien. Sie nehmen an, dass *„die geistigen Fähigkeiten eines Menschen nicht aus biologischen Anlagen, sondern aus seiner Sozialisation im Kontext der herrschenden gesellschaftlichen Verhältnisse resultieren*“ (Käpnick 1998, S. 48). Auch an der environistischen Theorie gibt es Zweifel, da sie die Bedeutung von Erbanlagen für die Entwicklung von Begabungen völlig außer Acht lässt und zusätzlich nicht auf Empirie basiert. (vgl. Käpnick 1998, S.48f).

Das Zweifaktorenmodell bildet die goldene Mitte zwischen Biologisten und Environisten. Diese Theorie der Begabungsentwicklung geht davon aus, dass *„Begabung auf einen komplexen Prozeß von Wechselwirkungen zwischen genetischen Anlagen und Einflüssen aus der gesellschaftlichen Umwelt zurückzuführen“* sei (Käpnick 1998, S. 49). Meist werden hierbei keine genauen quantitativen Angaben angeführt, doch werden in der Literatur meist Schätzungen abgegeben, die besagen, dass 30 bis 50% der Begabungen eines Menschen erblich bedingt seien (vgl. Käpnick 1998, S. 49).

Auch Neubauer und Stern schreiben, dass Erbanlagen 50% der Unterschiede im IQ erklären (vgl. 2008, S. 106). Sie führen an, dass Gene eine nicht unwesentliche Rolle bei Intelligenz und Begabung spielen. Genetische Voraussetzungen können Grenzen für die mögliche Entwicklung eines Menschen setzen. Diese Grenzen sind jedoch relativ flexibel; eine etwas zu geringe Intelligenz bzw. Begabung kann durch viel Motivation, Einsatz und Hingabe kompensiert werden. Außerdem ist laut ihnen die allgemeine Intelligenz sehr viel stärker genetisch bedingt als spezielle Teilfähigkeiten. Mathematische Begabung wäre somit im Vergleich zu allgemeiner Intelligenz weniger stark von Genen bestimmt als von Interesse, Motivation sowie Förderung von außen.

2.4. Mathematische Begabung

Kießwetter (1988, S. 28f) beschreibt mathematische (Hoch-)Begabung als *„ein Konglomerat von abprüfbaren Eigenschaften oder Fähigkeiten eines Individuums, aufgrund dessen die Voraussage gemacht werden kann, dass dieses Individuum später mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit ganz besondere, innerhalb der Mathematik wertvolle Leistungen erbringen wird, wenn es im mathematischen Bereich tätig wird*." Diese Definition ist freilich sehr leistungs- und testorientiert, erschien sie auch im Rahmen des „Hamburger Modells zur Identifizierung und Förderung von mathematisch besonders befähigten Schülern". Leistung muss aber immer ein entscheidender Faktor bei der Feststellung mathematischer Begabung sein, weil sie ohne diese niemals erkannt werden würde.

Devlin beschreibt mathematische Begabung als eine angeborene Fähigkeit, die zwar bei jedem vorhanden sei, jedoch in unterschiedlichem Ausmaß. Im Prolog zu seinem Buch „Das Mathe-Gen" (2001, S. 13) schreibt Keith Devlin: *„Gleich zu Beginn möchte ich eines klarstellen: Es gibt kein ‚Mathematik-Gen' in dem Sinn, daß eine bestimmte DNA-Sequenz dem Menschen die Fähigkeit verleiht, Mathematik zu betreiben. Natürlich gibt es Gene, die diese Fähigkeit beeinflussen […]. Grob gesagt meine ich mit ‚dem Mathe-Gen' nichts weiter als ‚eine angeborene Fähigkeit zum mathematischen Denken'".*

Auf die Frage, welche Fähigkeiten uns nun in die Lage versetzen, Mathematik betreiben zu können, führt Devlin neun einzelne Fähigkeiten an, die freilich nicht völlig unabhängig voneinander sind:

1. Zahlensinn: wir können zwischen einem und mehreren Objekten unterscheiden; diese Fähigkeit ist angeboren
2. Numerische Kompetenz: die Fähigkeit, zu zählen und mit Zahlen umzugehen; sie ist erlernt
3. Algorithmische Fähigkeiten: die Fähigkeit, eine Reihe unterschiedlicher Operationen mit Zahlen durchzuführen
4. Die Fähigkeit, zu abstrahieren
5. Der Sinn für Ursache und Wirkung
6. Die Fähigkeit, eine längere Kausalkette von Tatsachen oder Ereignissen zu konstruieren und zu verfolgen: eine besonders abstrakte Form dieser Kette ist der mathematische Beweis
7. Die Fähigkeit zum logischen Denken: die Fähigkeit, eine Kette an Argumentationen schrittweise zu konstruieren und zu verfolgen
8. Die Fähigkeit, Bezüge herzustellen
9. Räumliches Vorstellungsvermögen: bildet die Grundlage für Geometrie (vgl. Devlin 2001, S. 26ff).

Wer diese neun Fähigkeiten in einer entsprechenden Ausprägung besitzt, kann also Mathematik betreiben. Somit kann man schließen, dass jemand, der diese Fähigkeiten in sehr hohem Maße in sich vereint, mathematisch (hoch-)begabt ist.
Es bleibt nun noch die Frage, ob mathematische Begabung und allgemeine Hochbegabung bzw. hohe Intelligenz parallel zueinander verlaufen, oder ob für eine besondere Begabung im mathematischen Bereich nicht zwingend auch eine hohe allgemeine Intelligenz gegeben sein muss. Zu beiden Varianten gibt es WissenschaftlerInnen, die diese Meinungen vertreten.

2.4.1. Mathematische Begabung als Teil einer hohen allgemeinen Intelligenz

Detlef Rost, ein Marburger Psychologe, ist der Auffassung, dass eine besondere mathematische Begabung immer mit einer hohen allgemeinen Intelligenz einhergeht. „*Die vielfältigen Befunde der einschlägigen Literatur lassen keinen Zweifel daran zu, dass mathematische Befähigungen und mathematische Leistungen eng mit der Intelligenz und anderen schulischen – auch sprachlichen – Schulleistungen verknüpft* *sind*“ (Rost 2000, S. 23). Seine These würde also bedeuten, dass ein mathematisch begabter Mensch auch auf anderen Gebieten ähnlich gute Voraussetzungen hat, um hohe Leistungen zu erbringen.

Diese Ansicht entspricht völlig den Faktorentheorien der Intelligenz. Diese Theorien gehen von einem allgemeinen Intelligenz-Faktor, dem g-Faktor (für general intelligence), aus, der einer nicht genau bestimmten Anzahl spezifischer Faktoren übergeordnet ist. Diese bilden die „major goup factors“, denen sich wiederum die „minor group factors“ unterordnen. In der untersten Ebene finden sich dann die „specific factors“ (vgl. Bardy 2007, S. 40f).

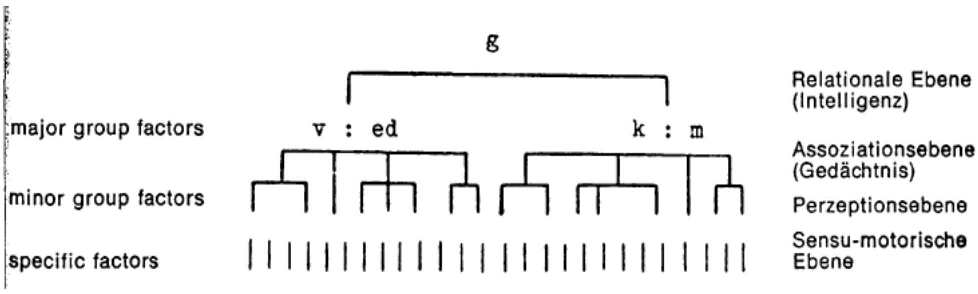


Abb. 2.5. Faktorenmodell der „Englischen Schule“ (Heller 1976, S. 13)

Legende:
g = general intelligence
v:ed = verbal-numerical-educational
k:m = practical-mechanical-spatial-physical

Numerische Intelligenz ist in diesem Faktorenmodell also nur ein dem g-Faktor untergeordneter spezieller Faktor der Intelligenz. Diesem „major group factor“ sind dann noch „minor group factors“ und „specific factors“ unterstellt, was bedeutet, dass sich der verbal-numerisch-schulische Faktor wiederum aus mehreren Komponenten zusammensetzt.

Begabung ist laut dieser Faktorentheorie eine bereichsunspezifische Intelligenz und mathematische Begabung ist lediglich ein Teil einer hohen allgemeinen Intelligenz. Faktorentheoretische Ansätze erklären allerdings nicht, worin die Spezifik mathematischer Begabung im Unterschied zu Begabung für andere Bereiche liegt. Dies ist ein zentrales Problem dieser Theorien (vgl. Käpnick 1998, S. 70).

2.4.2. Mathematische Begabung als bereichsspezifische Intelligenz

Die gegenteilige Behauptung, nämlich dass mathematische Begabung nicht zwingend mit hoher allgemeiner Intelligenz einher gehe, führt House an: *„[…] certain generalizations can be drawn from the literature. One is that the mathematically gifted are not necessarily generally gifted, although frequently the two are positively correlated*" (House 1999, S. 4). Sie meint, dass mathematische Begabung in der Tat des Öfteren mit hoher allgemeiner Intelligenz korreliert, eine hohe Intelligenz aber keineswegs Voraussetzung für mathematische Begabung sei. Jemand mit durchschnittlicher Intelligenz kann demnach ebenfalls mathematisch hochbegabt sein.

Ein Beispiel zu einer Theorie, die von bereichsspezifischen Intelligenzen ausgeht, ist Gardners Theorie der multiplen Intelligenzen, die in 2.1.1. bereits vorgestellt wurde. In seinem Modell hebt er die logisch-mathematische Intelligenz im Unterschied zu Intelligenz in anderen Bereichen hervor (vgl. Bardy 2007, S. 45). Er nennt folgende Fähigkeiten als essentiell für das Vorliegen einer mathematischen Begabung:

- *„Fähigkeiten im flexiblen Umgang mit Regeln der Logik,*
- *Fähigkeiten im Erfassen und Speichern mathematischer Sachverhalte,*
- *Fähigkeiten im Erkennen von Mustern,*
- *Fähigkeiten im Finden und Lösen von Problemen*" (Bardy 2007, S. 45).

Obwohl Gardner die räumliche Intelligenz von der logisch-mathematischen trennt, erwähnt er doch *„produktive Interaktionen zwischen logisch-mathematischen und räumlichen Intelligenzen*" (Gardner 1991, S. 158; zit. n. Bardy 2007, S. 46). Er erkennt also an, dass räumliche Intelligenz hilfreich, und in manchen Bereichen wohl auch essentiell, für mathematische Tätigkeiten ist.

Es gibt Berichte aus der Praxis, die bestätigen, dass mathematische Begabung und ein hoher IQ nicht zwingend miteinander korrelieren müssen. So schreibt Marianne Nolte, die an einem Projekt zur Förderung mathematisch begabter Kinder beteiligt ist: *„Wir beobachteten im Laufe der Jahre, dass unter den Kinder, die im PriMa MT gut oder sehr gut abschnitten, immer wieder Kinder waren, deren Intelligenzquotient nicht einer Hochbegabung entsprach. Umgekehrt waren unter den Kindern, deren Ergebnisse im PriMa MT keine besondere mathematische Begabung erwarten ließ, Kinder, deren IQ sehr hoch war*" (Nolte 2011, o.S.). Hierbei ist der PriMa MT ein für dieses Projekt entwickelter Test, der mathematische Begabung bei Kindern erkennen soll. Sie schließt daraus: „*Ein Intelligenztest allein stellt nicht differenziert genug fest, ob bei diesen Kindern eine sehr hohe Leistung in anspruchsvollen mathematischen Problemlöseprozessen zu erwarten ist*“ (Nolte 2011, o.S.).

3. Erkennen von (mathematischer) Begabung

Ist es wichtig, (hoch-)begabte Kinder aufzuspüren und ist es den Aufwand wert, Einzelne oder Gruppen auf Begabung zu untersuchen? Peter Bardy antwortet darauf: Ja. „*Einerseits ist der gesellschaftliche Wert der Identifikation (und der anschließenden Förderung) begabter Kinder […] hervorzuheben; gesellschaftlich nützliche Fähigkeiten und Fertigkeiten werden ausgebildet. Andererseits – was mindestens genauso wichtig ist – geht es um den individuellen Wert für das Kind […] selbst; jedes Kind, auch das begabte, hat das Recht auf passende Förderung, u.a. um durch diese Förderung sich persönlich selbst verwirklichen zu können*“ (Bardy 2007, S. 94).

Um mathematisch begabte Kinder also angemessen fördern zu können, muss man sie zunächst erkennen können. Dabei stellt sich die Frage, wodurch sich Kinder mit einer Hochbegabung im Bereich Mathematik überhaupt auszeichnen. Des Weiteren muss überlegt werden, wer denn nun Hochbegabung am besten erkennen kann. Im Folgenden werden Merkmale mathematisch begabter Kinder besprochen. Außerdem wird darauf eingegangen, ob es die LehrerInnen, die Eltern, die MitschülerInnen oder doch die Betroffenen selbst sind, die Begabung am besten einschätzen können. Auch auf die Frage, ob Tests notwendig bzw. aussagekräftig bei der Identifizierung von Hochbegabung sind, soll eine Antwort zu geben versucht werden.

3.1. Merkmale mathematisch begabter Kinder

Im seinem Buch *Wunderkinder* beschäftigt sich Toni Meissner mit den Lebensläufen einiger hochbegabter Kinder, darunter auch mathematische Wunderkinder wie Carl Friedrich Gaus oder Isaac Newton. Seine Studien zu den Karrieren sogenannter Wunderkinder zeigten, dass sich mathematische Begabung oft schon sehr früh zeigt, da sie weitgehend unabhängig von Erfahrung und Wissen ist. Bei vielen Kindern kann man bereits in der Vor- oder Grundschule eine mathematische Begabung feststellen (vgl. Meissner 1993, S. 126-147).

Bei Kindern, bei denen die mathematische Begabung nicht so offensichtlich gezeigt wird und bei denen keine offensichtlich außerordentlichen mathematischen

Leistungen beobachtbar sind, ist eine Diagnose hingegen sehr viel schwieriger. Man muss sich also fragen, was ein mathematisch begabtes Kind überhaupt ausmacht. Viele WissenschaftlerInnen haben sich Gedanken dazu gemacht und versucht, Listen mit Merkmalen mathematischer Begabung aufzustellen.

Krutetskii stellte nach über zehnjähriger Forschung fest, dass mathematisch begabte Kinder sich durch eine hohe Ausprägung der folgenden Merkmale auszeichnen:
„*1. formalisierte Wahrnehmung mathematischer Strukturen, d.h. die Fähigkeit, von Inhalten zu abstrahieren und nur die formale Struktur eines gegebenen mathematischen Problems zu erfassen;*
2. Verallgemeinerung mathematischer Problemstellungen, d.h. ein konkretes Problem wird als Spezialfall eines allgemeinen Problems erkannt;
3. Verkürzung eines Gedankenganges und das Denken in übergeordneten Strukturen;
4. Flexibilität bei geistigen Prozessen, die ein leichtes und schnelles Umschalten von einer Denkoperation zu einer anderen gestattet;
5. Reversibilität (Umkehrbarkeit) geistiger Prozesse (insbesondere beim mathematischen Beweisen);
6. Streben nach Klarheit, Einfachheit und auch Eleganz einer Lösung;
7. schnelles und dauerhaftes Erinnern mathematischen Wissens;
8. kaum auftretende Ermüdungserscheinungen bei der Beschäftigung mit mathematischen Fragestellungen“ (Bardy 2007, S. 49)

Auch Friedhelm Käpnick hat den Versuch unternommen, einen Katalog der Eigenschaften anzulegen, die mathematisch begabte Kinder auszeichnen:
„***I. Mathematikspezifische Begabungsmerkmale***

- *Mathematische Sensibilität (Gefühl für Zahlen und geometrische Figuren, für mathematische Operationen und andere strukturelle Zusammenhänge sowie für ästhetische Aspekte der Mathematik)*
- *Originalität und Phantasie bei mathematischen Aktivitäten*
- *Gedächtnisfähigkeit für mathematische Sachverhalte*
- *Fähigkeit zum Strukturieren (Erkennen und Bilden von Mustern bzw. Anordnungs- und Gliederungsprinzipien in vorgegebenen oder zu konstruierenden mathematischen Sachverhalten)*

- *Fähigkeit zum Wechseln der Repräsentationsebenen*
- *Fähigkeit zur Reversibilität und zum Transfer*
- *Räumliches Vorstellungsvermögen*

II. Begabungsstützende allgemeine Persönlichkeitseigenschaften

- *Hohe geistige Aktivität*
- *Intellektuelle Neugier*
- *Anstrengungsbereitschaft, Leistungsmotivation*
- *Freude am Problemlösen*
- *Konzentrationsfähigkeit*
- *Beharrlichkeit*
- *Selbstständigkeit*
- *Kooperationsfähigkeit*“ (Käpnick 1998, S. 119).

Eine Warnung, solchen Listen blind zu vertrauen, spricht Peter Bardy aus. Er meint, dass es nicht ausreichend wissenschaftlich erwiesen sei, dass die Merkmale, die in solchen Listen angeführt werden, auch wirklich typisch für begabte Kinder sind. Diese Ergebnisse seien zum Teil nur Verallgemeinerungen von Einzelfällen und wären nicht durch empirische Studien belegt. Außerdem seien die Merkmale zum Teil sehr allgemein formuliert, sodass manche auch auf Kinder zutreffen können, die keine Hochbegabung haben (vgl. Bardy 2007, S. 96). Diese Listen können also beim Erkennen von mathematisch begabten Kindern durchaus hilfreich sein, müssen aber mit Vorsicht genossen werden und sollten nicht das einzige Hilfsmittel bei der Diagnose sein.

3.2. Diagnostik von (mathematischer) Begabung

Die Diagnose von Hochbegabung, und hierbei ist die richtige Diagnose gemeint, ist außerordentlich wichtig. Kinder sollen nicht fälschlicherweise als hochbegabt bezeichnet werden, aber tatsächlich Begabte sollen auch nicht übersehen werden. Daher sollten zur Identifikation von hochbegabten Kindern diverse Instrumente herangezogen und möglichst viele Informationen eingeholt werden (vgl. Bardy 2007, S. 95), denn *„sowohl das Nichterkennen besonderer Begabung, als auch eine fälschlicherweise Zuschreibung besonderer Begabung können negative*

Auswirkungen auf die Entwicklung der Kinder im Sinne einer Unter- bzw. Überforderung durch die Umgebung haben“ (Nolte 2004, S. 43).

Bei der Diagnostik von hochbegabten Kindern sollten also alle Parteien an einem Strang ziehen. Im Idealfall arbeiten Eltern, Lehrpersonen, (Schul-)PsychologInnen und das betroffene Kind selbst zusammen, um festzustellen, ob eine Hochbegabung vorliegt. Inwiefern die einzelnen Institutionen wichtig bzw. kompetent bei der Erkennung von Begabung sind, soll nun kurz beschrieben werden.

3.2.1. Diagnose durch Tests

Seit Beginn der Intelligenzforschung wird Intelligenz mit Intelligenztests gemessen, wobei diese sich hoher Akzeptanz erfreuen. Darüber, ob sie auch in der Lage sind, Hochbegabung und im Speziellen mathematische Hochbegabung zu erkennen, scheiden sich jedoch die Geister. Alvarez meint: „*Der Intelligenztest ist anderen Methoden, Hochbegabte auszuwählen, deutlich überlegen. Er ist fairer, genauer und zuverlässiger*“ (Alvarez 2007, S. 49).

Andere AutorInnen kritisieren, dass bei gängigen Intelligenztests häufig ein sogenannter „Deckeneffekt“ auftritt, da die Tests ihre genauesten Messergebnisse im mittleren Bereich haben und im oberen und unteren Leistungsbereich zu wenig streuen (vgl. Bardy 2007, S. 101). Wenn eine Person also alle Aufgaben in einem Teil des Tests löst, so kann dieser keine ausreichend differenzierte Aussage über die tatsächliche Leistungsfähigkeit dieser Person machen; der Test kann nicht feststellen, wie viele Aufgaben die Person in der gegebenen Zeit hätte lösen können. Eine weitere Kritik äußert Friedhelm Käpnick, der meint: „*Die Beschränkung des Begabungsbegriffs auf kognitive Fähigkeiten entspricht nicht seiner Komplexität, wonach sich gemäß heutiger einschlägiger Auffassungen (Begabungs-)Potenziale eines Kindes stets in einem dynamischen Prozess wechselseitiger Beeinflussung von intra- und interpersonalen Katalysatoren entwickeln*“ (Käpnick 2013, S. 12).

Wenn es um die Diagnose von mathematischer Begabung im Speziellen geht, sind sich viele AutorInnen einig, dass Standard-Intelligenztests nur mäßig geeignet sind. Käpnick ist der Meinung, dass die Vielzahl der Fähigkeiten, die für mathematisches Tun notwendig sind, nicht mit den gängigen standardisierten Tests gemessen werden können (vgl. Käpnick 1998, S. 68). Marianne Nolte kritisiert auch, dass produktorientierte Tests nichts über die Argumentations- und Problemlösefähigkeit aussagen; sie ist der Meinung, dass kreative und möglicherweise unerwartete Lösungen mit einbezogen werden müssen. Hierzu führt sie auch ein Beispiel an, in dem drei Kinder auf drei verschiedene Arten eine Zahlenfolge fortsetzen. Auf den ersten Blick sehen die Lösungen der Kinder abstrus aus, liest man jedoch die Erklärungen, die die Kinder dazu abgeben, erkennt man durchaus eine sinnvolle mathematische Begründung für die gewählte Lösung (vgl. Nolte 2004, S. 33).

Zu ebendiesem Problem der fehlenden Kreativität und eindeutigen Antworten meint Hilton: „*Tests tyrannize us - […] they encourage the false view that mathematics can be separated out into tiny water-tight compartments; they teach the perverted doctrine that mathematical problems have a single right answer and that all other answers are equally wrong*“ (Zimmermann 1986, S. 101). Diese restriktive Eigenschaft der Standard-Tests ist auch der Grund, wieso viele ForscherInnen auf dem Gebiet der mathematischen Begabung eigene Methoden und Tests entwickelt haben, um begabte Kinder zu identifizieren (siehe z.B. PriMa MT). Mit diesen oft mehrstufigen Test- und Auswahlverfahren glauben sie, differenzierter erkennen zu können, wer mathematisch begabt ist und wer nicht.

3.2.2. Diagnose durch Beobachtungsverfahren

Neben der Diagnose durch Testverfahren ist das Beobachten von gewissen Verhaltensweisen eine gängige Methode zur Identifikation von Begabungen. Beobachtungsverfahren haben den entscheidenden Vorteil, dass sie Verhaltensweisen erkennen können, die durch standardisierte Tests kaum oder gar nicht zu messen sind. So können LehrerInnen, Eltern, MitschülerInnen und sogar die Betroffenen selbst durchaus hilfreich beim Erkennen von Begabung, speziell von Persönlichkeitsmerkmalen wie Motivation und Kreativität eines Kindes, sein. Beobachtungsverfahren sind jedoch auch durchaus problematisch, da sie nie völlig objektiv sein können. Wann immer sich Menschen Urteile über andere bilden, schwingt eine mehr oder weniger große Subjektivität mit. Eine weitere Quelle für

Fehleinschätzungen ist, dass sich nicht jeder dasselbe unter (Hoch-)Begabung vorstellt (vgl. Holling/Kanning 1999, S. 43f).

Trotz ihrer Nachteile ist die Methode der Beobachtung ein gutes Instrument zur Identifikation von Begabungen. Sie ist einerseits ökonomisch, denn es können flächendeckend viele Kinder auf einmal beobachtet werden, ohne dass man zusätzliche Fachkräfte für die Diagnose braucht. Andererseits können mit Hilfe von Beobachtung Verhaltensweisen erkannt werden, die zwar für Begabung entscheidend sind, jedoch mit Tests nicht messbar sind (vgl. Holling/Kanning 1999, S. 45).

3.2.2.1. Diagnose durch die Lehrperson

Um hochbegabte, aber auch lernschwache Kinder zu erkennen, müssen Lehrpersonen über bestimmte Fähigkeiten verfügen, die ihnen dies ermöglichen. Hierbei spricht man von der diagnostischen Kompetenz der Lehrperson. *„Diagnosekompetenz bezeichnet die Fähigkeit der Lehrenden, nach festgelegten Kriterien angemessene Urteile über das Lern- und Leistungsverhalten ihrer Schüler abzugeben“* (Meyer 2004, S. 100; zit. n. Paradies/Linser/Greving 2007, S. 56).

Ziel einer solchen Diagnose ist, für jedes Kind die optimalen Lernvoraussetzungen zu schafften, denn *„diagnostisches Handeln […] bezieht sich nicht nur auf die Abgabe eines Urteiles, ob ein Kind bzw. Schüler hochbegabt ist oder nicht, sondern ist eng mit der Auswahl, Umsetzung und Bewertung von Fördermaßnahmen verbunden*“ (Buch 2008, S. 2).

Lehrpersonen haben entscheidende Vorteile bei der Beobachtung von möglichen Begabungen bei SchülerInnen. Zum einen sind sie die einzigen, die eine Vielzahl an Vergleichsmöglichkeiten mit anderen Gleichaltrigen haben; auch innerhalb einer Klasse können sie die Fähigkeiten der Kinder sehr gut vergleichen. Außerdem haben Lehrpersonen die Möglichkeit, Kinder über einen langen Zeitraum von mindestens einem Schuljahr zu beobachten, wodurch kurze Schwankungen in der Leistungsfähigkeit nicht so sehr ins Gewicht fallen (vgl. Holling/Kanning 1999, S. 47).

Die Urteile von Lehrpersonen über die Begabung ihrer SchülerInnen sind jedoch sehr fehleranfällig. In einer Studie zur Einschätzung der Begabung von Grundschulkindern fand Heller heraus, dass *„die Hochbegabtenidentifikation durch Lehrkräfte im Vergleich zur Identifikation mit psychometrischen Tests im allgemeinen eine akzeptable Effektivität, jedoch eine weniger zufriedenstellende Effizienz aufweist“* (Heller 2006, S. 19; zit. n. Grasl 2011, S. 27). Dies bedeutet, dass die Anzahl der durch die Lehrperson korrekt als begabt identifizierten SchülerInnen zwar akzeptabel war, dass im Gegensatz dazu aber auch viele Kinder fälschlicherweise als hochbegabt eingestuft wurden. Eine Studie des Marburger Hochbegabtenprojektes kam ebenfalls zu dem Ergebnis, dass bei Lehrerurteilen Unterschätzungen zwar des Öfteren auftreten, deutliche Überschätzungen jedoch viel häufiger vorkommen (vgl. Buch 2008, S. 3-4).

Eine der Fehlerquellen im Urteil der Lehrpersonen liegt darin, dass sich *„Lehrer bei der Beurteilung insbesondere an den […] Schulleistungen der Schüler“* orientieren (Buch 2008, S. 5). LehrerInnen erkennen also eher „sehr gut leistende Gutbegabte“ als „hochbegabte Minderleister“ (vgl. Alvarez 2007, S. 46). Underachiever, also Hochbegabte, die in der Schule schwache Leistungen erbringen, werden demnach von ihren Lehrpersonen kaum als begabt erkannt (vgl. Buch 2008, S. 5).

Nichtsdestotrotz ist die Lehrperson eine wichtige Instanz, wenn es um die Erkennung und Förderung von begabten Kindern geht. Daher sollten LehrerInnen die Augen offen halten nach Hinweisen auf hohe Begabungen bei ihren SchülerInnen. Peter Bardy bietet hierzu einen Merkmalskatalog für LehrerInnen an; da dieser auf allgemeine Hochbegabung ausgelegt ist, werden hier Kriterien, die für mathematische Begabung nicht relevant sind, weggelassen. Eine besondere Begabung kann aus diesem Katalog dann geschlossen werden, wenn sehr viele der Merkmale bei einem Kind anzutreffen sind.

„Das Kind

- *ist an der Schule interessiert und hat ein breites Allgemeinwissen;*
- *nimmt Informationen schnell auf und kann sie leicht rekapitulieren;*
- *hat ein hohes Lern- und Arbeitstempo und freut sich über intellektuelle Aktivitäten;*

- *ist in seinem Arbeiten unabhängig, bevorzugt individuelles Arbeiten und hat Selbstvertrauen;*
- *ist in seiner allgemeinen Entwicklung fast allen gleichaltrigen Kindern in der Klasse weit voraus*
- *hat viele Hobbies und eine Vielfalt von Interessen;*
- *kann abstrakt denken;*
- *kann Probleme erkennen, analysierend beschreiben und Lösungswege aufzeigen;*
- *denkt schöpferisch und liebt es, ungewöhnliche Wege einzuschlagen und neue Ideen vorzulegen; […]*
- *kann sich auf interessante Aufgaben in ungewöhnlicher Weise konzentrieren, die alles andere in der Umgebung vergessen lässt;*
- *brilliert bei mathematischen Aufgaben;*
- *erfasst zugrunde liegende Prinzipien eines Problems schnell und kommt bald zu gültigen Verallgemeinerungen;*
- *denkt und arbeitet systematisch;*
- *findet Gefallen an Strukturen, Ordnungen und Konsistenzen;*
- *geht auf Fragen wertend ein;*
- *ist in seinem Denken flexibel;*
- *ist kritisch und perfektionistisch […]"* (Bardy 2007, S. 98f).

3.2.2. Diagnose durch die Eltern

Für Eltern, die ein Kind mit außergewöhnlichen Interessen, Fähigkeiten und Verhaltensmustern haben, stellt sich die Frage, wie man denn ein hochbegabtes Kind erkennen kann. Aus dieser Frage haben sich Checklisten entwickelt, die Eltern dabei helfen sollen, zu erkennen, ob ihr Kind eine Hochbegabung hat oder nicht. Hier ist allerdings Vorsicht geboten, denn solche Listen sind nicht vollständig aussagekräftig. Folgende Kriterien treffen auf hochbegabte Kinder ab einem Alter von etwa zwei Jahren zu:

- *„haben schon früh intellektuelle Interessen […]*
- *sind sehr wissbegierig […]*

- *lernen leicht und schnell*
- *haben viel Energie und werden kaum müde*
- *sind konzentriert und aufgabenbewusst*
- *können sich gleichzeitig mit mehreren Sachen beschäftigen*
- *haben ein ausgezeichnetes Gedächtnis […]*
- *neigen zum Perfektionismus […]*
- *bestehen schon früh darauf, vieles selbst und auf eigene Art zu tun […]*
- *entwickeln früh den Zahlbegriff und eigene Rechenmethoden*“ (vgl. Mönks/Ypenburg 2005, S. 41ff; zit. n. Bardy 2007, S. 97).

Eltern haben die beste Möglichkeit, die individuelle Geschwindigkeit der Entwicklung und die Fähigkeiten ihres Kindes zu beobachten und zu bewerten. „*Elternurteile ergänzen Lehrerurteile in positiver Weise, da diese auf unterschiedliche Erfahrungsbereiche zurückgreifen*“ (Heller 2000, S. 247; zit. n. Staubmann 2008, S. 30). Nachteile bei der Beobachtung durch Eltern sind jedoch, dass diese meist nur wenige bis gar keine Vergleichsmöglichkeiten zu Gleichaltrigen haben und dem eigenen Kind gegenüber grundsätzlich positiv voreingenommen sind (vgl. Busch/Reinhart 2006, S. 132).

3.2.2.3. Diagnose durch die MitschülerInnen

Unter Peernomination versteht man die Nomination von hochbegabten Kindern durch Gleichaltrige und Klassenkameraden. Der Vorteil hierbei ist, dass die MitschülerInnen möglicherweise einen anderen Einblick in die Leistungsfähigkeit und Interessen eines Kindes haben, als er Erwachsenen möglich ist (vgl. Holling/Kanning 1999, S. 48). Daher unterscheiden sich die Ergebnisse der Nennungen teilweise stark von der Wahrnehmung der Erwachsenen (vgl. Krohn 2006, S.142).

Die Methode der Peernomination ist darüber hinaus sehr ökonomisch und hat den entscheidenden Vorteil, dass viele BeobachterInnen zur selben Zeit ihre Meinungen abgeben, wodurch stabilere Ergebnisse entstehen, als bei nur einer beobachtenden Person, wie beispielsweise der Lehrperson. Es gibt sogar wissenschaftliche Ergebnisse, die einen Zusammenhang zwischen Peernomination und Testergebnissen fanden, diese sind jedoch noch nicht ausreichend abgesichert.

Sicher ist in jedem Fall, dass diese Methode der Begabungserkennung nur für SchülerInnen ab 10 Jahren geeignet ist, da jüngere Kinder sich häufig von Faktoren wie Aussehen oder Ausdrucksvermögen beeinflussen lassen (vgl. Holling/Kanning 1999, S. 49).

3.2.2.4. Selbstdiagnose

Eine sehr interessante Frage ist, ob hochbegabte Kinder von sich selbst wissen, dass sie eine Begabung haben. Menschen bewerten in Situationen des täglichen Lebens ständig ihre eigenen Fähigkeiten, auch wenn sie sich dessen möglicherweise nicht bewusst sind. Wenn es um kognitive Fähigkeiten geht, vergleichen wir immerzu unsere Intelligenz mit der unserer Freunde. Andere Quellen, aus denen Menschen Schlüsse über ihre geistigen Fähigkeiten ziehen, sind frühere Erfahrungen bei ähnlichen Aufgaben, der Glaube an die Selbstwirksamkeit, Erwartungslevel und sogar Feedback aus verschiedenen standardisierten, objektiven und oft psychometrischen Tests (vgl. Freund/Kasten 2011, S. 1).

In Studien konnte jedoch herausgefunden werden, dass diese Selbsteinschätzungen häufig nicht stimmen. Sie sind voreingenommen, oft in die Richtung einer Überschätzung der eigenen Fähigkeiten. Eine gut dokumentierte Abweichung ist der *better-than-average*-Effekt, welcher sich definiert als die Tendenz von Menschen, ihre eigenen Fähigkeiten als überdurchschnittlich einzuschätzen. Diese Tendenz hilft uns, ein positives Selbstbild zu erlangen; weniger positiv verzerrte Einschätzungen der eigenen Leistungsfähigkeit werden sogar mit Depressionen in Verbindung gebracht (vgl. Freund/Kasten 2011, S. 1).

Wenn es um die Selbsteinschätzung von kognitiven Fähigkeiten geht, zeigten viele Studien, dass die Korrelation zwischen der Selbsteinschätzung und den Ergebnissen von psychometrischen Fähigkeitstests nur schwach bis moderat sind. Dies lässt darauf schließen, dass Menschen nicht sehr erfolgreich beim Einschätzen ihrer eigenen Fähigkeiten sind. Kruger und Dunning haben in einer Studie von 1999 bewiesen, dass Menschen mit niedrigen Fähigkeiten eher zu einer Selbstüberschätzung tendieren. Sie fanden heraus, dass das leistungsmäßig unterste Viertel der Testteilnehmer am ehesten dazu neigte, sich selbst zu überschätzen. Im Gegensatz dazu haben sich die Besten im Test sogar leicht unterschätzt (vgl. Freund/Kasten 2011, S. 4).

Freund und Kasten fanden heraus, dass numerische Fähigkeiten im Gegensatz zu allgemeinen kognitiven Fähigkeiten leichter selbst einzuschätzen sind. Bei der Spezialisierung auf diese Fähigkeiten fanden sie höhere Korrelationen zwischen Selbsteinschätzung und Testergebnissen. Als Grund dafür nennen sie, dass die meisten Menschen sehr schnell herausfinden, ob sie gut mit Zahlen und Mathematik umgehen können, weil richtige Ergebnisse und Rechenwege üblicherweise eindeutig sind, also direktes Feedback über Erfolg oder Misserfolg geben (vgl. Freund/Kasten 2011, S. 16).

Aus den Ergebnissen dieser Studien kann man schließen, dass Selbstnomination keine geeignete Methode zum Erkennen von Begabung ist. Hochbegabte unterschätzen sich laut Studien tendenziell selbst, würden sich also eher nicht als begabt einstufen. Im Gegensatz dazu gäbe es möglicherweise Menschen ohne besondere Begabung, die sich selbst besser einschätzen, als sie es tatsächlich sind. Bei der Spezifikation auf mathematische Begabung könnte man hingegen auf eine höhere Trefferquote bei der Selbstnomination der Testpersonen hoffen.

Eine mögliche Methode zur Verbesserung der Validität der Selbsteinschätzung wäre die Einführung eines Portfolios. Mit dessen Hilfe sollen sich die SchülerInnen selbst beobachten und evaluieren, um ihre Selbsteinschätzung zu verbessern (vgl. Allabauer/Pehofer 1999, S. 21). Laut Buschmann (2006, S. 127) können sogenannte Selbstbeobachtungsbögen, wie in ihrem Artikel abgebildet, einen großen Beitrag zur Identifikation von Begabungen leisten, sofern sie regelmäßig ausgefüllt und ernst genommen werden.

4. Underachievement

Ein schwerwiegendes Problem bei der Erkennung und Förderung von mathematisch begabten Kindern sind die sogenannten Underachiever. „*Man spricht von Underachievern, wenn die Schulleistung schlechter ist, als aufgrund der Intelligenz erwartet*“ und man erklärt Underachievement als „*motivationsbedingte Abweichungen zwischen Intelligenz und Schulleistungen*“ (Neubauer/Stern 2008, S. 17). Underachiever, oder „hochbegabte Minderleister“, sind also SchülerInnen, die aufgrund von fehlender Motivation oder anderen Gründen nicht die Leistungen erbringen, die ihre Intelligenz zuließe.

Wie häufig das Phänomen Underachievement tatsächlich auftritt, lässt sich nur schwer feststellen, jedoch gibt es Schätzungen von 10% bis 12%, aber auch höhere, die davon ausgehen, dass bis zu 50% der hochbegabten SchülerInnen nicht erkannt werden. Klar ist jedoch, dass Underachiever eher männlich sind. Laut Schätzungen sind 67% bis 75% der Minderleister männlichen Geschlechts, weil Jungen bei durchschnittlich gleicher Intelligenz öfter schlechte Leistungen in der Schule bringen als Mädchen (vgl. Neubauer/Stern 2008, S. 246).

Aufgrund der Häufigkeit des Problems suchen Forscher Gründe, wieso so viele SchülerInnen unter dem für sie erreichbaren Leistungsniveau bleiben. Holling, Vock und Wittmann (2001, S. 18) meinen, Underachiever „*haben die Fähigkeit, ihre Arbeit zu strukturieren, […] nur unzureichend entwickelt. Fähigkeiten wie diese sind jedoch für den Erfolg in höheren Schulklassen, in Ausbildung, Studium und Beruf notwendig.*“ Als weitere mögliche Ursachen für die Entstehung von Underachievement nennt Fleiß (vgl. 2003, S.19) Anpassungsschwierigkeiten, Stigmatisierung und Unterforderung im Unterricht. Sie meint, dass eine andauernde Unterforderung im Unterricht dazu führen kann, dass „*jemand seine Leistung verweigert und das Interesse am Engagement völlig verliert*“ (Fleiß 2003, S. 22).

Underachiever haben aber auch einige charakterliche Eigenschaften, die sie möglicherweise zu solchen machen. „*Sie zeigen öfter Auffälligkeiten in ihrer Persönlichkeit und ihrem Sozialverhalten, sind schüchterner, impulsiver, emotional erregbarer, verfügen über weniger Willenskontrolle, sind weniger glücklich und beliebt*“ (Reichle 2004, S. 30). Diese Darstellung der Underachiever ist freilich sehr pauschal und gilt nicht für alle. Sie ist lediglich ein Erklärungsversuch, wieso Kinder zu Underachievern werden.

Hat sich ein Kind erst zum Underachiever entwickelt, so ist dies sehr schwer wieder rückgängig zu machen und nur unter Zusammenarbeit von Eltern, LehrerInnen, den Betroffenen und PsychologInnen zu schaffen. Es gibt verschiedene Behandlungsprogramme, von denen die meisten auf eine Verbesserung des Selbstwertgefühles und der Arbeitsweise fokussieren. Um eine Entwicklung zum Underachiever zu verhindern, wird empfohlen, dem Kind eine individuelle, in Tempo und Anforderung angepasste Förderung zukommen zu lassen (vgl. Grasl 2011, S. 32). Hier ist allerdings anzumerken, dass es auch Kinder gibt, die zwar Underachiever sind, sich in dieser Position aber sehr wohl fühlen; ihnen sind Bestnoten schlichtweg nicht so wichtig. Daher muss dieser Druck, Underachiever zu erkennen und zu fördern, etwas relativiert werden. Viele Kinder wählen diesen Weg bewusst und sind auch glücklich damit.

5. Förderung von mathematischer Begabung

Ist ein Kind nun als mathematisch hochbegabt identifiziert worden, so müssen in nächster Folge Förderschritte eingeleitet werden. Diese können sowohl innerhalb als auch außerhalb des Regelunterrichtes stattfinden und verschiedene Formen annehmen. Es wird nun kurz besprochen, wieso es nötig ist, begabte Kinder zu fördern, wie die derzeitige Situation an Regelschulen aussieht und welche Ziele eine Förderung mathematisch begabter Kinder verfolgen soll. Danach werden einige Möglichkeiten zur Begabtenförderung vorgestellt.

5.1. Zur Notwendigkeit der Förderung von Begabungen

„*Fördere ein Kind, indem du seine Stärken stärkst. Dann schwächst du auch seine Schwächen*" (vgl. Huser 2000; zit. n. Käpnick 2010, S. 49). Grundsätzlich hat jedes Kind das Recht auf optimale Förderung seiner Fähigkeiten, unabhängig davon, ob dieses Kind nun lernschwach oder hochbegabt ist. Für die Förderung begabter Kinder gilt grundsätzlich: „Je früher, desto besser!" Beliebig früh kann jedoch trotzdem nicht eingesetzt werden. Die Identifizierung von begabten Kindern ist umso unsicherer, je früher man die Begabung einzuschätzen versucht (vgl. Bardy 2007, S. 113). Wie bereits erwähnt wurde, kann die falsche Zuweisung eines Kindes als begabt oder nicht begabt zu Unter- oder Überforderung führen und schwerwiegende Folgen für seine Entwicklung haben.

„*Mathematische Begabungen entfalten sich nicht von selbst, vielmehr bedürfen die Kinder und Jugendlichen dazu einer kontinuierlichen spezifischen Förderung*" (Fritzlar/Wichtmann 2008, S. 196). Die Wichtigkeit der korrekten Identifikation und angemessenen Förderung zeigt sich vor allem durch Underachiever, die aus eigenem Antrieb nicht in der Lage sind, ihre besondere Begabung in entsprechende Leistungen umzusetzen (vgl. Nolte 2004, S. 42).

Auch von Frühförderprogrammen, die Hilfestellung beim frühen Nutzen von kulturellen Werkzeugen (z.B. Geschichten hören, malen) bieten, profitieren Kinder enorm. Die Teilnehmer eines solchen Programmes haben bei der Einschulung einen IQ, der um 8 Punkte höher ist, als der von Kindern mit ähnlichem sozialem

Hintergrund. Weitere Vorteile, die Kinder aus Förderprogrammen ziehen, sind bessere Schulnoten, größere Wahrscheinlichkeit einen Schulabschluss zu erwerben und geringere Wahrscheinlichkeit kriminell zu werden (vgl. Stern/Grabner 2013, S. 116). Diese Kinder haben damit „*einen langfristigen Vorteil bei der Lebensplanung*" (Stern/Grabner 2013, S. 117).

5.2. Derzeitige Situation an öffentlichen Schulen

An allgemeinen öffentlichen Schulen sollte es grundsätzlich so sein, dass allen Kindern und Jugendlichen die Möglichkeit geboten wird, ihre Fähigkeiten in optimaler Weise zu entwickeln. Die Schule steht jedoch nach wie vor eher im Auftrag der Gesellschaft als im Auftrag des Individuums. Allen SchülerInnen soll derselbe Unterrichtsstoff in derselben Weise und in demselben Ausmaß beigebracht werden. Der Fokus liegt auf Gleichheit und nicht auf der Möglichkeit der individuellen Entfaltung (vgl. Winkler 2003, S.126).

Dieser Effekt wurde durch die Einführung der standardisierten Reifeprüfungen an österreichischen weiterführenden Schulen (AHS im Schuljahr 2014/2015, BHS im Schuljahr 2015/2016) noch verstärkt. Die SchülerInnen müssen bei der zentralisierten Matura auf alle Eventualitäten vorbereitet sein, wodurch im Regelunterricht noch weniger Zeit bleibt, auf spezielle Interessen der SchülerInnen oder auf besonders starke bzw. schwache Kinder individuell einzugehen.

Die Eckpfeiler unseres derzeitigen Schulsystems wurden vor 250 Jahren von dem Aufklärer Amos Comenius entwickelt:

- Schulpflicht für alle Kinder; das Schuleintrittsalter ist einheitlich
- die Lehrpläne sind einheitlich und gegliedert nach Schulstufen
- einheitliche Schulbücher
- einheitliche Lehrmethoden
- einheitlicher Unterricht in Klassen, die nach Jahrgängen zusammengestellt sind
- Zeugnisse als Nachweis der Bildung (vgl. Winkler 2003).

Die Schule geht also von einer homogenen Gruppe aus, an die Wissen vermittelt werden soll. In einer Klasse sitzen Kinder gleichen Alters, die Aufgaben lösen sollen, die wenig individualisiert und kreativ und kaum auf die individuellen Bedürfnisse zugeschnitten sind. Diese homogenen Gruppen existieren aber in einer Schulklasse nur in den seltensten Fällen. Nicht einmal in Begabtenklassen, in denen nur ausgewählte SchülerInnen sitzen, wird sich eine homogene Gruppe mit gleichen Bedürfnissen finden. Diese Homogenisierung der Kinder stellt schon das erste Hindernis für eine angemessene Förderung begabter Kinder dar (vgl. Solzbacher 2006, S. 77ff; zit. nach Staubmann 2008, S. 38).

5.3. Ziele der Förderung mathematisch begabter Kinder

Bardy (vgl. 2007, S. 117f) formuliert allgemeine und spezielle Ziele, die bei der Förderung mathematisch begabter Kinder verfolgt werden sollen. Er merkt an, dass er keineswegs das Ziel hat, aus allen geförderten Kindern später MathematikerInnen zu machen, sondern dass es ihm in erster Linie um das Recht des einzelnen Kindes geht, Förderung für seine Stärken zu erhalten. Folgende Ziele bei der Förderung sind für Bardy wichtig:

<u>Allgemeine Ziele:</u>

- Fördern von Kindern, die im Regelunterricht unterfordert sind
- Erhalten und Vergrößern des Spaßes am Umgang mit Zahlen und Formen
- Wecken und Verstärken der Freude am problemlösenden Denken
- Ausbilden von Ausdauer und Beharrlichkeit beim Lösen von komplexen Aufgaben
- Erhalten und Festigen der intrinsischen Motivation; Wecken von Begeisterung für Mathematik
- Wecken und Fördern von intellektueller Neugier
- Aktivieren und Fördern von Kreativität und Phantasie
- Vorteile von Partner- und Gruppenarbeit erfahrbar machen

<u>Spezielle Ziele:</u>

- den Einsatz von heuristischen Hilfsmitteln (z.B. Skizzen, Tabellen, Variablen) fördern
- allgemeine Strategien des Problemlösens vermitteln
- logisches Denken fördern

- rationales Argumentieren und Begründen fördern
- zum mathematischen Beweisen hinführen
- das Erkennen von Strukturen und das Abstrahieren fördern
- räumliches Vorstellungsvermögen entwickeln und schulen

Um diese Ziele umzusetzen, bedarf es spezieller Strukturen, die im gängigen österreichischen Schulunterricht, in dem immer noch Frontalunterricht vorherrscht, kaum zu finden sind. Für die Förderung mathematischer Begabung reicht es nicht, wenn die Lehrperson zeigt, wie etwas gemacht wird, denn „*Mathematik ist keine Menge von Wissen. Mathematik ist eine Tätigkeit, eine Verhaltensweise, eine Geistesverfassung. […] Mathematik ist eine Geistesverfassung, die man sich handelnd erwirbt, und vor allem die Haltung, keiner Autorität zu glauben, sondern vor allem immer ‚warum' zu fragen […]. Eine Geisteshaltung lernt man aber nicht, indem einer einem schnell erzählt, wie er sich zu benehmen hat. Man lernt sie im Tätigsein, indem man Probleme löst, allein oder in seiner Gruppe – Probleme, in denen Mathematik steckt*“ (Freudenthal 1982, S. 140, 142).

5.4. Möglichkeiten der Förderung mathematischer Begabung

Die Förderung von individuellen Begabungen rückt mehr und mehr in den Fokus der Aufmerksamkeit und ist sowohl ein Anliegen der Schulentwicklung als auch der Gesellschaft (vgl. Staubmann 2008, S. 49). Welche Maßnahmen ergriffen werden können, um begabten Kindern auch tatsächlich die entsprechende Förderung zukommen zu lassen, wird in diesem Kapitel aufgezeigt.

Ernst Hany (vgl. 2003, o.S.; zit. n. Brunner/Gyseler/Lienhard 2005, S. 80) ist der Ansicht, dass es nicht ausreicht, beliebige Maßnahmen für begabte Kinder einzuleiten. Diese Maßnahmen müssen auch eine bestimmte Qualität aufweisen, wobei er drei nötige Aspekte nennt:

- Ziel der Maßnahme muss das Herbeiführen eines Effektes sein
- die Maßnahme muss besser als das reguläre Angebot in der Schule sein
- die Maßnahme muss eine Spezifizierung aufweisen; sie darf nicht für alle Kinder konzipiert sein, sondern muss genau auf eine Zielgruppe abzielen

Bei der Organisation von effektiven Fördermaßnahmen gibt es zwei große Richtungen, die die beiden Pole darstellen. Hierbei wird zwischen Segregation und Inklusion von Begabten in Regelklassen unterschieden. Segregation bezeichnet die Installation von eigenen Schulen oder Klassen für hochbegabte Kinder. Obwohl diese Maßnahmen zunächst kritisiert wurden, konnte in Studien bewiesen werden, dass begabte Kinder in solchen Klassen bzw. Schulen vor allem positive Erfahrungen machen, da ihre Besonderheit von der Umgebung ernst genommen wird und sie in keinster Weise eingeschränkt sind. Die Einführung solcher Klassen/Schulen ist aber nur sinnvoll, wenn auch entsprechend geschulte LehrerInnen zur Verfügung stehen und ganzheitliche Förderkonzepte entwickelt werden. Außerdem kann es für viele SchülerInnen schwer zu verwinden sein, wenn sie nicht mehr die mit Abstand begabtesten in der Klasse sind, sondern „nur" mehr eine oder einer von vielen begabten Kindern (vgl. Tischler 2003, S. 151-154).

Die zweite Hauptrichtung bei der Organisation von Förderung ist die Inklusion. Hierunter versteht man den gemeinsamen Unterricht von unterschiedlich begabten Kindern in Jahrgangsklassen. Bei dieser Methode wird viel Wert auf die Individualisierung von Unterrichtsverfahren und Materialen gelegt. Diese sollen speziell auf jedes einzelne Kind zugeschnitten sein, indem versucht wird, individuelle Lernvoraussetzungen und Begabungen der Kinder wahrzunehmen. Als Kritikpunkte dieser Methode führt Tischler (vgl. 2003, S.161f) an, dass diese Methode einen enormen Arbeitsaufwand für die Lehrpersonen bedeutet und dass die Leistungsunterschiede zwischen begabten und weniger begabten SchülerInnen so groß werden können, dass ein gemeinsames Arbeiten unmöglich wird. Des Weiteren kann dieses System Gefahr laufen, Begabte irgendwann nicht mehr ausreichend fördern zu können, weil es vor allem auf weniger begabte Kinder ausgelegt ist. Dadurch könnte das Potenzial einzelner auf der Strecke bleiben.

Innerhalb der beiden Extrempole Segregation und Inklusion gibt es nun vielfältige mögliche Förderansätze, die zum Teil auch in Mischformen im Unterricht angewendet werden können. Hierzu zählen Öffnung des Unterrichtes, Differenzierung, Akzeleration und Enrichment sowie Angebote außerhalb der Schule, wie zum Beispiel mathematische Wettbewerbe. Diese sollen nun näher betrachten werden, wobei anzumerken ist, dass die einzelnen Möglichkeiten nicht immer in Reinform anzutreffen sind und vielfach ineinander übergehen.

5.4.1. Differenzierung des Unterrichtes

„*Es gibt nichts Ungerechteres als die gleiche Behandlung von Ungleichen*“ (Brandwein; zit. n. Huser 2004, S.57; zit. n. Staubmann 2008, S. 53). Hieraus kann man klar sehen, dass es wichtig ist, Unterricht differenziert zu gestalten und Kinder individuell wahrzunehmen. In unserem Schulsystem ist dies jedoch nicht der Fall. Hier werden immer noch Kinder anhand ihres Alters in Jahrgangsklassen aufgeteilt, anstatt sie nach individuellem Entwicklungsstand zu verteilen (vgl. Oswald 2008, S. 83f).

„*Im pädagogischen Verständnis gilt für Differenzierungsvorhaben das Bestreben, optimale Lernmöglichkeiten für alle Kinder – und das heißt für jedes Kind – zu schaffen: Lernfähigkeit, Motivation, Leistungsbereitschaft, Selbstwerteinschätzung, Interesse und Begabung sind dann als Differenzierungskriterien zu nennen*“ (Oswald 2002, S. 90).

Bei der Differenzierung des Unterrichtes werden im Wesentlichen zwei Formen unterschieden. Einerseits gibt es die Möglichkeit der äußeren Differenzierung, bei der SchülerInnen nach bestimmten Kriterien ausgewählt und räumlich getrennt werden. Diese Gruppen werden dann auf unterschiedliche Weisen und mit unterschiedlichen Zielen unterrichtet. Im Gegensatz dazu gibt es noch die innere Differenzierung, bei der unterschiedliche Lernsituationen in ein und derselben Klasse geschaffen werden. Der Unterricht für Kinder mit verschiedenen Begabungen und Interessen findet gemeinsam statt (vgl. Oswald 2008, S. 91).

Neben vielen Befürwortern der Differenzierung des Unterrichtes, die meinen, erst so könne sich Leistungsfähigkeit entwickeln, gibt es auch Kritiker. Diese sind der Meinung, dass besonders begabte SchülerInnen in diesem System nicht ausreichend gefördert werden können. Sie warnen, dass Begabte sich an das Mittelmaß der Klasse annähern könnten (vgl. Höhmann/Kroes-Tillmann 2004, S. 123f; zit. n. Staubmann 2008, S. 55).

5.4.2. Öffnung des Unterrichtes

Ein stark reformpädagogisch geprägter Ansatz ist der des offenen Unterrichtes. Urban (vgl. 2004, S. 178ff) führt an, dass das Wort „offen“ vielfältige Bedeutungen haben kann. Es kann unverschlossen, frei, unerledigt oder ehrlich bedeuten. Geht es um Schulische Systeme, so wird zwischen eher offenen Systemen, die ihren SchülerInnen viel Freiraum lassen, oder eher geschlossenen Systemen, die weniger Freiheiten zugestehen, unterschieden. Wird von offener Schule oder offenem Unterricht gesprochen, so bezieht man sich auf „*eine unterrichtlich-methodische und zugleich didaktisch-curriculare Offenheit*“ (Urban 2004, S. 183).

Bei offenem Unterricht geht es für die SchülerInnen in erster Linie darum, selbst nach Antworten zu suchen und nicht vorgegebene Antwort- und Lösungsmöglichkeiten einfach hinzunehmen. Sie sollen selbst tätig werden, handeln und verstehen. Offener Unterricht lässt auch verschiedene Räumlichkeiten zu; man kann das Schulgebäude verlassen, um außerschulische Lernorte kennenzulernen. Außerdem kann auch durch die Variation von Zeitplänen, Materialien und Handlungsstrukturen eine Offenheit im Unterricht geschaffen werden (vgl. Urban 2004, S. 183f).

„‘*Offenes Lernen‘ oder ‚Offener Unterricht‘ ist eine Form von Unterrichtsführung, bei der die Schüler nach einem vorgegebenen Arbeitsplan mit Aufgabenstellungen und Zielangaben unter Verwendung der dazu vorbereiteten Materialien und Versuchsanordnungen eigenverantwortlich/selbstverantwortlich arbeiten, wobei […] Pflicht- und Wahlbereiche vorgesehen sind, Sozialformen dazu als Einzel-, Partner-, oder Gruppenarbeit gekennzeichnet erscheinen und die Überprüfung […] durch Lehrerkontrolle oder auch durch Selbstkontrolle […] erfolgt und die Organisation des Lernvorganges und der Zeitplanung wesentlich dem Schüler überantwortet wird*“ (Oswald 2002, S. 97).

5.4.3. Akzeleration und Enrichment

Akzeleration wird als „Beschleunigung“ oder als Förderung „in die Höhe“ (vgl. Urban 2000, S. 29) beschrieben. Diese Art der Förderung von hochbegabten Kindern beinhaltet Maßnahmen, die ein „*schnelleres Durchlaufen der Schullaufbahn*“ (Holling/Kanning 1999, S. 70) bedeuten. Hierbei gibt es jedoch Kritiken, die besagen, dass Kinder psychischen Schaden nehmen könnten, wenn sie mit älteren, teilweise weiter entwickelten Kindern unterrichtet werden. Befürworter sind hingegen der Meinung, dass sich Begabte ohnehin tendenziell ältere Freunde suchen, weil sie nur dort ebenbürtige Gesprächspartner finden (vgl. Holling/Kanning 1999, S. 70).

Einige Maßnahmen der Akzeleration sind:

- *„Vorzeitiger Eintritt in die Vorschulklasse bzw. in die erste Klasse*
- *Überspringen von Klassen*
- *Schnelleres Fortschreiten im gesamten Lehrplan*
- *Selbst gewähltes Lerntempo*
- *Rascherer Fortschritt in einzelnen Fächern*
- *Gleichzeitiges Absolvieren mehrerer Programme*
- *Vorzeitiger Abschluss der Schule*
- *Vorzeitige Aufnahme in Universitäten*
- *Frühzeitiger Erwerb von Qualifikationen durch Prüfungen*
- *Fernkurse*
- *Vorzeitiger Abschluss des Studiums*“ (Richter 2000, S. 45).

Unter Enrichment versteht man hingegen eine „Anreicherung“, also eine Förderung „in die Tiefe oder Breite“ (vgl. Urban 2000, S. 29). Bei dieser Art der Förderung werden vertiefende Themen zum Stoff des Lehrplanes oder sogar solche, die im Lehrplan überhaupt nicht enthalten sind, angeboten. Ziel eines Enrichment-Programmes ist es immer, das normale Angebot im Unterricht zu ergänzen (vgl. Holling/Kanning 1999, S. 71).

Mögliche Arten von Enrichment des Regelunterrichtes sind:

- Plus-Kurse: SchülerInnen besuchen zusätzliche Kurse, bei denen allgemeine Fähigkeiten wie Teamfähigkeit und geistige Flexibilität gestärkt werden sollen; die Bereiche, in denen die Kinder begabt sind, werden nicht weiter gefördert
- AGs: interessierte und begabte SchülerInnen werden in Arbeitsgemeinschaften zusammengefasst und bearbeiten Themen, die nicht im Lehrplan sind
- Sommercamps: hier können die SchülerInnen in den Ferien ihre Fähigkeiten und Kompetenzen erweitern
- Schülerwettbewerbe (vgl. Holling/Kanning 1999, S. 73).

5.4.4. Wettbewerbe und Olympiaden

Schülerwettbewerbe, die unter die Fördermethode des Enrichment fallen, sind nicht nur sehr gut zur Förderung von Hochbegabten geeignet, sondern können auch bei deren Identifikation helfen (vgl. Hertel 1995; zit. n. Holling/Kanning 1999, S. 73). Dies liegt vor allem daran, dass die Teilnahme an solchen Wettbewerben nicht auf begabte Kinder beschränkt ist und somit auch Underachiever entdeckt werden können (vgl. Tischler 2003, S. 159).

Ziel solcher Wettbewerbe ist primär, dass sich SchülerInnen „*in ihren persönlichen Neigungs- und Begabungsbereichen verstärkt engagieren, Leistungsbereitschaft und Problembewusstsein entwickeln, Kreativität entfalten, durch Zusammenarbeit mit anderen soziale Erfahrungen sammeln und ein gesundes Selbstbewusstsein entwickeln*“ (Holling/Kanning 1999, S. 72). Auch die Vorbereitungskurse auf solche Wettbewerbe können dazu dienen, den Unterrichtsstoff zu vertiefen und zu erweitern.

Ein Problem, welches Holling und Kanning ansprechen, ist, dass SchülerInnen oft gar nicht von solchen Wettbewerben erfahren und somit auch nicht die Chance erhalten, daran teilzunehmen. Ihrer Meinung nach sollten LehrerInnen daher besser informiert werden, um ihren SchülerInnen davon berichten und sie zur Teilnahme motivieren zu können (vgl. 1999, S. 73).

In Österreich allgemein bekannte Schülerwettbewerbe im Fach Mathematik sind der Känguru der Mathematik, der Pangea Wettbewerb und die Österreichische Mathematik Olympiade.

5.4.4.1. Mathematical Duel

Einen besonderen Wettbewerb bestreitet das BRG Kepler Graz jährlich mit drei Partnerschulen aus Polen und Tschechien. Das „Mathematical Duel“ ist ein von Erasmus+ gefördertes Projekt und richtet sich an junge, interessierte und begabte MathematikerInnen. Bei diesem Duell werden die SchülerInnen in drei Altersklassen aufgeteilt; die Kategorie C beinhaltet SchülerInnen der 3. und 4. Klasse, in der Kategorie B sind SchülerInnen der 5. und 6. Klasse und in der Kategorie A gehen

SchülerInnen der 7. und 8. Klasse an den Start. Pro Schule und Altersstufe dürfen je vier MathematikerInnen zum Wettbewerb mitfahren.

Der Wettbewerb selbst wird auf Englisch abgehalten. Es gibt einen Individual-Wettbewerb, bei dem jede/r Schüler/in für sich selbst kämpft und im Anschluss daran einen Teamwettbewerb, bei dem nicht nur mathematische Fähigkeiten, sondern auch Teamfähigkeit und soziale Kompetenz gefragt sind. Beim Individual-Wettbewerb sind vier, beim Teamwettbewerb drei Aufgaben zu lösen. Pro Aufgabe sind acht Punkte zu erreichen. Sowohl beim Einzel- als auch beim Teamwettbewerb gewinnt die Person bzw. das Team mit den meisten Punkten. Die Aufgaben werden von den VeranstalterInnen und OrganisatorInnen des Wettbewerbes erstellt. Im Jahr 2016 fand der Wettbewerb von 12. bis 16. März in Ostrava statt.

II. Teil

Empirischer Teil

6. Beschreibung des durchgeführten Tests

Um die mathematische Begabung der UntersuchungsteilnehmerInnen zu messen, wurde mit Hilfe von Herrn Univ.-Prof. Mag. Dr.rer.nat. Roland Grabner, dem Leiter des Arbeitsbereiches für Begabungsforschung am Institut für Psychologie der Universität Graz, ein Test zusammengestellt. Dieser Test wurde dann sowohl mit 84 SchülerInnen des BRG Kepler in Graz als auch mit 13 TeilnehmerInnen des Wettbewerbes „Mathematical Duel“ durchgeführt. Getestet wurden Jugendliche der 5. und 6. Klassen des Gymnasiums, die im Alter von 14 bis 18 Jahren sind. Der Altersdurschnitt lag bei 14,93 im BRG Kepler und bei 15,38 bei den TeilnehmerInnen des Wettbewerbs.

Die Testungen am BRG Kepler fanden am 22. und 24. Februar 2016 statt und wurden in einer der Klassen des Gymnasiums abgehalten. Für die TeilnehmerInnen des Wettbewerbes fanden die Testungen am 14. März 2016 in einem Raum der Universität Olomouc in Tschechien statt. Die Fragebögen zur Selbst- und Fremdeinschätzung der mathematischen Begabung (siehe Ahnang C) wurden im BRG Kepler etwa zwei Wochen nach den Testungen ausgegeben. Aufgrund der kurzen Dauer des Wettbewerbes konnte keine so große Zeitspanne zwischen Testungen und Befragungen der Duell-TeilnehmerInnen eingeräumt werden, sodass die TeilnehmerInnen bereits am nächsten Tag zu ihrer Begabung befragt werden mussten.

SchülerInnen des BRG Kepler, die sowohl bei den Testungen in der Schule als auch bei denen während des Wettbewerbes teilgenommen haben, wurden aus der Wertung des Wettbewerbes herausgenommen, da sie hierbei einige Testteile schon einmal zuvor bearbeiten konnten. Diese beiden SchülerInnen wurden mit der Gruppe BRG Kepler ausgewertet. Somit finden sich unter den WettbewerbsteilnehmerInnen nur mehr zwei SchülerInnen des BRG Kepler, die zuvor jedoch nicht getestet wurden.

Im Folgenden werden die einzelnen Komponenten des Tests kurz vorgestellt und anhand von Beispielen erklärt, welche Aufgaben im jeweiligen Teil zu lösen waren. Da aufgrund zeitlicher Beschränkungen bzw. sprachlicher Barrieren nicht die exakt gleichen Tests vorgelegt werden konnten, werden danach die verwendeten

Zusammenstellungen der Tests getrennt nach BRG Kepler und Wettbewerb Mathematical Duel genannt.

6.1. Komponenten des Tests

Der Test war in zwei Teile aufgeteilt. Teil 1 basierte auf einigen Skalen, also Teil-Tests des Intelligenzstrukturtests I-S-T 2000 R. Der 2. Teil setzte sich aus arithmetischen Aufgaben und sogenannten „Ordinality Tests“ zusammen.

6.1.1. Teil 1

Jene Skalen des I-S-T 2000 R, die für die beiden Tests verwendet wurden, werden nun anhand von Beispielen demonstriert und beschrieben. Pro Skala ist in diesem Test eine feste Arbeitszeit vorgesehen. Jede einzelne Skala enthält 20 individuelle Aufgaben, die aufsteigend nach ihrer Schwierigkeit angeordnet sind. Alle Antworten müssen auf einem Antwortbogen eingetragen werden, entweder mit Hilfe von Single Choice oder mit einer Zahl als Antwort.

Skala 02 – Analogien (7 min)

Skala 02 des Intelligenzstrukturtests, genannt Analogien, testet sprachliche Intelligenz. Hier war es die Aufgabe der Testpersonen, das Verhältnis, in dem zwei gegebene Wörter zueinander stehen, zu erkennen und dann aus fünf Auswahlmöglichkeiten das Wort auszusuchen, dass zu einem gegebenen dritten Wort in ähnlichem Verhältnis steht.

Beispiel:

Wald : Bäume = Wiese : ?
a) Gräser b) Heu c) Futter d) Grün e) Weide

„Gräser“ ist offensichtlich richtig. Deshalb ist auf Ihrem Antwortbogen unter Aufgabengruppe 02 in der Beispiel-Zeile das a) markiert.

Abb. 6.1. Beispielaufgabe I-S-T 2000 R Skala 02 (Amthauer et. al. 2001, o.S.)

Skala 04 – Rechenaufgaben (10 min):

Die vierte Skala des I-S-T testet – wie die beiden folgenden – numerische Intelligenz. Bei den Rechenaufgaben mussten die Testpersonen Gleichungen lösen und das Ergebnis, welches sie für die Unbekannte erhalten haben, in den Antwortbogen eintragen.

> Beispiel 1: 60 - 10 = A   A = ?
>
> Das Ergebnis dieser Aufgabe lautet: A = 50
>
> Dieses Ergebnis ist auf Ihrem Antwortbogen unter dem Beispiel der Aufgabengruppe 04 bereits eingetragen.

Abb. 6.2. Beispielaufgabe I-S-T 2000 R Skala 04 (Amthauer et. al. 2001, o.S.)

Skala 05 – Zahlenreihen (10 min):

Skala 05 beinhaltet Zahlenreihen. Hier wurden den UntersuchungsteilnehmerInnen Zahlenreihen gezeigt, die jeweils nach einer bestimmten Regel aufgebaut sind. Diese Regel sollten sie dann erkennen und entsprechend die nächstfolgende Zahl der Reihe anführen.

> Beispiel 1: **2 4 6 8 10 12 14 ?**
>
> In dieser Reihe ist jede folgende Zahl um 2 größer als die vorhergehende.
> Die Lösung dieser Aufgabe lautet 16
>
> Dieses Ergebnis ist auf Ihrem Antwortbogen unter dem Beispiel 05 bereits eingetragen.

Abb. 6.3. Beispielaufgabe I-S-T 2000 R Skala 05 (Amthauer et. al. 2001, o.S.)

Skala 06 – Rechenzeichen (10 min):

Bei dieser Skala wurden den SchülerInnen jeweils Gleichungen vorgegeben, bei denen die Rechenzeichen fehlten. Die Aufgabe war, die fehlenden Rechenzeichen +, -. *, und : einzufügen. Für die Rechenzeichen gilt bei diesem Test jedoch nicht die „Punkt vor Strich“ Regel; die Rechenoperationen werden von links nach rechts ausgewertet.

Beispiel 1: 6 ? 2 ? 3 = 5

Das Ergebnis dieser Aufgabe lautet:

6 + 2 - 3 = 5

Diese Rechenzeichen sind auf Ihrem Antwortbogen unter dem Beispiel 06 bereits angekreuzt.

Abb 6.3. Beispielaufgabe I-S-T 2000 R Skala 06 (Amthauer et. al 2001, o.S.)

Skala 07 – Figurenauswahl (7 min):

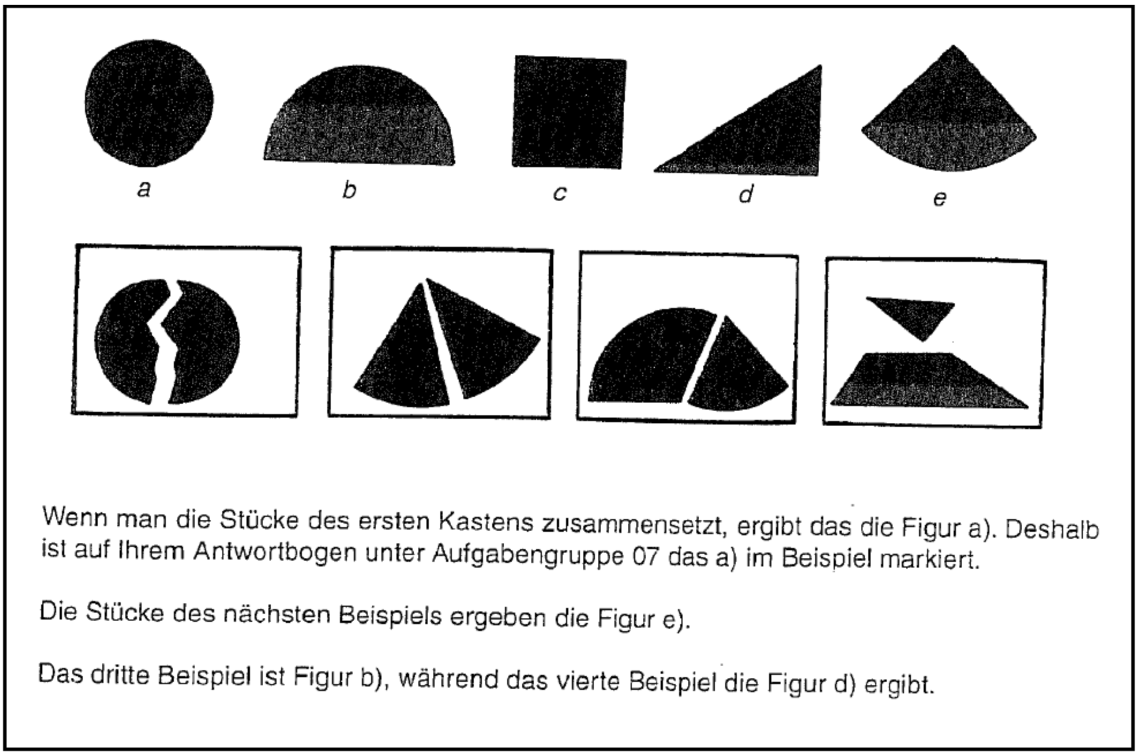
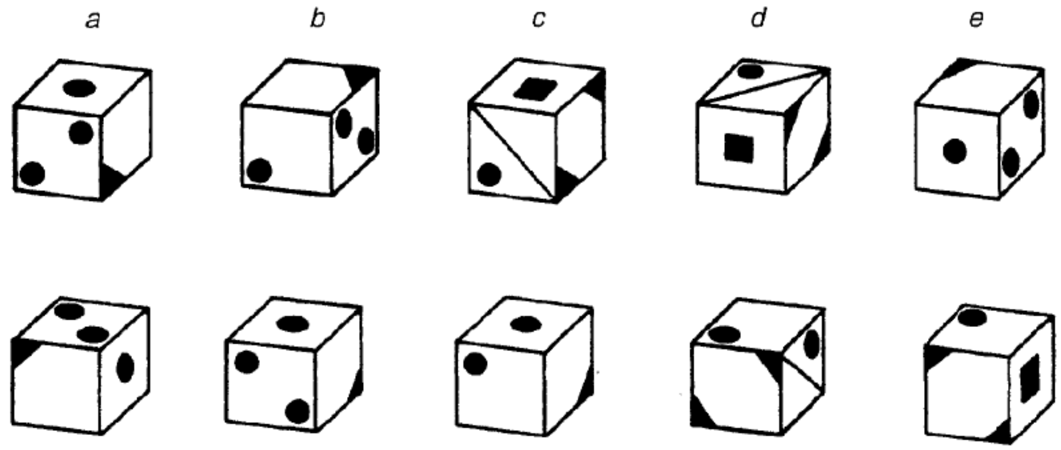


Abb. 6.4. Beispielaufgabe I-S-T 2000 R Skala 07 (Amthauer et al. 2001, o.S.)

Skala 07 und die folgenden beiden Skalen testen die räumlich-figurale Intelligenz. Die Aufgaben zur Figurenauswahl zeigten Figuren, die in Stücke zerschnitten worden waren. Aufgabe der ProbandInnen war, die zerschnittenen Figuren ihren Originalen zuzuordnen. Sie mussten also aus den einzelnen Stücken im Kopf die ursprüngliche Figur zusammenpuzzeln.

Skala 08 – Würfelaufgaben (9 min):

Im Teil mit den Würfelaufgaben des Tests wurden den ProbandInnen Würfel gezeigt, die dann in veränderter Lage noch einmal gezeigt wurden. Die Aufgabe war, die gedrehten und gekippten Würfel wieder ihren Originalen zuzuordnen.



Der erste Würfel dieses Beispiels zeigt den Würfel a) in veränderter Lage, deshalb ist auf Ihrem Antwortbogen unter Aufgabengruppe 08 das a) im Beispiel markiert. Würfel a) wurde im ersten Beispiel erst einmal nach rechts und dann einmal nach oben gekippt. Bei dem zweiten Beispiel handelt es sich um den Würfel e), bei dem dritten Beispiel um Würfel b). Das vierte Beispiel zeigt den Würfel c), das fünfte den Würfel d).

Abb. 6.5. Beispielaufgabe I-S-T 2000 R Skala 08 (Amthauer et. al. 2001, o.S.)

Skala 09 – Matrizen (10 min):

Skala 09 enthält 20 Aufgaben, die je eine Matrix zeigt, bei der ein Element fehlt. Die SchülerInnen mussten hier wieder die Regel erkennen, nach der die Matrix aufgebaut ist und aus fünf Antwortmöglichkeiten das richtige fehlende Element auswählen.

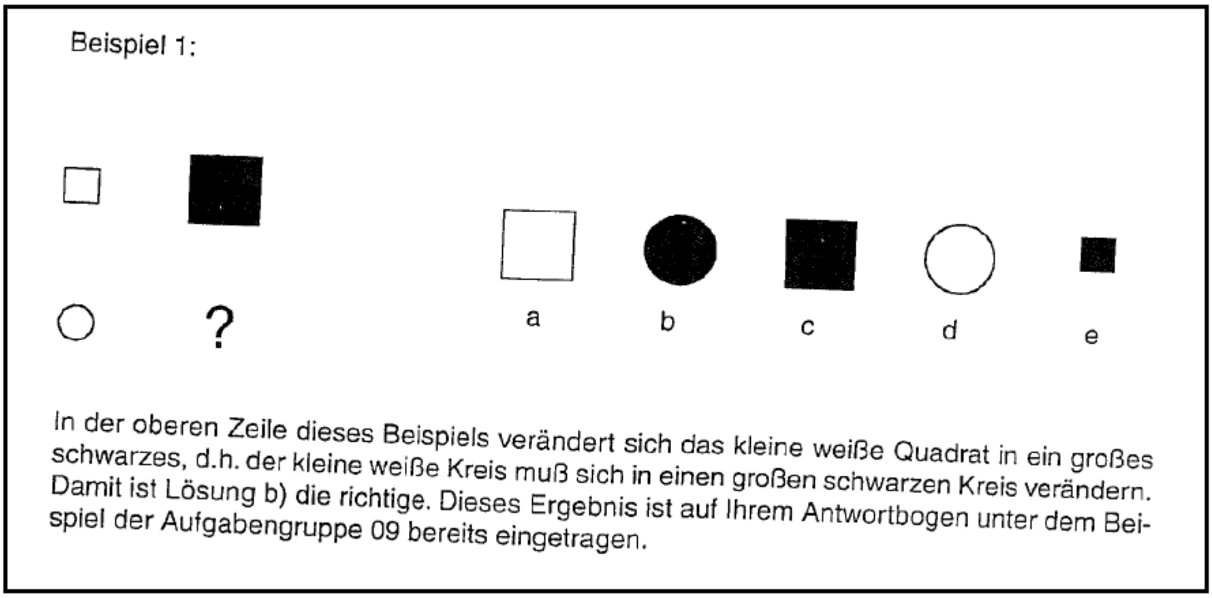


Abb. 6.6. Beispielaufgabe I-S-T 2000 R Skala 09 (Amthauer et. al. 2001, o.S.)

6.1.2. Teil 2

Der zweite Teil des Tests bestand aus zwei großen Komponenten, dem „Arithmetic Skills Test" und dem „Ordinality Test". Beide beinhalten jeweils nur sehr kurze Sequenzen.

Arithmetic Skills Test

Beim Arithmetic Skills Test war vor allem die Kopfrechenleistung der SchülerInnen gefragt. Dieser Test war unterteilt in Arithmetic Skills Facts, bei dem man lediglich Fakten abrufen musste und dem Arithmetic Skills Procedural, bei dem eine Lösungsstrategie gefragt war. In jedem der beiden Teile fanden sich drei verschiedene Untertests, je einer zur Multiplikation, einer zur Addition und einer zur Subtraktion. Bei den Arithmetic Skills Facts fand man Aufgaben wie 3*4=, 4+9= und 13-7=. Hier hatte man pro Rechenart 90 Sekunden zur Verfügung, um so viele Aufgaben wie möglich zu lösen. Insgesamt gab es 64 Multiplikations- und je 128 Additions- und Subtraktionsaufgaben. Bei den Arithmetic Skills Facts musste man Aufgaben wie 41x8=, 13+87+58= und 98-64= lösen. Hierbei hatte man 2 Minuten pro

Rechenart Zeit, um so viele Aufgaben wie möglich zu lösen. Gegeben waren 60 Multiplikationen, 60 Additionen und 60 Subtraktionen (vgl. Vogel et. al. [1], o.S.)

Ordinality Test

Der Ordinality Test war wiederum aufgeteilt in zwei Einzeltests, einer mit Zahlen und einer mit Punktmengen. Jede Aufgabe bestand aus einer Box von drei Zahlen bzw. Punktmengen. Waren die Zahlen oder Punktmengen in der richtigen Reihenfolge angeordnet, so musste die Box durchgestrichen werden. War die Reihenfolge falsch, so durfte man die Box nicht durchstreichen. Hierbei war es jedoch irrelevant, ob die Reihenfolge aufsteigend oder absteigend war. Für jeden Einzeltest standen 60 Sekunden zur Verfügung, um wieder so viele Items wie möglich zu bearbeiten.

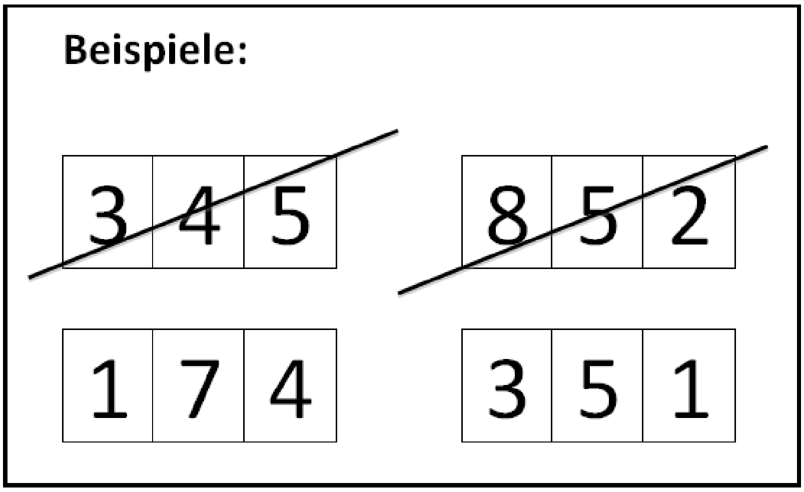


Abb. 6.7. Beispielaufgaben Ordinality Test Zahlen (Vogel et. al. [2], o.S.).

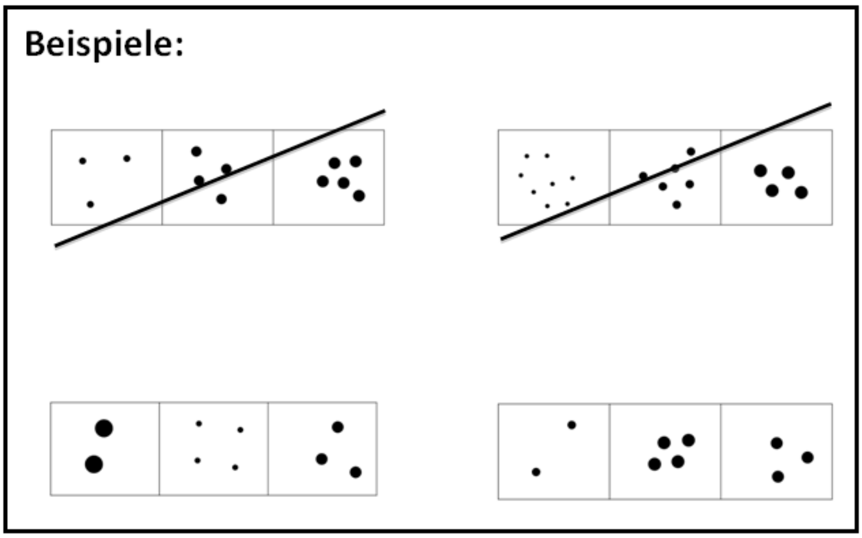


Abb. 6.8. Beispielaufgaben Ordinality Test Punkte (Vogel et. al. [2], o.S.)

6.2. Testzusammenstellung des BRG Kepler

Da im BRG Kepler für die Testungen nur zwei Schulstunden á 50 Minuten pro Schulklasse zur Verfügung standen, musste der Test kurz gehalten werden. Um trotzdem ein komplettes Begabungsprofil zu erhalten, wurde auch die Skala 02 des I-S-T 2000 R eingebaut.

Zusammenstellung:

Teil 1: I-S-T 02
I-S-T 05
I-S-T 08
I-S-T 09

Teil 2: Arithmetic Skills Facts
Arkithmetic Skills Procedural
Ordinality Test - Zahlen
Ordinality Test - Punkte

6.3. Testzusammenstellung des Wettbewerbes Mathematical Duel

Bei der Testung der TeilnehmerInnen des mathematischen Duells konnten sprachliche Skalen nicht eingesetzt werden – nur wenige SchülerInnen waren deutschsprachig. Weil hier jedoch mehr Zeit zur Verfügung stand, wurden je alle drei vorhandenen Skalen zur numerischen und räumlichen Intelligenz eingesetzt. Um die Voraussetzungen für alle gleich zu gestalten, wurden die Instruktionen auf Englisch übersetzt. Dies könnte für manche SchülerInnen jedoch auch ein Hindernis gewesen sein, da möglicherweise nicht alle über ausreichende Englischkenntnisse verfügten.

Zusammenstellung:

Teil 1: I-S-T 04
I-S-T 05
I-S-T 06
I-S-T 07
I-S-T 08
I-S-T 09

Teil 2: Arithmetic Skills Facts
Arithmetic Skills Procedural
Ordinality Test - Zahlen
Ordinality Test - Punkte

7. Erklärung der wichtigsten Begriffe zum besseren Verständnis der Untersuchungsergebnisse

Um die in der Auswertung verwendeten Begriffe der Statistik verständlich zu machen, wird nun eine Definition der Begriffe Korrelationen und statistischer Signifikanz vorgenommen. Außerdem wird das Boxplot Diagramm kurz beschrieben, um später leichteren Einblick in die daraus abzulesenden Daten zu gewähren.

7.1. Korrelationen

Liegen von einer Versuchsperson mehrere Messungen vor, so kann man die Frage stellen, welcher Zusammenhang zwischen zwei Werten X und Y, die für diese Person gemessen wurden, besteht. Dieser Zusammenhang zwischen zwei Variablen wird als bivariable Verteilung bezeichnet; er wird auch Korrelation genannt. Korrelationen geben an, wie stark der Zusammenhang zwischen zwei Variablen X und Y desselben Testobjektes ist. Sie sind *„‘echte‘ statistische Zusammenhänge, das heißt, sie sind Ausdruck objektiver Beziehungen zwischen Merkmalen am identischen Objekt*“ (Claus/Ebner 1971, S. 91-94).

Es gibt nun drei Arten von Zusammenhängen, die zwischen zwei Variablen X und Y bestehen können:

- Übereinstimmung: hohe X-Werte entsprechen hohen Y-Werten und niedrige X-Werte entsprechen niedrigen Y-Werten; es besteht eine positive Korrelation
- Gegensatz: Hohe X-Werte entsprechen niedrigen Y-Werten und niedrige X-Werte entsprechen hohen Y-Werten; es besteht eine negative Korrelation
- Unabhängigkeit: Hohe X-Werte entsprechen manchmal hohen, manchmal mittleren und manchmal niedrigen Y-Werten und niedrige X-Werte gehen auch mit allen möglichen Y-Werten einher; es besteht kein statistischer Zusammenhang zwischen den Variablen – sie korrelieren also nicht (vgl. Claus/Ebner 1971, S. 93).

Für die Berechnung der Zusammenhänge von Variablen wurde in dieser Arbeit der Pearson-Korrelationskoeffizent verwendet, der üblicherweise mit „r“ bezeichnet wird.

Der Korrelationskoeffizient r kann Werte zwischen -1 und 1 annehmen. Geht man von den beiden Variablen X und Y aus, so bedeutet ein Korrelationskoeffizient von

- $r_{x,y}$ = 1 einen vollständig positiv linearen Zusammenhang zwischen den X- und Y-Werten
- $r_{x,y}$ = -1 einen vollständig negativ linearen Zusammenhang zwischen den X- und Y-Werten
- $r_{x,y}$ = 0 keinen linearen Zusammenhang zwischen X und Y (vgl. Schilling 1998, S. 57f).

„Eine Korrelation ist umso niedriger, je näher sie bei 0 liegt, und umso höher, je näher sie bei 1 oder -1 liegt! Eine Korrelation nahe -1 ist also keine niedrige, sondern eine ‚hoch negative'" (Schilling 1998, S. 58).

Jacob Cohen definierte eine niedrige Korrelation als r = 0,1, eine mittlere Korrelation als r = 0,3 und eine hohe Korrelation als r = 0,5. Es hängt jedoch auch von der Fragestellung ab, ob der Zusammenhang als hoch oder niedrig klassifiziert werden kann. Wird beispielsweise ein Multiple-Choice-Test von zwei verschiedenen Personen ausgewertet, so ist eine Korrelation von r = 0,9 immer noch unbefriedigend, da eine solche Auswertung eindeutige Ergebnisse erzielen sollte. (vgl. Methoden der Entwicklungspsychologie, online).

7.2. Statistische Signifikanz

Ist die Wahrscheinlichkeit, dass der Zusammenhang zwischen Messgrößen oder Variablen durch Zufall zustande gekommen ist, nur sehr gering, so kann man ihn als statistisch signifikant bezeichnen. Hierzu wird eine maximal zulässige Irrtumswahrscheinlichkeit, genannt Signifikanzniveau, festgelegt. Ist die Signifikanz p dann kleiner als das gewählte Signifikanzniveau a, so ist das Ergebnis statistisch signifikant (vgl. Ärtzteblatt, online).

Dolic bezeichnet ein Ergebnis als statistisch signifikant, wenn das Signifikanzniveau kleiner als 5% ist. Der p-Wert muss also kleiner als 0,05 sein ($p<0,05$) (vgl Dolic 2004, S. 174). Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Zusammenhang zwischen zwei Variablen durch Zufall entstanden ist, soll also weniger als 5% betragen.

7.3. Boxplot Diagramm

Ein Boxplot entsteht, indem alle ermittelten Daten der Größe nach angeordnet werden und das Minimum, das Maximum, das obere und untere Quartil und der Median, also der Wert, der in der Mitte der Liste steht, bestimmt werden. Das Boxplot besteht aus der Box und den sogenannten Whiskers. Die Länge der Box wird vom unteren und oberen Quartil bestimmt und als Interquartilsabstand bezeichnet.

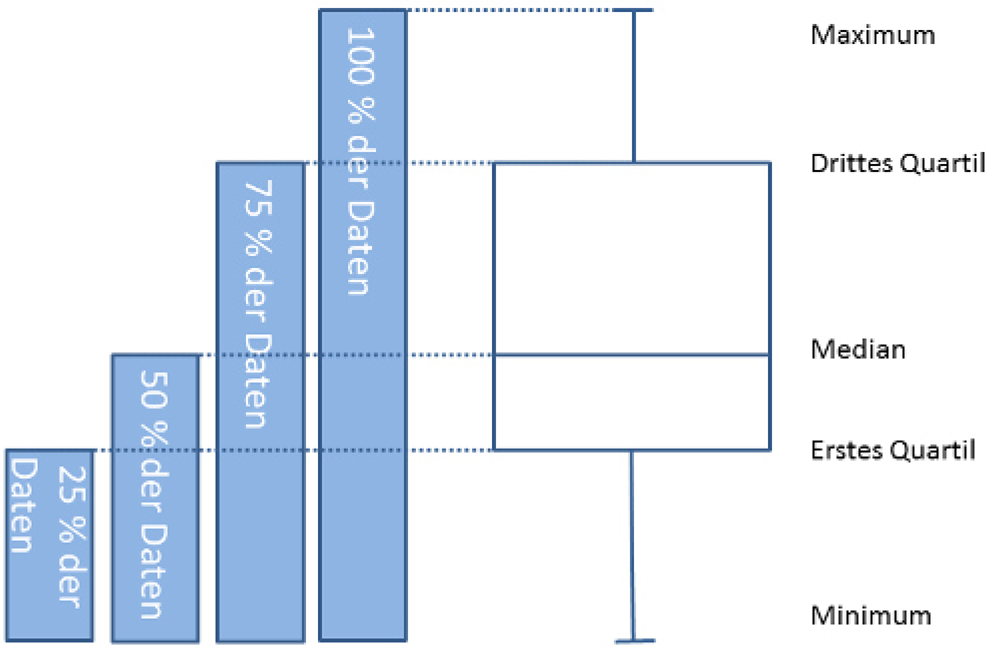


Abb. 7.1. Erklärung Boxplot Diagramm (Schnurr, online)

Der große Vorteil bei dieser Art der Veranschaulichung von Daten liegt darin, dass man nicht nur einen Durchschnitt aller Ergebnisse erhält, sondern auch die Streuung und die Verteilung der Ergebnisse nachvollziehen kann. Durch die Spannweite, also die Differenz von Maximum und Minimum, kann man zudem die Niveauunterschiede zwischen den besten und schlechtesten Testleistungen ersehen. In der „Box" befinden sich insgesamt 50% der gesamten Daten. 25% sind unter dem Median und 25% darüber. Dadurch hat man zusätzlich einen Einblick in die mittlere Leistung der Testpersonen.

8. Vorstellung und Interpretation der Untersuchungsergebnisse

In diesem Kapitel sollen die Ergebnisse der durchgeführten empirischen Studie vorgestellt und interpretiert werden. Zuerst wird auf die Zusammenhänge zwischen Selbst- bzw. Fremdeinschätzung und Testleistungen für das BRG Kepler und das Mathematical Duel eingegangen. Danach folgt ein Leistungsvergleich der beiden getesteten Gruppen.

8.1. Untersuchungsergebnisse BRG Kepler

In diesem Abschnitt werden nun die Ergebnisse der Testungen am BRG Kepler besprochen. Hierzu werden vor allem die Korrelationen zwischen Testleistungen und Selbst- bzw. Fremdeinschätzungen und der Note untersucht. Auch der Zusammenhang zwischen den unterschiedlichen Einschätzungen wird beleuchtet. Zusätzlich wird noch die Korrelation zwischen dem numerischen Teil des Intelligenztests und dem arithmetischen Teil besprochen. Eine Tabelle mit den genannten Korrelationen befindet sich in Anhang B.

Die Korrelation zwischen dem numerischen Teil des Intelligenztests, hier der Skala 05, und dem Mittelwert aller Punkte des arithmetischen Teils beträgt $r=0{,}433$ mit einer Signifikanz von $p=0{,}000$. Es besteht also ein mittlerer Zusammenhang zwischen numerischer Intelligenz und Arithmetik; dieser ist mit nur verschwindend geringer Wahrscheinlichkeit durch Zufall entstanden.

Ein solcher Zusammenhang zwischen numerischen und arithmetischen Fähigkeiten lässt darauf schließen, dass die Fähigkeit, im Kopf zu rechnen, nicht unwesentlich mit numerischer Intelligenz verknüpft ist. Ein Grund hierfür könnte sein, dass es für Menschen mit einer hohen numerischen Intelligenz sich leichter ist, Zahlen im Kopf zu jonglieren. Eine andere Begründung könnte jedoch sein, dass Menschen, die sich mit Zahlen beschäftigen und viel Kopfrechnen, auch ihre numerischen Fähigkeiten besser schulen und somit im Testteil zur numerischen Intelligenz besser abschneiden.

Zwischen numerischer Intelligenz und den verschiedenen Einschätzungen bzw. der Note bestehen folgende Zusammenhänge:

- IST 05 +Einschätzung selbst: r= -0,366 (p= 0,001)
- IST 05 + Einschätzung MitschülerInnen: r= -0,408 (p= 0,000)
- IST 05 + Einschätzung Lehrperson: r= -0,341 (p= 0,002)
- IST 05 + Semesternote Mathematik: r= -0,311 (p= 0,004)

Betrachtet man die Vorzeichen der Korrelationskoeffizienten r, so sieht man, dass es sich um negative Zusammenhänge handelt. Dies rührt daher, dass bei den Einschätzungen ein niedrigerer Wert besser ist und bei den Testergebnissen mehr Punkte bessere Leistungen bedeuten. All diese Korrelationen sind statistisch signifikant auf einem Niveau von 0,01, also $p<0,01$. Die Wahrscheinlichkeit, dass sie zufällig zustande gekommen sind, ist somit geringer als 1%.

Man kann deutlich sehen, dass je ein mittlerer negativer Zusammenhang zwischen numerischer Intelligenz und der Einschätzung bzw. der Mathematiknote besteht. Interessant ist jedoch, dass die Einschätzung der MitschülerInnen am stärksten mit der Testleistung bei der Skala 05 des I-S-T 2000 R korreliert. Dieses Ergebnis besitzt auch die höchste Signifikanz. Der geringste Zusammenhang besteht zwischen den Ergebnissen in diesem Testteil und der Semesternote in Mathematik.

Aus diesen Korrelationen ist also zu schließen, dass keine der untersuchten Einschätzungen eine zufriedenstellende Übereinstimmung mit numerischer Intelligenz besitzt. Die Semesternote der SchülerInnen konnte am schlechtesten widerspiegeln, inwieweit ihre numerische Intelligenz ausgeprägt ist. Dies zeigt, dass eine Note in vielen Fällen kein Zeugnis von bloßen Fähigkeiten ist; sie ist eine mehr oder weniger objektive Beurteilung von in der Schule erbrachten Leistungen.

Die MitschülerInnen konnten mit ihrer Einschätzung der mathematischen Begabung die höchste Übereinstimmung mit der numerischen Intelligenz erzielen. Sie sind möglicherweise objektivere BeobachterInnen, als es Lehrpersonen oder Betroffene selbst sind. Außerdem ist der Wert für die Einschätzung der MitschülerInnen ein Mittelwert aus mehreren Einzelbewertungen, womit man den Durchschnitt von mehreren Meinungen erhält. Dieser kann dann sehr viel aussagekräftiger und objektiver sein als ein Wert, der von einem einzelnen Beobachter genannt wird.

Obwohl die MitschülerInnen die beste Einschätzung der mathematischen Intelligenz gegeben haben, ist dieser Korrelationswert keines Wegs hoch per se. Er ist nur der höchste von allen ermittelten Werten. Hierbei muss gesagt werden, dass die SchülerInnen nach der mathematischen Begabung ihrer MitschülerInnen gefragt wurden (siehe Fragebogen, Anhang C) und nicht nach numerischer Intelligenz. Möglicherweise ist auch für die SchülerInnen klar, dass gute Leistungen im numerischen Teil eines Intelligenztests noch keine hinreichende Bedingung für mathematische Begabung sind und so haben sie ihre Einschätzungen nach anderen Kriterien vorgenommen.

Vergleicht man die Selbsteinschätzung der mathematischen Begabung mit den Fremdeinschätzungen und der Semesternote, so erhält man folgende Korrelationen:

- Einschätzung selbst + Einschätzung MitschülerInnen: r= 0,686 (p= 0,000)
- Einschätzung selbst + Einschätzung Lehrperson: r= 0,599 (p= 0,000)
- Einschätzung selbst + Semesternote Mathematik: r= 0,686 (p= 0,000)

Hier besteht jeweils ein hoher Zusammenhang. Die Korrelation zwischen der Selbsteinschätzung und der Einschätzung durch die Lehrperson hinkt den anderen beiden Zusammenhängen jedoch leicht hinterher. Hier ist der Zusammenhang also nicht ganz so stark wie bei Selbsteinschätzung und Einschätzung durch MitschülerInnen bzw. Selbsteinschätzung und Mathematiknote.

Es ist sehr spannend zu sehen, dass die Selbsteinschätzung so stark mit der Semesternote korreliert. Dies müsste bedeuten, dass sich ein großer Teil der SchülerInnen gerecht benotet fühlt bzw. sich selbst dieselbe Note in Mathematik geben würde. Die Ergebnisse könnten aber auch den Schluss rechtfertigen, dass das Selbstbild der SchülerInnen stark von den Schulnoten bzw. ihren Leistungen abhängt; dass also eine wechselseitige Kausalität vorliegt.

Auch zwischen der Selbsteinschätzung und der Einschätzung durch die MitschülerInnen besteht eine relativ starke Übereinstimmung. Eine mögliche Begründung dafür ist, dass die SchülerInnen das Bild, das sie von sich selbst haben, auch nach außen hin repräsentieren und somit die Wahrnehmung ihrer MitschülerInnen beeinflussen. Ein starkes Selbstvertrauen und eine hohe Einschätzung der eigenen Fähigkeiten könnten dazu führen, dass auch andere einen so wahrnehmen und als leistungsstark beurteilen.

Die Einschätzung der mathematischen Begabung durch die MitschülerInnen korreliert sehr stark sowohl mit der Einschätzung durch die Lehrperson als auch mit der Semesternote:

- Einschätzung MitschülerInnen + Einschätzung Lehrperson: r= 0,781 (p= 0,000)
- Einschätzung MitschülerInnen + Note: r= 0,829 (p= 0,000)

Die Peers und die Lehrperson haben also eine sehr ähnliche Einschätzung der mathematischen Begabung. Noch überraschender ist jedoch, dass die Korrelation zwischen Einschätzung durch die MitschülerInnen und Note so hoch ist. Dieser Wert ist von allen derjenige, der am nächsten bei 1 ist, was einer vollkommenen Übereinstimmung entsprechen würde. Überraschend ist dies deshalb, weil die MitschülerInnen mathematische Intelligenz besser einschätzen konnten, als die Note darüber Aufschluss gibt, und man hier nun doch eine sehr hohe Korrelation zwischen beiden hat.

Abschließend soll noch betrachtet werden, inwieweit die Einschätzung durch die Lehrperson mit der Semesternote in Mathematik übereinstimmt. Der Korrelationskoeffizient beträgt hier r= 0,802 mit einer Signifikanz von p= 0,000. Die Übereinstimmung ist also außerordentlich hoch und die Irrtumswahrscheinlichkeit praktisch nicht gegeben. Diese hohe Korrelation bestätigt die Aussagen der Fachliteratur, dass die Einschätzungen der Lehrpersonen sehr stark von den jeweiligen Schulleistungen beeinflusst sind. Es fällt ihnen möglicherweise schwer, von den erbrachten Leistungen abzusehen und das wahre Talent, auch eines unmotivierten Kindes, einzuschätzen.

8.2. Untersuchungsergebnisse Mathematical Duel

Auch bei den Untersuchungsergebnissen des Wettbewerbes Mathematical Duel wird die Übereinstimmung zwischen verschiedenen Werten geprüft. Hier wird wiederum die Korrelation zwischen numerischer Intelligenz und arithmetischen Fähigkeiten sowie Selbsteinschätzung untersucht. Des Weiteren wird die Platzierung beim Wettbewerb miteinbezogen.

Es ist vorwegzunehmen, dass diese Untersuchungsergebnisse weit weniger statistisch signifikant sind als die Ergebnisse des BRG Kepler. Dies könnte in erster

Linie daran liegen, dass die Stichprobengröße mit N=13 (Personen) nur sehr klein ist und somit keine besonders aussagekräftigen Ergebnisse liefern kann. Nichtsdestotrotz werden die Korrelationen und ihre Signifikanzen nun besprochen und es sei den LeserInnen überlassen, inwieweit sie die Daten als allgemeingültig ansehen wollen.

Für numerische Intelligenz wurde in dieser Stichprobe der Mittelwert aller drei Skalen des I-S-T 2000R, die darauf testen, gebildet. Zwischen den mittleren Ergebnissen des numerischen und des arithmetischen Tests besteht hier eine Korrelation von r= 0,602. Die Signifikanz beträgt p= 0,029, was bedeutet, dass sie auf einem Niveau von 0,05 signifikant ist. Ein Zustandekommen dieser Übereinstimmung durch Zufall hat also eine Wahrscheinlichkeit, die geringer als 5% ist.

Die Übereinstimmung zwischen numerischer Intelligenz und arithmetischen Fähigkeiten ist also sehr hoch. Sie ist sogar sehr viel höher als bei der Gruppe BRG Kepler. Eine mögliche Begründung dafür ist, dass alle TeilnehmerInnen des Wettbewerbes, die mit Sicherheit eine hohe numerische Intelligenz haben, sich sehr für Mathematik interessieren und sich auch stärker damit auseinandersetzen als die Testpersonen der Gruppe Kepler. Dadurch trainieren sie auch das Kopfrechnen, womit sie einen entscheidenden Vorteil bei den arithmetischen Tests haben. In der Testgruppe Kepler könnten sich einige SchülerInnen befunden haben, die zwar eine hohe numerische Intelligenz haben, aufgrund von mangelndem Training oder fehlenden Strategien beim Kopfrechnen jedoch schlecht abgeschnitten haben. Auch die umgekehrte Version wäre hier denkbar.

Die numerische Intelligenz stimmt mit der Selbsteinschätzung mit einem Korrelationswert von r= -0,426 überein. Es handelt sich also um eine gute mittlere Übereinstimmung. Aufgrund des schlechten Signifikanzwertes von p= 0,147 kann man dem Ergebnis jedoch nicht ausreichend vertrauen, weshalb hier nun nicht weiter darauf eingegangen wird.

Vergleicht man die Ergebnisse des numerischen Teils des Intelligenzstrukturtests mit der Platzierung beim Wettbewerb „Mathematical Duel“, so erhält man einen Korrelationskoeffizienten von r= -0,601. Dies entspricht einer hohen

Übereinstimmung. Trotz der kleinen Stichprobe ergibt sich hier ein Signifikanzwert von p= 0,030, womit die Irrtumswahrscheinlichkeit geringer als 5% ist.

Die numerische Intelligenz ist somit ein nicht unwesentlicher Faktor dafür, wie gut die TeilnehmerInnen beim Wettbewerb abschneiden konnten. Diese Fähigkeit hilft ihnen möglicherweise, die neuen und unbekannten mathematischen Probleme schneller zu verstehen und ihr vorhandenes Wissen zur Lösung desselben einzusetzen. Damit können sie in der vorhandenen Zeit die Aufgaben besser lösen und somit mehr Punkte erzielen.

Eine hohe Übereinstimmung besteht auch zwischen der Platzierung beim Mathematical Duel und dem Mittelwert aller Punkte beim arithmetischen Teil des Tests. Der Korrelationskoeffizient beträgt hier r= -0,612. Auch eine Signifikanz von p= 0,026 bestätigt, dass hier ein hoher Zusammenhang zwischen der Rangliste des Wettbewerbes und den rechnerischen Fähigkeiten der TeilnehmerInnen besteht, der nicht durch Zufall zustande gekommen ist.

Dieser hohe Zusammenhang ließe sich dadurch erklären, dass sowohl der Wettbewerb als auch der arithmetische Test Leistungsüberprüfungen sind, bei denen Fähigkeiten in tatsächliche Leistungen umgesetzt werden müssen. Auch hier kann man wieder damit argumentieren, dass es für beide Tests ein gewisses Auseinandersetzen mit Mathematik bedarf und dass motivierte, engagierte SchülerInnen hier im Vorteil sind.

Die Selbsteinschätzung der mathematischen Begabung korreliert mit der Platzierung beim Duell mit einem Wert von r= 0,464, was also eine mittlere und sogar beinahe eine hohe Übereinstimmung bedeutet. Wiederum ist jedoch die Signifikanz mit p= 0,110 nicht ausreichend, um dem Ergebnis große Bedeutung zumessen zu können.

Der Fragebogen zur Einschätzung der eigenen Begabung wurde beim Wettbewerb zwar vor der Bekanntgabe der Platzierungen durchgeführt, jedoch erst nachdem die TeilnehmerInnen den Wettbewerb absolviert hatten. Ihre Selbsteinschätzung könnte also von ihrem gefühlsmäßigen Abschneiden beim Wettbewerb beeinflusst worden sein. Andererseits hatten die SchülerInnen jedoch auch Zeit, sich untereinander auszutauschen, womit sie möglicherweise einen recht genauen Einblick darin gewinnen konnten, wie gut sie selbst im Vergleich zu anderen TeilnehmerInnen sind.

8.3. Vergleich der Ergebnisse von BRG Kepler und Mathematical Duel

Um die Ergebnisse der beiden unterschiedlichen Gruppen von Testpersonen vergleichen zu können, werden nun einzelne Werte, die in beiden Gruppen erhoben wurden, gegenübergestellt. Die meisten Werte werden anhand von Boxplot Diagrammen dargestellt, um eine möglichst detaillierte Einsicht in die Untersuchungsergebnisse zu bieten.

8.3.1. Numerische Intelligenz

Die Skala 05 des I-S-T 2000 R testet numerische Intelligenz anhand von Zahlenreihen. Bei der grafischen Darstellung der Ergebnisse der beiden Testgruppen kann man auf den ersten Blick gravierende Unterschiede feststellen.

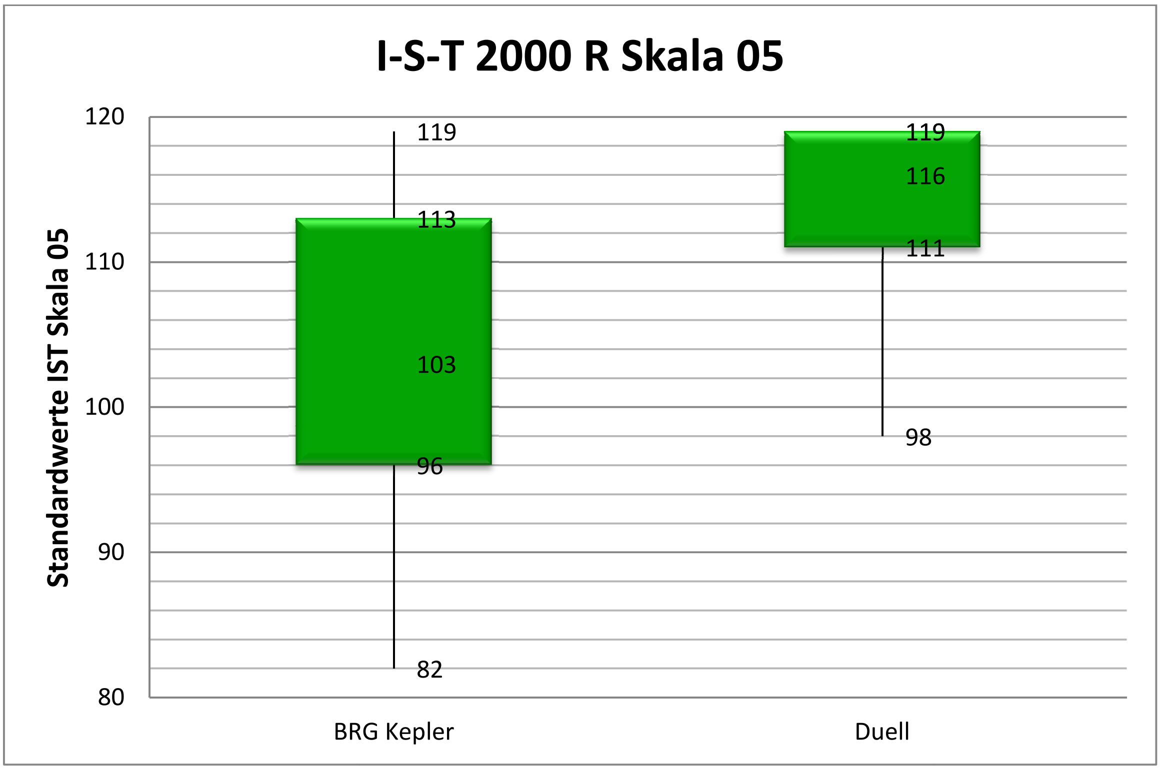


Abb. 8.1. Vergleich Standardwerte I-S-T 200 R Skala 05

Der Median der Gruppe Duell liegt 13 Punkte über jenem der Gruppe BRG Kepler, auch die Mittelwerte der Ergebnisse liegen mit 103 beim BRG und 113,54 beim Duell deutlich auseinander. Dies zeigt, dass bei den TeilnehmerInnen des Wettbewerbes ein deutlich höheres Niveau an mathematischer Intelligenz anzutreffen ist. Dieses Ergebnis ist allerdings nicht sehr überraschend, handelt es sich bei der Gruppe Duell schließlich um SchülerInnen, die ausgewählt wurden, um an einem mathematischen Wettbewerb teilzunehmen. Hohe mathematische Fähigkeiten sind mit Sicherheit ein Kriterium bei der Auswahl.

Auch die Spannweite der Ergebnisse zeigt deutliche Unterschiede. Im BRG Kepler beträgt die Spannweite zwischen dem besten und schlechtesten Ergebnis 37 Punkte, wogegen es beim Duell nur 21 sind. Die Streuung der Testleistungen ist also sehr unterschiedlich. Während die Diskrepanz zwischen den Schlechtesten und den Besten im BRG sehr deutlich ist, ist diese bei den WettbewerbsteilnehmerInnen deutlich geringer. Die Gruppe Duell ist also leistungsmäßig homogener als die Gruppe BRG Kepler. Der Grund hierfür ist aller Wahrscheinlichkeit nach, dass beim Mathematical Duel eher nur diejenigen teilnehmen, die ein gewisses Maß an numerisch-mathematischer Intelligenz besitzen. In den 5. und 6. Klassen des BRG Kepler sitzen hingegen auch SchülerInnen, deren Stärken nicht unbedingt im mathematischen Bereich liegen.

Betrachtet man die Minima bzw. Maxima der beiden Gruppen, so springt sofort ins Auge, dass die schlechtesten der Duell-Teilnehmer deutlich besser als die schlechtesten der Kepler-SchülerInnen sind. Ihre Ergebnisse liegen sogar leicht über der Grenze des unteren Quartils des BRG, was bedeutet, dass die Schlechtesten des Wettbewerbes immer noch besser sind als die untersten 25% der SchülerInnen des BRG. Die beiden Maxima hingegen sind identisch. Daraus lässt sich schließen, dass je die Besten des BRG und des Wettbewerbes gleich gute Leistungen bei der Skala 05 des I-S-T 2000 R zeigten. Es gibt also hier und dort Getestete, die exzellente Leistungen gezeigt haben. Einzelne SchülerInnen der Testgruppe BRG hätten, wenn man nur die mathematische Intelligenz betrachtet, also durchaus das Zeug dazu, beim Wettbewerb teilzunehmen.

Untersucht man nun die Box selbst, so sieht man, dass auch bei den mittleren 50% der TeilnehmerInnen des BRG Kepler eine große Differenz besteht. Der Interquartilsabstand beträgt hier 17, wogegen er bei der Gruppe Duell nur 8 beträgt. Auch im mittleren Leistungsbereich sind also die Niveauunterschiede im BRG deutlich stärker als beim Wettbewerb.

Auffällig ist auch, dass das obere Quartil und das Maximum bei den TeilnehmerInnen des Duells identisch sind. Der oder die Beste und die obersten 25% brachten also identische Leistungen im Test. 75% der Getesteten der Gruppe Duell teilen sich bei der Punktzahl eine Intervalllänge von nur 8, wogegen die untersten 25% sich über ein Intervall von 13 Punkten erstrecken. Die Duell-TeilnehmerInnen sind also in Summe numerisch hoch intelligent. Eine weniger stark ausgeprägte Intelligenz in diesem Bereich findet sind unter den WettbewerbsteilnehmerInnen jedoch seltener. Dies ist wiederum ein Hinweis darauf, dass numerische Intelligenz ein ausschlaggebender Faktor dafür ist, am Wettbewerb teilnehmen zu können.

Besonders spannend ist, dass 75% der Duell-TeilnehmerInnen einen Wert von über 111 erreichen konnten. Im Gegensatz dazu schafften nur 25% der TeilnehmerInnen des BRG Kepler einen Wert von über 113. Dies liefert den deutlichsten Hinweis dafür, dass die Mehrzahl der SchülerInnen, die am Mathematical Duel teilgenommen haben, eine viel höhere mathematische Intelligenz besitzt, als die durchschnittlichen SchülerInnen des BRG Kepler.

8.3.2. Räumliche Intelligenz

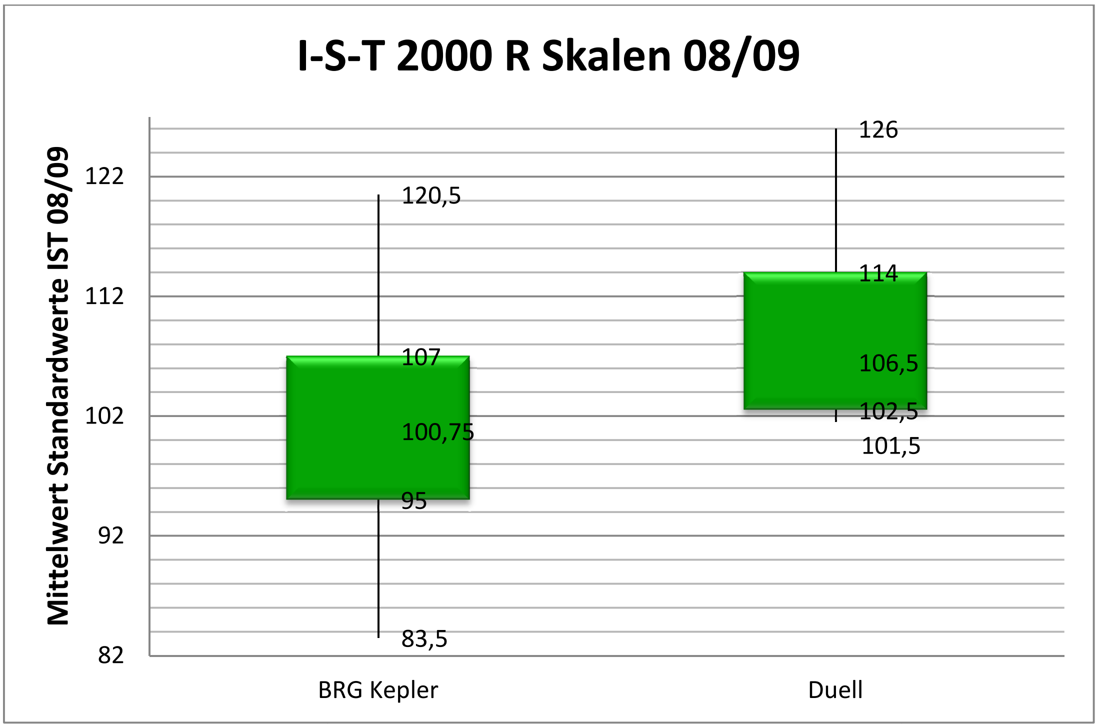


Abb. 8.2. Vergleich Mittelwerte der Standardwerte I-S-T 2000 R Skalen 08 und 09

Beide Testgruppen absolvierten die Skalen 08 und 09 des Intelligenzstrukturtests, weshalb zur Bestimmung und zum Vergleich der räumlichen Intelligenz für jede Testperson der Mittelwert der beiden Testergebnisse gebildet wurde. Diese Werte sollen nun, aufgespalten in BRG Kepler und Duell, gegenübergestellt werden.

Die Minima und Mittelwerte (hier: 101,24 bei BRG und 109,77 bei Duell) haben bei der räumlichen Intelligenz in etwa dieselben Abstände wie bei der Skala 05. Dies bedeutet, dass sowohl die mittleren als auch die schwächsten Leistungen in ähnlichem Verhältnis zueinander stehen wie beim Testteil zur numerischen Intelligenz. Die Duell-TeilnehmerInnen haben also bei der räumlichen Intelligenz vergleichbar besser abgeschnitten als beim numerischen Test.

Interessant ist bei den Skalen 08/09 vor allem, dass die Maxima von BRG und Duell einen deutlichen Unterschied aufweisen. Die besten Leistungen des Duells sind um 5,5 Punkte besser als die besten des BRG Kepler. Dies zeigt klar, dass einzelne TeilnehmerInnen des Wettbewerbes in Puncto räumlicher Intelligenz einen deutlichen Vorsprung zu den Kepler-SchülerInnen haben.

Besonders ins Augenmerk fällt, dass das Minimum des Duells höher ist als der Median der Gruppe BRG. Dadurch zeigt sich, dass alle Getesteten des Duells im räumlichen Testteil besser abgeschnitten haben als die untersten 50% des BRG Kepler. Sogar die Schlechtesten haben also eine höhere räumliche Intelligenz als die Hälfte der TeilnehmerInnen des BRG Kepler. Dies liefert einen Hinweis darauf, dass ihre räumliche Intelligenz deutlich stärker ausgeprägt ist und möglicherweise ein wesentlicher Faktor für mathematische Begabung sein kann, die bei den Duell-TeilnehmerInnen zweifellos in erhöhtem Maße vorhanden ist.

Auch hier ist die Spannweite des BRG Kepler mit 36,5 deutlich größer als die des Wettbewerbes mit 24,5. Der Unterschied zwischen den besten und schlechtesten Testleistungen ist im BRG also wieder größer als bei den TeilnehmerInnen des Wettbewerbes. Hier ist wieder ersichtlich, dass die Gruppe Duell leistungsmäßig sehr viel homogener ist, was auch ihrer spezifischen Auswahl zuzuschreiben ist.

Viel interessanter ist jedoch, dass die Schlechtesten und Besten der untersten 75% des Duells nur 12,5 Punkte auseinander liegen und die oberen 25% sich ebenfalls über 12 Punkte erstrecken. Die Leistungen in den unteren drei Vierteln des

Leistungsbereiches sind also sehr viel näher beieinander als im oberen Viertel. Im obersten Leistungsbereich streuen die Ergebnisse viel stärker, was bedeutet, dass es hier trotz des hohen Niveaus immer noch deutliche Unterschiede gibt. Beim BRG Kepler hingegen erstrecken sich die untersten 25% über 11,5 Punkte, die mittleren 50% über 12 Punkte und die obersten 25% über 12,5 Punkte. Die mittleren 50% der UntersuchungsteilnehmerInnen liegen also auch punktemäßig relativ genau im mittleren Drittel.

8.3.3. Arithmetische Fähigkeiten

Der arithmetische Teil des Tests war aufgeteilt in Arithmetic Skills Facts und Atrithmetic Skills Procedural und wird dementsprechend auch getrennt betrachtet. Es wurde jeweils der Durchschnitt der drei Einzeltests (Multiplikation, Addition und Subtraktion) gebildet, der nun zum Vergleich herangezogen wird.

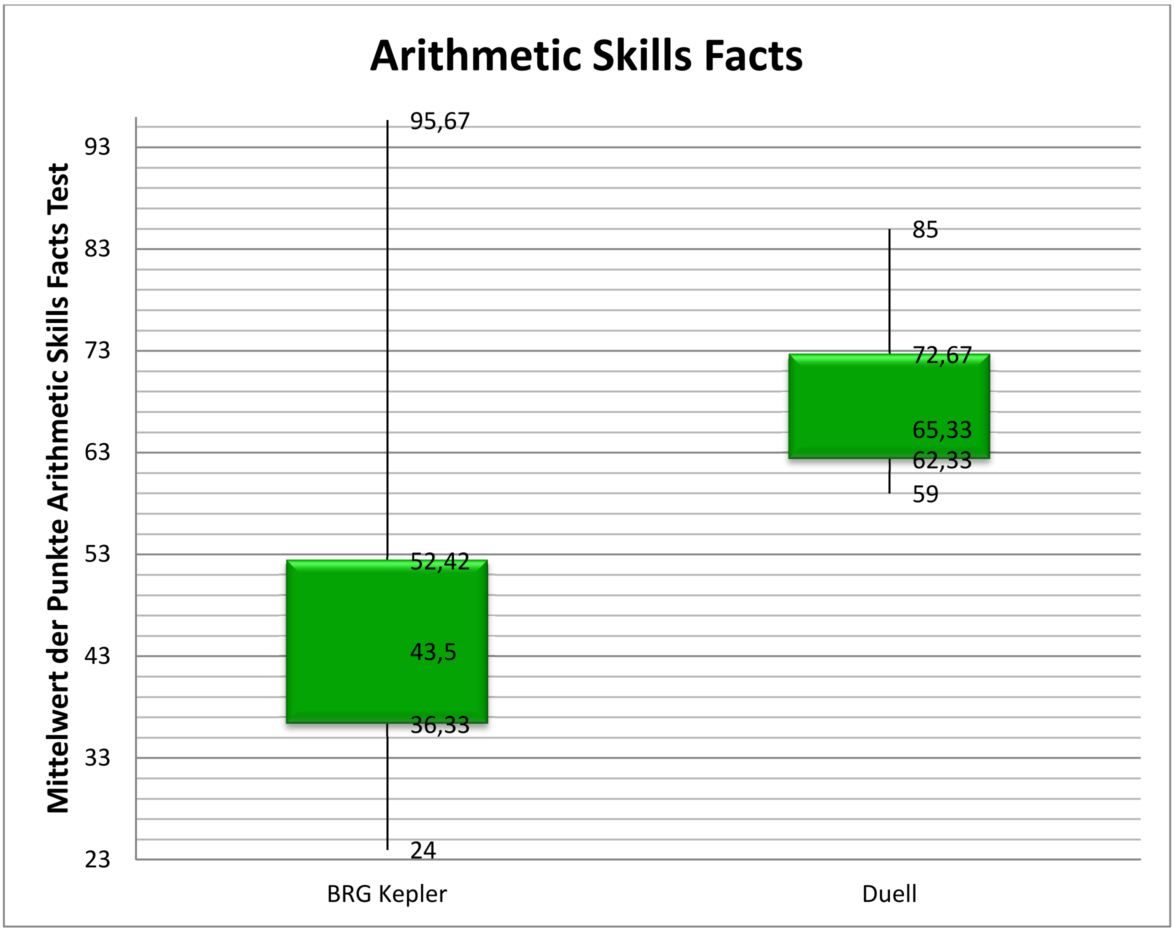


Abb. 8.3. Vergleich Mittelwerte Arithmetic Skills Facts Test

Als erstes werden die Arithmetic Skills Facts besprochen. Bei der Gegenüberstellung dieser Testergebnisse des BRG und des Duells fällt sofort der extreme Unterschied zwischen den beiden Spannweiten auf. Diese beträgt 26 Punkte bei den TeilnehmerInnen des Duells und stolze 71,67 Punkte bei den BRG Kepler SchülerInnen. Die Differenz zwischen den Besten und Schlechtesten dieses Tests ist im BRG also extrem. Beim Duell hingegen beträgt der Unterschied nur gut ein Drittel davon, woraus wieder zu schließen ist, dass das Niveau der WettbewerbsteilnehmerInnen deutlich homogener ist als das der SchülerInnen des Kepler.

Die Mittelwerte, die 45,18 im Kepler und 68,10 beim Wettbewerb betragen, spiegeln dasselbe wider wie die Mediane. Durchschnittlich erreichten die Duell-TeilnehmerInnen über 20 Punkte mehr als die SchülerInnen des Kepler und konnten somit klar zeigen, dass sie in diesem Test deutlich besser waren. Sie waren deutlich besser in der Lage, Faktenwissen über das Einmaleins abzurufen und schnell zu Papier zu bringen. Dies mag vor allem an der Übung liegen.

Der Unterschied zwischen den Minima von Kepler und Duell ist ebenso eindeutig; er beträgt ganze 35 Punkte. Die Schlechtesten des Duells konnten also immer noch sehr viel mehr Aufgaben richtig lösen als die Schlechtesten des BRG. Sie konnten sogar mehr Aufgaben richtig lösen als über 75% der SchülerInnen des BRG. Alle WettbewerbsteilnehmerInnen liegen punktemäßig über dem oberen Quartil der Kepler-SchülerInnen. Die Schlechtesten erbrachten also bessere Leistungen als mehr als 75% der TeilnehmerInnen des BRG, was wiederum klar zeigt, dass die Duell-Testpersonen sehr viel bessere Kopfrechner sind als die Kepler SchülerInnen.

Betrachtet man die Maxima, so sieht man, dass der Unterschied zwischen Kepler und Duell 10,67 beträgt. Überraschend ist hierbei jedoch, dass die Gruppe mit der besseren Maximalleistung die Gruppe BRG Kepler ist. Obwohl das Kepler in diesem Test insgesamt sehr viel schlechter abgeschnitten hat als die TeilnehmerInnen des Duells, so kann man klar erkennen, dass Einzelne oder ein Einzelner bzw. eine Einzelne ein überragend hohes Ergebnis erzielt hat. Diese Top-Leistungen treiben die Spannweite nach oben und strecken die Lücke zwischen Maximum und Minimum.

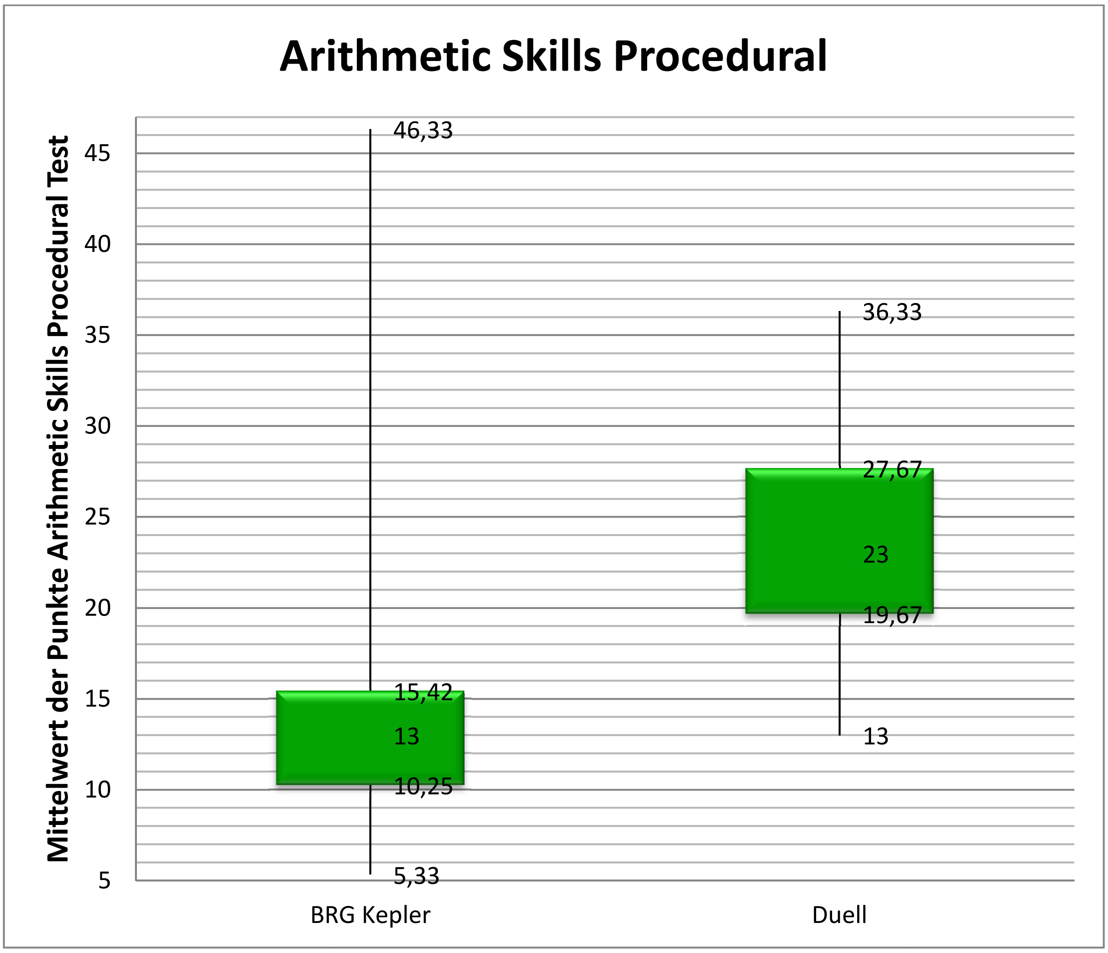


Abb. 8.4 Vergleich Mittelwerte Arithmetic Skills Procedural Test

Kommt man nun zur grafischen Darstellung der Ergebnisse des Arithmetic Skills Procedural Test, so kann man durchaus Ähnlichkeiten zum Arithmetik Skills Testteil wahrnehmen. Wiederum sind die Spannweiten deutlich unterschiedlich. Beim BRG Kepler beträgt die Spannweite nun 41 Punkte und beim Duell 23,33. Die Spannweite des Duells beträgt nun zwar gut die Hälfte von der des BRG und nicht mehr, wie im Arithmetic Skills Facts Test, ein Drittel, dies ist aber aufgrund der geringeren erreichten Punktezahlen trotzdem sehr aussagekräftig. Es ist also wieder der Fall, dass die Leistungen des Duells sehr viel weniger streuen als die des BRG.

Sowohl die Mediane als auch die Mittelwerte (13,84 beim BRG und 23,69 beim Duell) liegen 10 Punkte auseinander. Man kann daran deutlich erkennen, dass die mittlere Leistung der Kepler-SchülerInnen der der WettbewerbsteilnehmerInnen klar hinterher hinkt.

Spannend ist hier, dass die Minima der beiden Gruppen eine relativ geringe Diskrepanz von lediglich 7,67 Punkten aufweisen. Die Schlechtesten des BRG Kepler sind somit nicht allzu weit hinter den Schlechtesten des Duells. Bei diesem Testteil ist der Unterschied der Maxima überraschend hoch, obwohl er bei den bisherigen Teilen immer relativ gering war. Hier beträgt der Unterschied ganze 10 Punkte, was hinsichtlich der insgesamt höchsten erreichten Punktezahl sehr viel ist. Das höhere Maximum von 46,33 Punkten gehört zur Gruppe Kepler. Wiederum kann man also vermuten, dass Einzelne oder ein Einzelner bzw. eine Einzelne besonders herausragende Ergebnisse erzielt haben/hat und somit das Maximum nach oben verschoben wurde. Es gibt also nicht nur unter den WettbewerbsteilnehmerInnen brillante Kopfrechner; auch wenn beim Duell die Dichte der guten Rechner sehr viel höher ist, so hat auch das BRG einzelne SchülerInnen, die hier exzellente Ergebnisse erzielen konnten.

Bei genauerer Betrachtung der beiden Boxen lässt sich feststellen, dass zum ersten Mal der Interquartilsabstand der Gruppe Kepler kleiner ist als der der Gruppe Duell. Bei diesem Testteil ist es also das BRG Kepler, bei dem die mittleren 50% des Leistungsbereiches sehr eng beieinander liegen. Die Ergebnisse der mittleren 50% der Duell-TeilnehmerInnen streuen erstmals mehr, obwohl die gesamte Spannweite hier wesentlich niedriger ist als beim BRG. Unter den mittleren 50% der WettbewerbsteilnehmerInnen gibt es also trotz ihrer relativen Homogenität deutliche Unterschiede bei der Kopfrechenleistung. Die mittleren Leistungen des BRG Kepler sind hingegen beinahe identisch.

8.3.4. Ordinality Tests

Wie bei allen vorherigen Ergebnissen ist auch bei den Ordinality Tests die Spannweite jeweils deutlich verschieden. Beim Zahlen-Teil beträgt sie 56 Punkte beim BRG und 43 Punkte bei der Gruppe Duell. Im Punkte-Teil unterscheiden sich die Besten und Schlechtesten des BRG um 31 und die des Duells um 20. Wie bisher ist die Gruppe der Duell-TeilnehmerInnen also deutlich homogener in ihrer Leistung als die Gruppe des BRG Kepler.

Die Mittelwerte des Zahlen-Teils, die 37,67 beim BRG und 48,85 beim Duell betragen, verhalten sich wieder ähnlich wie die Mediane und zeigen an, dass die Gruppe Duell durchschnittlich um 10 Punkte besser war als die Gruppe Kepler. Beim Punkte Teil verhält es sich mit Mittelwerten von 19,83 beim Kepler und 29,23 beim Duell exakt gleich.

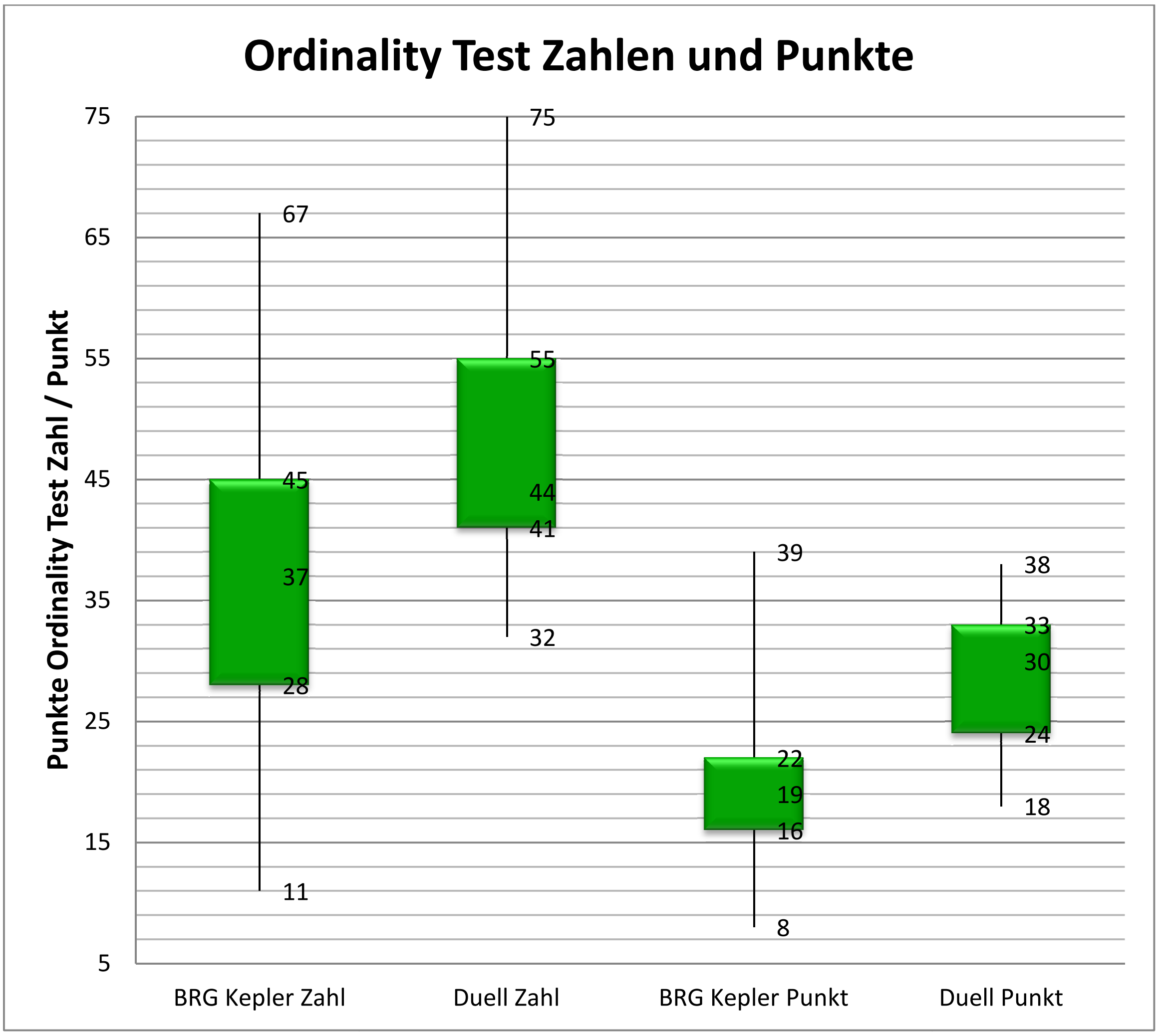


Abb. 8.5. Vergleich Ordinality Test Zahlen / Punkte

Kommt man zu den Unterschieden der Minima, sieht man, dass diese beim Zahlen-Teil 21 und beim Punkte-Teil 10 betragen. Diese Diskrepanz scheint auf den ersten Blick hoch, doch die jeweiligen Verhältnisse zu maximal erreichten Punktzahlen im Testteil sind ähnlich. Vergleicht man die Maxima, so sieht man, dass sich die Höchstleistungen der beiden Gruppen im Zahlen-Teil doch deutlich unterscheiden. Im Punkte-Teil unterscheiden sich die Maxima jedoch nur um einen Punkt. Hier sind die Besten des Tests also sehr eng beieinander.

8.3.5. Selbsteinschätzung der mathematischen Begabung

Beide Gruppen von TestteilnehmerInnen wurden je zu ihrer eigenen mathematischen Begabung befragt. Wie sich jeweils diese Einschätzungen verteilen und wo die Unterschiede in den jeweiligen Selbsteinschätzungen der Gruppen liegen, wird im Folgenden betrachtet.

Zu allererst sei vorweggenommen, dass die Mittelwerte der Selbsteinschätzung 2,71 beim BRG Kepler und 2,77 beim Mathematical Duel betragen. Sie sind also annähernd gleich, wobei sich die TeilnehmerInnen des Duells geringfügig als schlechter eingeschätzt haben als die Kepler-SchülerInnen.

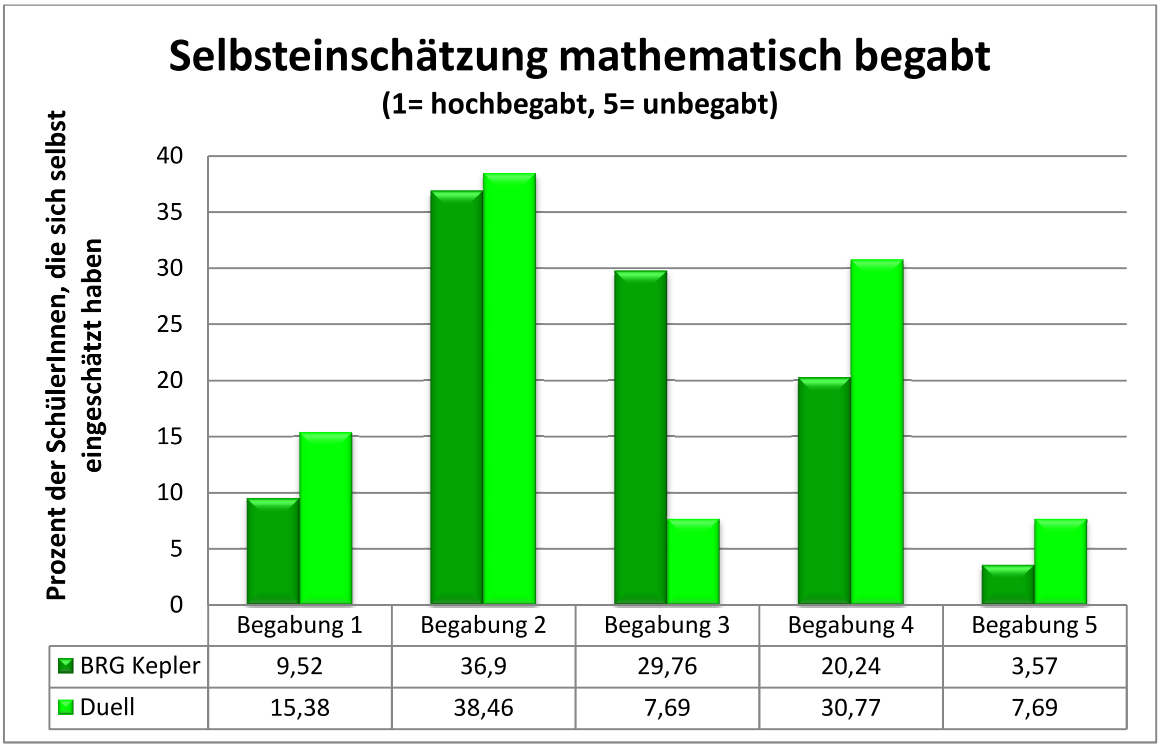


Abb. 8.6. Vergleich Selbsteinschätzung mathematische Begabung

Anhand der Grafik ist ersichtlich, dass sich die Gruppe Duell häufiger selbst mit 1 und 5 bewertet hat, als es bei der Gruppe Kepler der Fall war. Speziell die eigene Bewertung mit 5 bei der Gruppe Duell überrascht, wurden dort schließlich ausgewählte SchülerInnen getestet, die sich auch in ihrer Freizeit für Mathematik begeistern und von ihren Schulen zu einem mathematischen Wettbewerb entsandt wurden. Prozentual gibt es auch mehrere SchülerInnen des Duells, die sich mit 2 oder 4 bewertet haben. Mit 3, also mit der Mitte zwischen hochbegabt und unbegabt, haben sich nur 7,69 Prozent bewertet; dies entspricht bei einer Stichprobengröße von nur 13 genau einer Person.

Zwei Drittel der Kepler-SchülerInnen haben sich selbst mit 2 oder 3 bewertet und sehen sich somit im mittleren bis leicht überdurchschnittlichen Bereich. Weitet man die Beobachtung auch auf die Note 4 aus, so befinden sich ganze 86,9 Prozent der getesteten Personen in diesem Bereich. Beinahe 87% der SchülerInnen sagen also, sie sind weder hochbegabt noch absolut unbegabt in Mathematik.

Bei der Gruppe BRG Kepler schätzten sich knapp 24% der SchülerInnen mit 4 oder 5 ein, meinen also, sie seien leicht oder stark unbegabt für Mathematik. Unter den WettbewerbsteilnehmerInnen waren dies sogar beinahe 38,5%, was ein sehr überraschender Wert ist, ging es hier schließlich um einen mathematischen Wettbewerb.

Der Prozentsatz der WettbewerbsteilnehmerInnen, die sich mit 1 oder 2 bewertet haben, sich also als mathematisch begabt einschätzen, liegt bei 53,84%. Bei den Kepler-SchülerInnen sind es 46,42%. Als mathematisch eher unbegabt, also mit 4 oder 5, bewerteten sich 38,46% der Duell TeilnehmerInnen und 23,81% der SchülerInnen des BRG. Hinsichtlich ihrer sehr viel höheren Leistungen in allen vorgestellten Tests haben sich die Duell-TeilnehmerInnen also deutlich schlechter eingeschätzt, als es die BRG Kepler Testpersonen getan haben. Dieses Ergebnis bestätigt die in Kapitel 3.2.2.4. genannte Aussage, dass hochbegabte Menschen eher dazu tendieren, ihre Fähigkeiten leicht zu unterschätzen. Weniger Begabte schätzen ihr Können dagegen tendenziell etwas höher ein als es tatsächlich ist.

III. Teil

Schlussbemerkungen

9. Conclusio

Das abschließende Kapitel dieser Diplomarbeit dient der Zusammenfassung der aus der Arbeit gewonnenen Erkenntnisse. Die drei Forschungsfragen sollen anhand der Ergebnisse der durchgeführten empirischen Studie beantwortet werden.

9.1. Beantwortung der Forschungsfragen

In diesem Kapitel werden die in Kapitel 1.1. formulierten Forschungsfragen noch einmal dargestellt und beantwortet. Die Beantwortung der drei Forschungsfragen folgt dabei aus den in Kapitel 8 vorgestellten Ergebnissen der empirischen Untersuchung.

Zur Beantwortung der ersten beiden Forschungsfragen werden die in 8.1. vorgestellten Ergebnisse des BRG Kepler herangezogen. Die Einzelergebnisse des Mathematical Duel werden hier aufgrund ihrer geringen Aussagekraft nicht beachtet.

F1: Inwieweit stimmen die Selbst- und Fremdeinschätzungen der mathematischen Begabung bzw. die Mathematiknote mit den jeweiligen Testleistungen überein?

Die Korrelationen, die sich aus dem Vergleich der Ergebnisse des numerischen Teils des Intelligenztests und den Selbst- und Fremdeinschätzungen der mathematischen Begabung und der Mathematiknote ergeben, liegen alle zwischen -0,311 und -0,408. Sie sind somit zwar im mittleren Bereich, von einer hohen Übereinstimmung kann hier jedoch nicht gesprochen werden. Die Einschätzungen können die numerische Intelligenz also nicht ausreichend genau widerspiegeln.

Die beste Einschätzung der mathematischen Begabung konnten laut Testergebnissen die MitschülerInnen abgeben. Dies resultiert vor allem daraus, dass hier keine Einzelmeinung zu tragen kam, sondern der Mittelwert aus mehreren individuellen Einschätzungen. Außerdem haben die MitschülerInnen möglicherweise einen objektiveren Blick auf ihre KlassenkameradInnen, als es Lehrpersonen haben.

Sowohl die Selbsteinschätzung als auch die Einschätzung durch die Lehrperson sind nur knapp über dem mittleren Bereich der Übereinstimmung mit der numerischen

Intelligenz. Beide können also nur schwer die mathematische Begabung einschätzen. Am schlechtesten ist die Korrelation zwischen den Ergebnissen der Skala 05 des I-S-T 2000 R und der Mathematiknote. Mit einem Korrelationswert von r= -0,311 ist klar, dass die Note von allen Einschätzungen am wenigsten über die mathematische Intelligenz aussagt.

Alle untersuchten Einschätzungen haben keine hinreichend hohe Übereinstimmung mit der mathematischen Intelligenz. Sie sind also als alleiniges Mittel zur Begabtenfindung unzureichend. Eine gemeinsame Nominierung von potenziell begabten SchülerInnen durch die Lehrperson, die MitschülerInnen und die Betroffenen selbst könnte bei der Identifikation von Begabung allerdings hilfreich sein, sofern die Ergebnisse durch valide Tests geprüft werden.

F2: Wie hängen die verschiedenen Einschätzungen der mathematischen Begabung untereinander zusammen?

Alle Korrelationen zwischen den verschiedenen Einschätzungen, also Selbsteinschätzung, Einschätzung durch die MitschülerInnen und die Lehrperson sowie durch die Mathematiknote, liegen im Bereich von 0,599 und 0,829. Sie sind also allesamt sehr hoch. Die unterschiedlichen Einschätzungen sind sich also zu großen Teilen sehr ähnlich.

Als Grund für die hohe Übereinstimmung von r=0,686 zwischen Selbsteinschätzung und Mathematiknote kann genannt werden, dass die SchülerInnen ihr Selbstbild über die in der Schule erbrachten Leistungen definieren. Dieses Bild strahlen sie dann an die MitschülerInnen aus, woraus sich eine Korrelation von 0,686 zwischen Selbstbild und Einschätzung durch die MitschülerInnen ergibt.

Auch die Übereinstimmungen zwischen Einschätzung durch die MitschülerInnen und Einschätzung durch die Lehrperson bzw. Einschätzung durch die MitschülerInnen und Note sind mit Werten nahe r= 0,8 sehr hoch. Die Mathematiknote, die ja von der Lehrperson vergeben wird, hat also auch einen hohen Einfluss auf die Einschätzung durch die MitschülerInnen.

Geht man von der in der Literatur genannten These aus, dass LehrerInnen die Einschätzung von Begabung und die Schulnote nur schwer trennen können, so ist die hohe Übereinstimmung zwischen LehrerInneneinschätzung und Note wenig überraschend. Mit der numerischen Intelligenz stimmten die Einschätzungen der Lehrpersonen allerdings wenig überein. Die Meinungen der Lehrpersonen sind somit zu großen Teilen von den erbrachten Schulleistungen beeinflusst.

Es ist klar ersichtlich, dass die Einschätzungen untereinander allesamt eine sehr hohe Übereinstimmung haben. Daraus kann man schließen, dass die Meinungen über die mathematische Begabung der SchülerInnen recht einheitlich sind. Hat sich ein Bild über die Begabung eines Individuums erst etabliert, so nimmt das Umfeld dieses Bild auch an und sieht den Schüler bzw. die Schülerin auch in genau diesem Licht.

F3: Wurden die „richtigen" SchülerInnen für die Teilnahme am Wettbewerb Mathematical Duel ausgewählt? Konnten die Duellanten also im durchgeführten Test sehr viel bessere Leistungen erbringen als die SchülerInnen des BRG Kepler?

Wie in Kapitel 8.3. deutlich zu sehen war, konnten die TeilnehmerInnen des Mathematical Duel in allen Komponenten des durchgeführten Tests sehr viel bessere Ergebnisse erzielen. Die durchschnittliche Testleistung der Duell-TeilnehmerInnen liegt in jedem Teil deutlich über der der Kepler-SchülerInnen. Selbst diejenigen unter den Duellanten, die im Test am schlechtesten abgeschnitten haben, waren noch deutlich besser als viele der SchülerInnen des BRG.

Auch unter den Getesteten des BRG Kepler gab es jedoch SchülerInnen, die exzellente Leistungen erbrachten. Sie konnten in den meisten Testteilen mit den WettbewerbsteilnehmerInnen mithalten und sie im arithmetischen Teil sogar übertrumpfen.

Die dritte Forschungsfrage kann klar mit „Ja" beantwortet werden. Es ist deutlich zu sehen, dass die Duell-TeilnehmerInnen bessere Leistungen im Begabungstest erbrachten. Dies liegt wohl zum einen an ihrer grundlegenden Begabung für Mathematik, zum anderen aber auch sicherlich an ihrem Interesse und an ihrer speziellen Förderung, die sie im Rahmen der Teilnahme an mathematischen Wettbewerben erhalten. Es gab, wie an den Testergebnissen ersichtlich, aber auch SchülerInnen unter den Getesteten des BRG, die durchaus das Talent für die Teilnahme am Mathematical Duel hätten.

9.2. Limitationen und Ausblick

Die empirische Untersuchung, die der vorliegenden Arbeit zugrunde liegt, wurde an einer Stichprobengröße von insgesamt 97 Personen durchgeführt. Dies ist zwar eine akzeptable Anzahl an ProbandInnen, doch kann man aus dieser Stichprobe keine Allgemeingültigkeit der Untersuchungsergebnisse konstatieren.

Auch der Aufbau und die Art des Tests könnten von Kritikern angefochten werden. Es handelte sich schließlich um einen Test, der genau eine richtige Antwort zulässt, was laut manchen Begabungsforschern zu restriktiv ist, um die Kreativität mathematischer Tätigkeiten abzudecken.

Trotz der Limitationen konnte diese Arbeit aufzeigen, dass das Erkennen von Begabung wichtig ist und Förderungen in jedem Fall gewinnbringend für die SchülerInnen sind. Man konnte sehen, dass die TeilnehmerInnen des Mathematical Duel deutlich bessere Leistungen in den Tests erzielten. Ihre mathematischen Fähigkeiten sind also Dank der Förderung, die sie im Rahmen der Wettbewerbsvorbereitung erhalten, viel stärker ausgeprägt. Außerdem hatten die SchülerInnen Spaß an der Teilnahme am Wettbewerb und konnten zum Teil auch große Erfolge erzielen, was ihrer Motivation und ihr Selbstvertrauen enorm stärkt.

Speziell Lehrpersonen sollten aus diesen Gründen besser darin geschult werden, begabte Kinder zu erkennen und individuelle Fördermaßnahmen einzuleiten. Damit soll garantiert werden, dass möglichst viele Kinder mit einem besonderen Talent die Möglichkeit erhalten, dieses auch zu entfalten und auf ihrem Gebiet herausragende Leistungen zu erbringen.

Verzeichnisse

Literaturverzeichnis

Allabauer, Kurt / Pehofer, Johann (1999). „Identifikation und Förderung von Begabung im Primar- und Sekundarbereich. Endbereicht des gleichnamigen Tatsachenforschungsprojekts“. In: *Theorie & Praxis. Texte zur Lehrerbildung 13*. Wien: BWK.

Alvarez, Christiane (2007). *Hochbegabung: Tipps für den Umgang mit fast normalen Kindern*. München: DTV

Amthauer, Rudolf / Brocke, Burkhard / Liepmann, Detlev / Beauducel, André (2001). *I-S-T 2000 R*. Göttingen, Bern, Toronto, Seattle: Hogrefe.

Ärzteblatt.de (online). http://www.aerzteblatt.de/archiv/41130. [23.04.2016]

Bardy, Peter (2007). *Mathematisch begabte Grundschulkinder*. München: Eldevier GmbH.

Boring, Edwin (1923). "Intelligence as the Tests Test It". In: *New Republic* 36 (S.35-37).

Brunner, Esther / Gyseler, Dominik / Lienhard, Peter (2005). *Hochbegabung – (k)ein Problem? Handbuch zur interdisziplinären Begabungs- und Begabtenförderung*. Zug: Klett und Balmer.

Buch, Susanne (2008). „Besondere Begabungen: Diagnostische Kompetenzen pädagogischer Fachkräfte“. Vortrag beim Fachforum Ministerien der Karg Stiftung. Saarbrücken.

Busch, Karin / Reinhart, Ulrike (2006). „Begabungsförderung in jahrgangsgemischten Lerngruppen. Opas Pädagogik oder zukunftsorientierter Reformansatz in der Grundschule?“ In: Fragner, Josef. *Schriften der Pädagogischen Akademie des Bundes in Oberösterreich*. Linz: Trauner

Buschmann, Renate (2006). „‘Ich melde mich‘. Schülerinnen und Schüler beobachten und bewerten sich selbst.“ In: *Diagnostizieren und Fördern*. Friedrich Jahresheft XXIV. Berlin: Duden Paetec Schulbuchverlag. S. 125-127.

Claus, G. / Ebner, H. (1971). *Grundlagen der Statistik für Psychologen, Pädagogen und Soziologen*. Berlin: Volk und Wissen Volkseigener Verlag.

Devlin, Keith (2001). *Das Mathe-Gen*. Stuttgart: J.G. Cotta'sche Buchhandlung Nachfolger GmbH.

Dolic, Dubravko (2004). *Statistik mit R: Einführung für Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler*. München: Oldenbourg.

Feger, Barbara (1988). *Hochbegabung : Chancen und Probleme*. Bern: Huber.

Fleiß, Ida (2003). *Hochbegabung und Hochbegabte – mit Berichten Betroffener*. Marburg: Tectum Verlag

Freudenthal, Hans (1982). „Mathematik – eine Geisteshaltung". In: *Grundschule*, Heft 4. S. 140-142.

Freund, Philipp A. / Kasten, Nadine (2011). „How smart do you think you are? A Meta-Analysis of Self-Estimates of Cognitive Ability". In: *Psychological Bulletin* 138(2), 296.

Frey, Herbert (1973). *Intelligenz und mathematische Leistung*. Freiburg: Herder.

Fritzlar, Torsten / Wichtmann, Stephanie (2008). „Zur kontinuierlichen Förderung mathematisch begabter Kinder und Jugendlicher". In: Fuchs, Mandy / Käpnick, Friedhelm (Hrsg.). *Mathematisch begabte Kinder. Eine Herausforderung für Schule und Wissenschaft*. Berlin: LIT Verlag. S. 196-205.

Geuß, Herbert (1981). „Zur Problematik der Identifikation von Hochbegabung*".* In: Wieczerkowski, Wilhelm / Wagner Harald (Hrsg.): *Das hochbegabte Kind*. Düsseldorf: Schwann. S. 52-67.

Grasl, Claudia (2011). *Begabtenförderung im Unterrichtsfach Mathematik unter besonderer Berücksichtigung der Mathematikolympiade*. Diplomarbeit. Universität Wien.

Hänsel, Michael. Homepage. (online). http://www.mhaensel.de/begabungsfoerderung/begabungsmodelle.html [30.3.2016]

Hehlmann, Wilhelm (1941). *Wörterbuch der Pädagogik*. Stuttgart: A. Kröner.

Heller, Kurt (1976). *Intelligenz und Begabung*. München, Basel: Ernst Reinhardt Verlag.

Holling, Heinz / Kanning, Peter (1999). *Hochbegabung. Forschungsergebnisse und Fördermöglichkeiten*. Göttingen et al.: Hogrefe

Holling, Heinz / Vock, Miriam / Wittmann, Anna J. (2001). „Wie erkennt man Hochbegabung bei jungen Erwachsenen?“ In: Deutsche Gesellschaft für das begabte Kind e.V. (Hrsg.). *Im Labyrinth: Hochbegabte Kinder in Schule und Gesellschaft.* Münster: Lit Verlag. S. 16-21

House, Peggy A. (1999). „Promises, Promises, Promises“. In: Sheffield, Linda J. (Hrsg.). *Developing mathematically promising students*. Reston, Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics. S. 1-7.

Käpnick, Friedhelm (1998). *Mathematisch begabte Kinder.* Frankfurt am Main: Peter Lang

Käpnick, Friedhelm (2010). „Was der indische Mathematiker RAMANUJAN und mathematisch begabte Kinder gemeinsam haben“. In: Nolte, Marianne (Hrsg.). *Was macht Mathematik aus?* Münster: WTM. S. 40-53.

Käpnick, Friedhelm (2013). „Theorieansätze zur Kennzeichnung des Konstruktes ‚Mathematische Begabung‘ im Wandel der Zeit“. In: Fritzlar, Torsten / Käpnick, Friedhelm. *Mathematische Begabung. Denkansätze zu einem komplexen Themenfeld aus verschiedenen Perspektiven*. Münster: WTM

Kießwetter, Karl (1998). „Das Hamburger Modell. Zur Identifizierung und Förderung von mathematisch besonders befähigten Schülern“. In: *Berichte aus der Forschung. Universität Hamburg, Fachbereich Erziehungswissenschaften 2*

Krohn, Gisela (2006). „Die Sicht der Schülerinnen und Schüler einbeziehen. Begabungsdiagnose durch Peernomination.“ In: *Diagnostizieren und Fördern*. Friedrich Jahresheft XXIV. Berlin: Duden Paetec Schulbuchverlag. S. 142-143.

Meissner, Toni (1993). *Wunderkinder. Schicksal und Chance Hochbegabter*. München: DTV

Methoden der Entwicklungspsychologie (online). http://www.methoden-psychologie.de/wertebereich_korrelationen.html. [23.04.2016].

Neubauer, Aljoscha / Stern Elisabeth (2008). *Lernen macht intelligent*. München: DVA

Nolte, Marianne (2004). „Fragen zur Talentsuche“. In: Nolte, Marianne (Hrsg.) *Der Mathe-Treff für Mathe-Fans.* Berlin: Franzbecker. S. 17-67

Nolte, Marianne (2011). „‘Ein hoher IQ garantiert eine hohe mathematische Begabung! Stimmt das?‘ – Ergebnisse aus neun Jahren Talentsuche im PriMa-Projekt Hamburg“. In: *Beiträge zum Mathematikunterricht 2011, Vorträge auf der 45. Tagung für Didaktik der Mathematik in Freiburg*. Münster, WTM Verlag.

Oswald, Friedrich (2002). *Begabtenförderung in der Schule. Entwicklung einer begabtenfreundlichen Schule*. Wien: Facultas.

Oswald, Friedrich (2008). „Eine Bildungsreform des 21. Jahrhunderts. Begabungsforschung, Begabtenförderung, Differenzierung im Schulsystem“. In: Köhler, Thomas (Hrsg.). *Potenzial und Performanz. Begabungsforschung und Begabtenförderung in Österreich und Mitteleuropa*. Innsbruck / Wien / Bozen: Studienverlag. S. 83-92.

Paradies, Liane / Linser, Hans Jürgen / Greving, Johannes (2007). *Diagnostizieren, Fordern und Fördern*. Berlin: Cornelsen Verlag Scriptor GmbH.

Pons. Online Wörterbuch Deutsch – Latein. http://de.pons.com/%C3%BCbersetzung?q=intelligentia&l=dela&in=&lf=de [12.04.2016]

Reichle, Barbara (2004). *Hochbegabte Kinder – Erkennen, fördern, problematische Entwicklungen verhindern*. Weinheim und Basel: Beltz Verlag

Richter, Andrea (2000). „Diagnose von Hochbegabung“. In: Roswitha Bergsmann (Hrsg.). *Hochbegabung. Eine Chance*. Wien: Facultas. S. 35-47.

Rost, Detlef H. (2000). *Hochbegabte und hochleistende Jugendliche*. Münster: Waxmann Verlag GmbH.

Schilling, Oliver (1998). *Grundkurs: Statistik für Psychologen*. München: Wilhelm Fink Verlag.

Schnurr, Roland (2015). Boxplot in Excel erstellen. Online. http://www.sixsigmablackbelt.de/boxplot/. [21.04.2016]

Staubmann, Daniela (2008). *Schule als Lernort zur Förderung von Interessen und Begabungen! Empirische Untersuchung eines speziellen Förderprogramms am Akademischen Gymnasium Graz*. Diplomarbeit. Graz.

Stern, Elisabeth / Grabner Roland (2013). „Die Erforschung menschlicher Intelligenz" In: Ahnert, L. (Hrsg.): *Theorien der Entwicklungspsychologie.* (S. 102-129). Heidelberg: Spektrum Akademie Verlag.

Tischler, Kornelia (2003). „Schulische Modelle zur Förderung von Begabungen: Chancen – Probleme – Perspektiven." In: Anzengruber, Grete / Reiterer, Editha. *Begabungsglaube. Analyse – Kritik – Schulrealität*. Wien: Verein der Förderer für Schulhefte. S. 148-175.

Urban, Klaus (2000). „Hochbegabung – was ist das?" In: Roswitha Bergsmann (Hrsg.). *Hochbegabung. Eine Chance*. Wien: Facultas. S. 18-34.

Urban, Klaus (2004). *Hochbegabungen. Aufgaben und Chancen für Erziehung, Schule und Gesellschaft*. Münster: LIT Verlag

Vogel, Stephan / Haigh, Trent / Sommerauer, Gerrit / Spindler, Melanie / Lyons, Ian / Grabner, Roland [1]. *Numerical and non-numerical order processing and their relationship with arithmetic abilities*. (Manuscript in Vorbereitung).

Vogel, Stephan / Haigh, Trent / Sommerauer, Gerrit / Spindler, Melanie / Lyons, Ian / Grabner, Roland [2]. Screening zur Erfassung des Ordinalitätsverständnisses. (Manuskript in Vorbereitung).

Wellek, Albert (1941). *Das Problem des seelischen Seins*. Leipzig: J. A. Barth

Wellek, Albert (1950). *Die Polarität im Aufbau des Characters*. Bern: Francke

Windischbacher-Mailänder, Andrea (1997). *Begabtenförderung im Mathematikunterricht*. Dissertation. Graz.

Winkler, Siegfried (2003). „Begabungen gerecht werden! – Schulen entwickeln!“ In: Anzengruber, Grete / Reiterer Editha. *Begabungsglaube. Analyse – Kritik – Schulrealität*. Wien: Verein der Förderer für Schulhefte. S. 125-147.

Zimmermann, B (1986). „Mathematisch hochbegabte Schüler – Das Hamburger Modell.“ In: *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik (ZDM) 3*. S. 98-106.

Abbildungsverzeichnis

2.1 Normalverteilung des IQ S. 16

2.2 Drei-Ringe-Modell von Renzulli S. 21

2.3 Mehr-Faktoren-Modell nach Mönks S. 22

2.4 Das Münchener Hochbegabungsmodell nach Heller S. 23

2.5. Faktorenmodell der „Englischen Schule“ S. 27

6.1. Beispielaufgabe I-S-T 2000 R Skala 02 S. 54

6.2. Beispielaufgabe I-S-T 2000 R Skala 04 S. 55

6.3. Beispielaufgabe I-S-T 2000 R Skala 05 S. 55

6.3. Beispielaufgabe I-S-T 2000 R Skala 06 S. 56

6.4. Beispielaufgabe I-S-T 2000 R Skala 07 S. 56

6.5. Beispielaufgabe I-S-T 2000 R Skala 08 S. 57

6.6. Beispielaufgabe I-S-T 2000 R Skala 09 S. 57

6.7. Beispielaufgaben Ordinality Test Zahlen S. 59

6.8. Beispielaufgaben Ordinality Test Punkte S. 59

7.1. Erklärung Boxplot Diagramm S. 63

8.1. Vergleich Standardwerte I-S-T 2000 R Skala 05 S. 70

8.2. Vergleich Mittelwerte der Standardwerte I-S-T 2000 R Skalen 08 und 09 S. 72

8.3. Vergleich Mittelwerte Arithmetic Skills Facts Test S. 74

8.4. Vergleich Mittelwerte Arithmetic Skills Procedural Test S. 76

8.5. Vergleich Ordinality Test Zahlen / Punkte S. 78

8.6. Vergleich Selbsteinschätzung mathematische Begabung S. 79

Anhang

Anhang A

Datentabellen BRG Kepler und Mathematical Duell

Es sei angemerkt, dass die Werte für „Note“ bzw. „Platz Duell“ herausgenommen wurden, um die Anonymität der TestteilnehmerInnen zu wahren.

Erklärung der Abkürzungen:

IST 02 … I-S-T 2000 R Skala 02 (identisch für andere Skalen)

SW für IST 02 … Standardwerte der Skala 02 I-S-T 2000 R wie aus der Tabelle im Manual entnommen (identisch für andere Skalen)

MW 08/09 … Mittelwert der Standardwerte von I-S-T 2000R Skala 08 und 09

ASF* … Arithmetic Skills Facts Test Multiplikation

ASF+ … Arithmetic Skills Facts Test Addition

ASF- … Arithmetic Skills Facts Test Subtraktion

MW ASF ... Mittelwert aller drei Untertests Arithmetic Skills Facts

ASP* … Arithmetic Skills Procedural Test Multiplikation

ASP+ … Arithmetic Skills Procedural Test Addition

ASP- … Arithmetic Skills Procedural Test Subtraktion

MW ASP ... Mittelwert aller drei Untertests Arithmetic Skills Procedural

MW ASF/ASP … Mittelwert der Mittelwerte ASF und ASP

Ordinality Zahl … Ordinality Test mit Zahlen

Ordinality Punkt … Ordinality Test mit Punkten

Begabung Selbst … Selbsteinschätzung mathematische Begabung

Begabung MS … Mittelwert der Einschätzungen mathematischer Begabung durch die MitschülerInnen

Begabung LP … Einschätzung mathematischer Begabung durch die Lehrperson

Note … Semesternote Schuljahr 2015/2016

BRG KEPLER

SchülerIn	Geschlecht	Alter	IST 02	SW für IST02	IST 05	SW für IST05	IST 08
1	m	14	12	106	20	119	20
2	m	16	11	102	15	105	4
3	m	15	15	115	20	119	20
5	m	17	4	83	5	87	10
6	m	16	15	115	12	100	7
8	w	16	10	99	19	116	12
9	m	15	10	99	18	113	11
10	m	15	11	102	19	116	15
11	m	16	14	112	19	116	12
12	m	16	9	96	14	103	15
13	m	16	11	102	16	108	14
14	m	16	16	119	12	100	14
15	w	15	10	99	9	95	6
16	w	15	9	96	12	100	13
17	m	15	9	96	10	96	10
18	w	15	13	109	18	113	16
19	w	16	8	93	18	113	11
20	m	15	12	106	11	98	17
21	m	15	8	93	15	105	8
22	w	15	10	99	12	100	8
23	w	16	6	88	9	95	12
24	m	15	14	112	10	96	16
25	m	15	13	109	15	105	7
26	m	16	17	123	15	105	18
27	w	17	7	90	11	98	6
28	w	16	11	102	19	116	15
29	w	18	5	85	3	82	6
30	w	16	12	106	14	103	11
31	m	15	12	106	20	119	12
32	m	15	14	112	20	119	6
33	m	16	11	102	8	93	14
34	m	16	11	102	15	105	15
35	m	14	12	106	18	113	17
36	m	14	13	109	20	119	15
37	m	15	13	109	18	113	13
38	m	16	13	109	14	103	2
39	m	15	8	93	13	101	6
40	m	14	11	102	17	111	15
41	m	15	10	99	11	98	14
42	m	14	7	90	6	89	13
43	m	15	13	109	12	100	16

44	m	14	7	90	16	108	1
45	m	14	12	106	19	116	17
46	m	15	12	106	19	116	15
47	m	16	13	109	18	113	15
48	m	14	14	112	20	119	16
49	m	14	9	96	18	113	16
50	m	15	11	102	19	116	5
51	m	14	13	109	6	89	3
52	m	14	8	93	12	100	17
53	m	14	14	112	19	116	16
54	w	14	10	99	8	93	8
55	m	15	10	99	12	100	13
56	m	14	14	112	15	105	16
57	m	14	14	112	18	113	17
58	w	15	9	96	11	98	13
59	w	15	6	88	16	108	11
60	w	15	6	88	8	93	9
61	w	15	10	99	13	101	8
62	w	14	12	106	10	96	10
63	w	14	11	102	10	96	10
64	w	14	7	90	3	82	7
65	m	14	10	99	18	113	12
66	m	14	13	109	10	96	9
67	m	14	14	112	16	108	2
68	m	15	11	102	13	101	12
69	m	14	9	96	12	100	9
70	m	14	5	85	7	91	13
71	m	15	9	96	10	96	8
72	w	15	7	90	10	96	12
73	m	15	10	99	18	113	18
74	m	14	14	112	14	103	16
75	w	14	13	109	19	116	19
76	w	15	12	106	7	91	4
77	w	15	11	102	15	105	12
78	w	14	8	93	11	98	13
79	m	14	5	85	4	85	5
80	m	15	15	115	16	108	6
81	m	14	13	109	13	101	17
82	w	16	4	83	8	93	9
83	m	15	10	99	20	119	12
84	m	14	9	96	12	100	7
85	m	15	9	96	7	91	3
86	m	14	12	106	19	116	13

Mittelwert:	10,6547619	101,535714	13,702381	104	11,5
Standardabweichung:	2,8769715	8,87862796	4,63038618	9,81393158	4,60879202
Minimum:	4	83	3	82	1
Maximum:	17	123	20	119	20

SW für IST08	IST 09	SW für IST09	MW 08/09	ASF *	ASF +	ASF -	MW ASF
130	13	111	120,5	64	96	127	95,6666667
83	5	86	84,5	22	65	40	42,3333333
130	13	111	120,5	25	59	48	44
97	8	95	96	57	62	50	56,3333333
90	10	102	96	29	49	37	38,3333333
103	13	111	107	44	63	51	52,6666667
100	10	102	101	46	75	66	62,3333333
111	9	98	104,5	30	50	43	41
103	8	95	99	46	81	54	60,3333333
111	9	98	104,5	18	46	37	33,6666667
108	8	95	101,5	49	60	49	52,6666667
108	7	92	100	24	39	32	31,6666667
88	10	102	95	41	67	38	48,6666667
106	10	102	104	43	57	46	48,6666667
97	5	86	91,5	31	59	38	42,6666667
115	14	115	115	32	63	46	47
100	7	92	96	43	47	38	42,6666667
119	11	105	112	33	36	40	36,3333333
92	8	95	93,5	50	57	39	48,6666667
92	11	105	98,5	23	39	33	31,6666667
103	5	86	94,5	34	32	30	32
115	10	102	108,5	32	54	49	45
90	12	108	99	23	58	44	41,6666667
123	13	111	117	27	42	33	34
88	9	98	93	24	45	34	34,3333333
111	13	111	111	53	84	57	64,6666667
88	7	92	90	52	56	20	42,6666667
100	10	102	101	29	52	37	39,3333333
103	7	92	97,5	49	55	47	50,3333333
88	9	98	93	42	53	63	52,6666667
108	11	105	106,5	25	54	39	39,3333333
111	12	108	109,5	52	76	69	65,6666667
119	6	89	104	32	39	29	33,3333333
111	11	105	108	27	58	51	45,3333333
106	12	108	107	32	49	52	44,3333333
78	11	105	91,5	26	39	40	35

88	10	102	95	30	42	24	32
111	11	105	108	31	62	48	47
108	5	86	97	20	46	36	34
106	8	95	100,5	47	62	37	48,6666667
115	9	98	106,5	18	34	24	25,3333333
76	11	105	90,5	34	54	43	43,6666667
119	9	98	108,5	47	61	53	53,6666667
111	10	102	106,5	51	82	67	66,6666667
111	7	92	101,5	58	80	68	68,6666667
115	9	98	106,5	51	74	66	63,6666667
115	8	95	105	45	66	42	51
85	8	95	90	33	56	52	47
81	6	89	85	35	40	34	36,3333333
119	10	102	110,5	48	67	57	57,3333333
115	10	102	108,5	41	53	58	50,6666667
92	7	92	92	15	34	26	25
106	12	108	107	19	48	35	34
115	10	102	108,5	59	66	53	59,3333333
119	13	111	115	37	57	40	44,6666667
106	12	108	107	26	40	28	31,3333333
100	8	95	97,5	61	83	57	67
95	11	105	100	45	67	52	54,6666667
92	9	98	95	74	64	46	61,3333333
97	5	86	91,5	29	45	42	38,6666667
97	10	102	99,5	30	54	34	39,3333333
90	11	105	97,5	20	47	33	33,3333333
103	14	115	109	34	47	35	38,6666667
95	14	115	105	19	35	25	26,3333333
78	6	89	83,5	30	42	35	35,6666667
103	11	105	104	34	77	43	51,3333333
95	9	98	96,5	47	64	48	53
106	6	89	97,5	25	64	48	45,6666667
92	8	95	93,5	34	60	44	46
103	9	98	100,5	41	46	30	39
123	11	105	114	19	34	37	30
115	9	98	106,5	27	52	36	38,3333333
126	10	102	114	58	69	64	63,6666667
83	10	102	92,5	28	60	43	43,6666667
103	11	105	104	28	51	33	37,3333333
106	10	102	104	27	42	34	34,3333333
85	9	98	91,5	18	33	21	24
88	10	102	95	38	53	36	42,3333333
119	11	105	112	38	51	36	41,6666667
95	8	95	95	29	51	43	41

103	9	98	100,5	44	57	56	52,3333333
90	6	89	89,5	36	44	35	38,3333333
81	8	95	88	58	65	50	57,6666667
106	12	108	107	29	53	48	43,3333333

102,464286	9,48809524	100,02381	101,244048	36,3571429	55,3571429	43,8214286	45,1785714
12,7991401	2,28401489	7,33858624	8,29482857	12,72285	13,4492736	14,5280458	12,1296484
76	5	86	83,5	15	32	20	24
130	14	115	120,5	74	96	127	95,6666667

ASP *	ASP +	ASP -	MW ASP	MW ASF/ASP	Ordinality Zahl	Ordinality Punkt
54	27	58	46,3333333	71	67	28
3	14	25	14	28,16666667	43	22
6	12	20	12,6666667	28,33333333	43	27
11	15	29	18,3333333	37,33333333	40	30
6	8	17	10,3333333	24,33333333	35	24
9	14	22	15	33,83333333	45	19
10	16	16	14	38,16666667	67	21
6	11	6	7,66666667	24,33333333	28	16
9	14	16	13	36,66666667	27	15
5	11	17	11	22,33333333	39	21
11	14	26	17	34,83333333	38	30
6	11	13	10	20,83333333	26	17
6	14	24	14,6666667	31,66666667	48	22
11	10	19	13,3333333	31	28	17
5	11	14	10	26,33333333	28	18
5	12	15	10,6666667	28,83333333	49	25
18	12	28	19,3333333	31	25	17
9	11	10	10	23,16666667	32	21
9	16	17	14	31,33333333	41	19
4	10	22	12	21,83333333	31	20
7	10	5	7,33333333	19,66666667	25	18
6	7	16	9,66666667	27,33333333	54	39
8	11	16	11,6666667	26,66666667	34	20
8	11	23	14	24	34	19
2	10	27	13	23,66666667	27	19
13	21	27	20,3333333	42,5	60	26
12	13	18	14,3333333	28,5	31	17
9	21	18	16	27,66666667	33	21
7	14	21	14	32,16666667	51	24
9	11	42	20,6666667	36,66666667	54	29
4	11	19	11,3333333	25,33333333	39	21

9	10	21	13,3333333	39,5	37	14
6	8	17	10,3333333	21,83333333	39	22
5	10	19	11,3333333	28,33333333	51	22
7	8	27	14	29,16666667	48	31
6	10	16	10,6666667	22,83333333	33	22
4	6	15	8,33333333	20,16666667	33	8
4	11	24	13	30	36	19
4	6	11	7	20,5	34	12
12	14	22	16	32,33333333	36	22
5	7	13	8,33333333	16,83333333	28	17
9	13	35	19	31,33333333	52	36
10	10	27	15,6666667	34,66666667	53	25
20	33	34	29	47,83333333	55	17
14	17	39	23,3333333	46	64	25
11	22	36	23	43,33333333	48	27
9	14	23	15,3333333	33,16666667	39	29
6	16	17	13	30	27	13
9	10	21	13,3333333	24,83333333	38	15
10	12	17	13	35,16666667	49	15
8	15	33	18,6666667	34,66666667	48	17
1	9	8	6	15,5	11	11
3	8	16	9	21,5	24	12
5	9	30	14,6666667	37	17	19
13	12	26	17	30,83333333	30	20
7	9	19	11,6666667	21,5	25	15
20	22	32	24,6666667	45,83333333	35	21
17	17	39	24,3333333	39,5	37	20
10	16	31	19	40,16666667	49	17
5	6	11	7,33333333	23	43	20
10	14	24	16	27,66666667	45	18
8	13	13	11,3333333	22,33333333	37	16
9	5	16	10	24,33333333	50	30
2	9	5	5,33333333	15,83333333	40	23
3	8	14	8,33333333	22	25	15
8	10	21	13	32,16666667	41	15
11	5	16	10,6666667	31,83333333	41	34
9	5	30	14,6666667	30,16666667	43	13
8	0	13	7	26,5	41	16
2	5	17	8	23,5	22	10
5	8	12	8,33333333	19,16666667	30	19
4	10	16	10	24,16666667	41	13
15	19	35	23	43,33333333	45	31
7	14	25	15,3333333	29,5	21	12
6	12	21	13	25,16666667	18	16

8	10	12	10	22,16666667	17	20
3	9	8	6,66666667	15,33333333	15	8
7	11	26	14,6666667	28,5	37	16
15	3	20	12,6666667	27,16666667	44	22
5	11	20	12	26,5	28	16
20	12	36	22,6666667	37,5	52	16
10	6	16	10,6666667	24,5	30	12
9	6	25	13,3333333	35,5	28	11
7	12	14	11	27,16666667	32	19

8,66666667	11,6666667	21,1904762	13,8412698	29,50992063	37,6666667	19,8333333
6,46647207	5,0236389	9,07993444	5,93324674	8,631468189	11,7271524	6,21469951
1	0	5	5,33333333	15,33333333	11	8
54	33	58	46,3333333	71	67	39

Begabung selbst	Begabung MS	Begabung LP	Note
2	1	1	
5	3,58	4	
2	3	3	
4	3,68	5	
1	1,47	1	
3	2,75	3	
1	1,71	1	
4	3,08	3	
2	2,25	3	
3	3,17	3	
2	2,25	2	
3	2,33	3	
3	3,21	2	
2	2,17	3	
2	3,13	2	
2	2,91	2	
2	1,58	2	
4	3,42	4	
2	1,42	1	
3	3,53	4	
2	2,42	3	
4	3,26	4	
3	3,53	3	
4	3,21	3	
3	3,53	4	
2	1,42	1	

3	3,53	3	
5	1,74	1	
2	2,05	2	
2	2,21	2	
3	2,26	2	
3	3,37	3	
2	1,11	2	
2	2,47	3	
2	2,47	3	
2	4,44	5	
4	3,75	4	
4	3,19	2	
4	4,19	5	
4	3,81	5	
5	3,5	4	
4	3,06	3	
2	2,53	3	
1	1,5	1	
3	3,56	4	
1	1,25	1	
3	3,19	3	
4	3,25	5	
2	2,25	2	
3	3,13	5	
2	1,11	2	
2	2,16	2	
3	3,1	3	
2	2,22	3	
1	1,32	2	
4	3,68	5	
2	2	3	
3	2,84	3	
1	1,63	3	
3	2,72	3	
3	1,42	3	
3	2,74	3	
3	2,84	2	
2	2,83	2	
2	2,74	3	
2	2,42	3	
2	1,53	2	
3	4,5	4	
3	3,06	4	
4	3,5	4	

1	1,56	1	
1	1	1	
2	1	1	
4	2,75	3	
3	2,81	3	
3	2,06	2	
4	3,94	3	
2	1,75	2	
2	1,81	2	
4	4,69	3	
2	1,69	2	
3	2,56	2	
3	2,87	3	
4	4,13	4	

2,71428571	2,64047619	2,78571429	
1,01282652	0,90789828	1,10934072	
1	1	1	
5	4,69	5	

Wettbewerb Kategorie B

SchülerIn	Geschlecht	Alter	IST 04	SW für IST04	IST 05	SW für IST05
B1	m	15	20	129	20	119
B2	m	14	19	125	20	119
B5	m	16	20	129	11	98
B6	m	14	19	125	19	116
B7	w	15	19	125	20	119
B8	m	15	20	129	16	108
B9	w	17	16	113	19	116
B10	w	15	16	113	12	100
B11	m	16	18	122	19	116
B12	w	15	19	125	20	119
B13	w	16	19	125	20	119
B14	m	16	17	118	19	116
B15	w	16	19	125	17	111

Mittelwert		15,3846154	18,5384615	123,307692	17,8461538	113,538462
Standardabweichung		0,86971849	1,39136531	5,45259289	3,07804467	7,27570598
Minimum		14	16	113	11	98
Maximum		17	20	129	20	119

IST 06	SW für IST06	MW Num	IST 07	SW für IST 07	IST 08	SW für IST08	IST 09
20	125	124,333333	14	109	18	123	3
20	125	123	19	126	20	130	8
18	118	115	12	104	14	108	8
20	125	122	11	102	11	100	11
20	125	123	14	109	18	123	11
18	118	118,333333	16	115	14	108	9
16	112	113,666667	13	106	14	108	11
16	112	108,333333	17	119	13	106	11
17	115	117,666667	16	115	20	130	15
19	122	122	16	115	20	130	11
20	125	123	9	97	11	100	15
19	122	118,666667	13	106	13	106	10
17	115	117	14	109	18	123	18

18,4615385	119,923077	118,923077	14,1538462	110,153846	15,6923077	115	10,8461538
1,56073618	5,15528109	4,64509667	2,67226975	7,72276023	3,40060326	11,6404467	3,73822939
16	112	108,333333	9	97	11	100	3
20	125	124,333333	19	126	20	130	18

SW für IST09	MW Räuml	ASF*	ASF+	ASF-	MW ASF	ASP*	ASP+
80	104	64	77	78	73	31	25
95	117	59	76	68	67,6666667	27	24
95	102,333333	63	59	55	59	6	12
105	102,333333	63	87	93	81	22	16
105	112,333333	47	70	70	62,3333333	13	19
95	106	63	73	64	66,6666667	16	9
105	106,333333	59	75	60	64,6666667	9	14
105	110	57	75	55	62,3333333	18	17
119	121,333333	61	80	77	72,6666667	20	17
105	116,666667	59	63	70	64	19	12
119	105,333333	64	100	91	85	33	30
102	104,666667	50	68	67	61,6666667	17	13
129	120,333333	62	71	63	65,3333333	18	19

104,538462	109,897436	59,3076923	74,9230769	70,0769231	68,1025641	19,1538462	17,4615385
12,58051	6,87505504	5,31326352	10,379961	12,0101453	7,77863243	7,81927271	5,96678842
80	102,333333	47	59	55	59	6	9
129	121,333333	64	100	93	85	33	30

ASP-	MW ASP	MW ASF/ASP	Ordin Zahl	Ordin Punkt	Beg. Selbst	Platz Duell
53	36,3333333	54,6666667	58	18	1	
39	30	48,8333333	63	38	2	
21	13	36	32	30	1	
45	27,6666667	54,3333333	55	34	2	
35	22,3333333	42,3333333	40	29	2	
25	16,6666667	41,6666667	40	33	5	
16	13	38,8333333	48	32	4	
29	21,3333333	41,8333333	42	24	4	
37	24,6666667	48,6666667	53	27	2	
28	19,6666667	41,8333333	41	22	2	
46	36,3333333	60,6666667	75	38	4	
39	23	42,3333333	44	31	3	
38	25	45,1666667	44	24	4	

34,6923077	23,7692308	45,9358974	48,8461538	29,2307692	2,76923077
10,5307852	7,52696955	7,11334767	11,6178466	6,05741758	1,30088727
16	13	36	32	18	1
53	36,3333333	60,6666667	75	38	5

Anhang B

Korrelationen:

Korrelationen BRG Kepler:

		IST05_SW	IST_fig_SW_MW	Einsch_selbst	Einsch_peers	Einsch_LP	Note_Math	ASF_MW	ASP_MW	AS_MW
IST05_SW	Korrelation nach Pearson	1	,450**	-,366**	-,408**	-,341**	-,311**	,429**	,383**	,433**
	Signifikanz (2-seitig)		,000	,001	,000	,002	,004	,000	,000	,000
	N	84	84	84	84	84	84	84	84	84
IST_fig_SW_MW	Korrelation nach Pearson	,450**	1	-,162	-,241*	-,204	-,148	,246*	,229*	,251*
	Signifikanz (2-seitig)	,000		,140	,027	,063	,180	,024	,036	,021
	N	84	84	84	84	84	84	84	84	84
Einsch_selbst	Korrelation nach Pearson	-,366**	-,162	1	,686**	,599**	,686**	-,317**	-,241*	-,306**
	Signifikanz (2-seitig)	,001	,140		,000	,000	,000	,003	,027	,005
	N	84	84	84	84	84	84	84	84	84
Einsch_peers	Korrelation nach Pearson	-,408**	-,241*	,686**	1	,781**	,829**	-,331**	-,387**	-,366**
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,027	,000		,000	,000	,002	,000	,001
	N	84	84	84	84	84	84	84	84	84
Einsch_LP	Korrelation nach Pearson	-,341**	-,204	,599**	,781**	1	,802**	-,215*	-,281**	-,248*
	Signifikanz (2-seitig)	,002	,063	,000	,000		,000	,049	,010	,023
	N	84	84	84	84	84	84	84	84	84
Note_Math	Korrelation nach Pearson	-,311**	-,148	,686**	,829**	,802**	1	-,201	-,274*	-,236*
	Signifikanz (2-seitig)	,004	,180	,000	,000	,000		,067	,012	,031
	N	84	84	84	84	84	84	84	84	84
ASF_MW	Korrelation nach Pearson	,429**	,246*	-,317**	-,331**	-,215*	-,201	1	,804**	,979**
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,024	,003	,002	,049	,067		,000	,000
	N	84	84	84	84	84	84	84	84	84
ASP_MW	Korrelation nach Pearson	,383**	,229*	-,241*	-,387**	-,281**	-,274*	,804**	1	,908**
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,036	,027	,000	,010	,012	,000		,000
	N	84	84	84	84	84	84	84	84	84
AS_MW	Korrelation nach Pearson	,433**	,251*	-,306**	-,366**	-,248*	-,236*	,979**	,908**	1
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,021	,005	,001	,023	,031	,000	,000	
	N	84	84	84	84	84	84	84	84	84

**. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

Korrelationen Duell:

		IST_num_SW_MW	Einsch_selbst	Platz_Olympiade	ASF_MW	ASP_MW	AS_MW
IST_num_SW_MW	Korrelation nach Pearson	1	-,426	-,601*	,494	,628*	,602*
	Signifikanz (2-seitig)		,147	,030	,086	,021	,029
	N	13	13	13	13	13	13
Einsch_selbst	Korrelation nach Pearson	-,426	1	,464	,027	-,193	-,087
	Signifikanz (2-seitig)	,147		,110	,930	,527	,777
	N	13	13	13	13	13	13
Platz_Olympiade	Korrelation nach Pearson	-,601*	,464	1	-,548	-,591*	-,612*
	Signifikanz (2-seitig)	,030	,110		,053	,034	,026
	N	13	13	13	13	13	13
ASF_MW	Korrelation nach Pearson	,494	,027	-,548	1	,728**	,932**
	Signifikanz (2-seitig)	,086	,930	,053		,005	,000
	N	13	13	13	13	13	13
ASP_MW	Korrelation nach Pearson	,628*	-,193	-,591*	,728**	1	,927**
	Signifikanz (2-seitig)	,021	,527	,034	,005		,000
	N	13	13	13	13	13	13
AS_MW	Korrelation nach Pearson	,602*	-,087	-,612*	,932**	,927**	1
	Signifikanz (2-seitig)	,029	,777	,026	,000	,000	
	N	13	13	13	13	13	13

*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

**. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Anhang C

Fragebogen mathematisch Begabt

Dieser Fragebogen wurde am BRG Kepler durchgeführt.

Fragebogen mathematische Begabung

Klasse:

Name: ______________________________________

Bitte bewerte die mathematische Begabung deiner MitschülerInnen und deine eigene mathematische Begabung. 1 steht für mathematisch hochbegabt und 5 steht für mathematisch unbegabt.

	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Nachnahme Vornahme	○	○	○	○	○
	○	○	○	○	○
	○	○	○	○	○
	○	○	○	○	○
	○	○	○	○	○
	○	○	○	○	○
	○	○	○	○	○
	○	○	○	○	○
	○	○	○	○	○
	○	○	○	○	○
	○	○	○	○	○
	○	○	○	○	○
	○	○	○	○	○
	○	○	○	○	○
	○	○	○	○	○
	○	○	○	○	○
	○	○	○	○	○