



universität
wien

Diplomarbeit

Hat das Geschlecht
einen Einfluss auf die Rechenfertigkeit
bei 4- bis 6-jährigen Kindern?

Verfasserin

Madeleine Puchebner

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im März 2010

Studienkennzahl: 298

Studienrichtung: Psychologie

Betreuerinnen: Ass. Prof. Dr.ⁱⁿ Pia Deimann

Ass. Prof. Dr.ⁱⁿ Ursula Kastner-Koller

Danksagung

Ich möchte all jenen Menschen danken, die mich während meines Studiums mit ihren Begegnungen bereichert haben, einen Teil meines Weges mit mir gegangen sind und Spuren in meiner Erinnerung hinterlassen haben.

Allen voran möchte ich mich bei meinen Betreuerinnen Frau Dr.ⁱⁿ Pia Deimann und Frau Dr.ⁱⁿ Ursula Kastner-Koller bedanken, die es mir ermöglichten meine Diplomarbeit zu diesem spannenden Thema zu verfassen und mich professionell unterstützt haben. Besonders in der Erhebungsphase der Daten durfte ich von ihrem wertvollen Fachwissen profitieren.

Mein Dank gilt auch meiner Kollegin Martina Danis für die gute Zusammenarbeit und die Zusammenlegung der erhobenen Daten zu einem gemeinsamen, größeren Datenpool.

Weiters möchte ich auch der Kindergarteninspektorin Waltraud Matz, den Kindergartenleiterinnen und Kindergartenpädagoginnen für ihre überaus kooperative Zusammenarbeit und ihr Interesse an meinem Anliegen danken.

Großer Dank gebührt schließlich den Eltern und Kindern, die an meiner Untersuchung teilnahmen und mir somit zur Erhebung meiner Daten und zu schönen Praxiserfahrungen verhalfen.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
------------	---

THEORETISCHER TEIL

1	Entwicklung mathematischer Fähigkeiten	5
1.1	Kognitive Entwicklungspsychologie des mathematischen Denkens	5
1.1.1	Intuitive und kulturelle Mathematik	5
1.1.2	Entwicklung des Verständnisses für Mengen	8
1.1.3	Entwicklung von Zählfertigkeiten und der Erwerb der Zahlenfolge	9
1.1.4	Entwicklung des Verständnisses für Rechenoperationen	10
1.1.5	Entwicklung von Rechenstrategien	11
1.1.6	Zusammenfassung	12
1.2	Neurologische Prozesse bei der Zahlenverarbeitung	12
1.2.1	Triple-Code-Model (Dehaene, 1992)	12
1.2.2	Modell der Entwicklung zahlenverarbeitender Hirnfunktionen (von Aster, 2005)	13
1.2.2.1	<i>Die konkrete (kardinale) Mengenrepräsentation</i>	15
1.2.2.2	<i>Die linguistische und arabische Mengenrepräsentation</i>	15
1.2.2.3	<i>Die abstrakt-symbolische (ordinale) Zahlenrepräsentation</i>	17
1.3	Mathematische Vorläuferfertigkeiten im Vorschulalter	19
2	Geschlechtsunterschiede bezüglich numerischer Fähigkeiten über die Lebensspanne	23
2.1	Geschlechtsunterschiede im Kleinkind- und Vorschulalter	24
2.1.1	Keine Geschlechtsunterschiede	24
2.1.2	Geschlechtseffekte zugunsten der Jungen	25
2.1.3	Geschlechtseffekte zugunsten der Mädchen	26
2.2	Geschlechtsunterschiede bei Kindern im Schulalter	27
2.2.1	Keine Geschlechtsunterschiede	27
2.2.2	Geschlechtseffekte zugunsten der Jungen	28
2.2.3	Geschlechtseffekte zugunsten der Mädchen	29

2.3	Geschlechtsunterschiede im Erwachsenenalter	29
2.3.1	Geschlechtsunterschiede bei StudentInnen der Mathematik an Hochschulen	29
2.4	Drei Prädiktoren in Hinblick auf Geschlechtsunterschiede und deren Ausmaß	31
2.5	Geschlechtsunterschiede früher und heute	32
2.6	Zusammenfassung	33
3	Ursachen für Geschlechtsunterschiede in der Rechenfertigkeit	35
3.1	Affektive Faktoren	35
3.1.1	Selbstkonzept des Kindes	35
3.1.2	Kindliche Geschlechtsstereotypen	38
3.1.3	Mathematikangst	38
3.1.4	Interesse	39
3.1.4.1	<i>Spielinteressen im Vorschulalter</i>	39
3.2	Soziale Faktoren	40
3.2.1	Geschlechtsstereotypen vonseiten der Eltern	40
3.2.2	Geschlechtsstereotypen vonseiten der Lehrer	41
3.3	Kognitive Faktoren	42
3.3.1	Räumliches Vorstellungsvermögen	42
3.3.2.1	<i>Geschlechtsunterschiede in den Hirnaktivitäten während mentalen Rotationsaufgaben</i>	43
3.3.2	Denkstile (prädiktives vs. funktionales Denken)	44
3.3.2.1	<i>Geschlechtsunterschiede in den Hirnaktivitäten während mentalen Rotationsaufgaben im Zusammenhang mit unterschiedlichen Denkstilen</i>	48
3.3.2.2	<i>Sind die unterschiedlichen Denkstile evolutionsbedingt?</i>	49
3.3.2.3	<i>Mathematikdidaktische Materialien</i>	49
3.3.3	Unterschiedliche Nutzung des mentalen Zahlenstrahls	50
3.3.4	Unterschiedliche Lösungsstrategien bei Additions- und Subtraktionsaufgaben	51
3.4	Zusammenfassung	52
4	Entwicklungsdiagnostik im Kindesalter	53
4.1	Testverfahren zur Erfassung der mathematischen Entwicklung im Kindesalter	53
4.1.1	Osnabrückner Test zur Zahlbegriffsentwicklung (OTZ)	53

4.1.2	Neuropsychologische Testbatterie für Zahlenverarbeitung und Rechnen bei Kindern – Kindergartenversion (ZAREKI-K)	55
4.1.3	Test zur Erfassung numerisch-rechnerischer Fertigkeiten vom Kindergarten bis zur 3. Klasse (TEDI-MATH)	55
4.2	Subtests zur mathematischen Entwicklung	56
4.2.1	Subtest Rechnen der KAUFMAN-Assessment Battery (K-ABC)	56
4.2.2	Screening für kognitive Basiskompetenzen im Vorschulalter (BASIC-Preschool)	56
4.2.3	Kognitiver-Fähigkeits-Test (Kindergartenform) (KFT-K)	57
4.2.4	Der Subtest Rechnen des Wiener Entwicklungstests (WET)	57

EMPIRISCHER TEIL

5	Ausgangspunkt und Ziel der Untersuchung	61
5.1	Forschungsfragen und –interessen	61
5.1.1	Geschlechts- und Altersunterschiede im Subtest <i>Rechnen</i>	61
6	Durchführung der Erhebungen	63
7	Beschreibung der verwendeten Verfahren	65
7.1	Der Wiener Entwicklungstest (WET; Kastner-Koller & Deimann, 2002)	65
7.1.1	Subtest <i>Rechnen</i> als Erweiterung des WET	67
7.1.2	Subtest <i>Muster Legen Neu</i> aus dem WET	68
7.2	Handpräferenztest (HAPT 4-6; Bruckner, Deimann & Kastner-Koller, in press)	69
8	Stichprobenbeschreibung	71
8.1	Alter, Geschlecht und Händigkeit	72
8.2	Kindergärten	72
8.3	Soziodemographische Daten	73
8.4	Allgemeine Entwicklung	76
8.4.1	Gesamtentwicklung im WET	76
8.4.2	Entwicklungsprofil im WET	76
8.5	Leistungsunterschiede zwischen Untergruppen der Stichprobe	78
8.5.1	Ganztägiger vs. halbtägiger Kindergartenbesuch	79

	8.5.2 Kinder mit deutscher Muttersprache vs. Kinder mit nicht deutscher Muttersprache	
	Muttersprache	79
9	Analysen zum Subtest Rechnen	81
10	Diskussion	85
11	Zusammenfassung	89
12	Literaturverzeichnis	91
13	Abbildungsverzeichnis	101
14	Tabellenverzeichnis	103
15	Anhang	105
16	Lebenslauf	115

Einleitung

Der Wiener Entwicklungstest (WET) von Kastner-Koller und Deimann (2002) ist ein Verfahren zur Erfassung des allgemeinen Entwicklungsstandes bei Kindern im Alter von 3 bis 6 Jahren. Als solches überprüft er die für die kindliche Entwicklung relevanten Funktionsbereiche Motorik, Visumotorik/Visuelle Wahrnehmung, Lernen und Gedächtnis, Kognitive Entwicklung, Sprache sowie Emotionale Entwicklung. Er ist als förderdiagnostisches Verfahren konzipiert und ermöglicht dadurch eine frühzeitige, differenzierte Diagnose von Schwächen und Stärken eines Kindes.

Die vorliegende Diplomarbeit beschäftigt sich mit Geschlechtsunterschieden in der Entwicklung mathematischer Fähigkeiten im Kindergartenalter. Um dieser Frage nachzugehen wurde der neu entwickelte Subtest *Rechnen* aus dem Wiener Entwicklungstest (WET; Kastner-Koller & Deimann, 2002) vorgegeben.

Eine weitere Aufgabe bestand in der Sammlung von Normierungsdaten für den teilweise neu entwickelten Subtest *Muster Legen* des WET.

Zusätzlich wurden im Rahmen dieser Arbeit Normierungsdaten für den neu konstruierten Handpräferenztest von Bruckner, Deimann und Kastner-Koller (HAPT 4-6, in press) gesammelt.

Im Zuge des Theorieteils wird zunächst auf die kognitive sowie neurologische Entwicklung mathematischer Fähigkeiten eingegangen. Weiters werden Vorläuferfertigkeiten mathematischer Schulleistungen im Vorschulalter vorgestellt, wobei zwischen spezifisch-mathematischen und unspezifischen Faktoren, welche sich ebenso auf die Schriftsprachleistungen auswirken, unterschieden wird. Das zweite Kapitel handelt Geschlechtsunterschiede bezüglich numerischer Fähigkeiten vom Kleinkind- bis ins Erwachsenenalter ab. Dabei wird deutlich, dass mit steigendem Alter, kognitivem Anspruchsniveau der Aufgaben sowie der Begabung Geschlechtsunterschiede zugunsten der Männer wachsen. Im dritten Kapitel wird auf Ursachen von Geschlechtsunterschieden eingegangen, welche affektive, soziale und kognitive Faktoren beinhalten. Kapitel vier beschäftigt sich mit diagnostischen Verfahren, welche zur Erhebung der mathematischen Fähigkeiten bei Kindern im Alter von vier bis sechs Jahren herangezogen werden können.

Im empirischen Teil dieser Diplomarbeit werden eingangs in Kapitel fünf Ausgangspunkt und Ziel der Untersuchung sowie die Forschungsfragen beschrieben. Kapitel sechs befasst

sich mit der Durchführung der Untersuchung und beschreibt den Ablauf der Erhebungsphase. Anschließend folgt in Kapitel sieben eine Beschreibung der verwendeten Testverfahren und in Kapitel acht eine ausführliche Beschreibung der Stichprobe. Kapitel neun widmet sich der Ergebnisdarstellung sowie der Beantwortung der Fragestellung. In Kapitel zehn, der Diskussion, wird die Theorie mit den Ergebnissen in Beziehung gesetzt, und es wird versucht, einen theoretischen Ausblick für weitere Untersuchungen zu geben. Abschließend werden in Kapitel elf zentrale Inhalte und Ergebnisse der Arbeit zusammengefasst.

THEORETISCHER TEIL

1 Entwicklung mathematischer Fähigkeiten

1.1 Kognitive Entwicklungspsychologie des mathematischen Denkens

1.1.1 Intuitive und kulturelle Mathematik

Zu den spektakulären Ergebnissen der Entwicklungspsychologie gehören die Befunde bezüglich des kompetenten Säuglings (Stern, 2005). Menschen werden mit einem modularisierten Gehirn auf die vielfältigen Anforderungen ihrer Umgebung vorbereitet und können somit Lernangebote aus der Umgebung schnell und ohne Umwege nutzen. Da das Gehirn auf die Grundstruktur der Sprache vorbereitet ist, können Kinder auch ohne systematische Instruktion die in ihrer Umgebung gebräuchliche Sprache erwerben. Auch das Wissen bezüglich grundlegender physikalischer und mathematischer Gesetzmäßigkeiten scheint genetisch prädisponiert zu sein, wie viele Habitationsversuche mit Säuglingen zeigen (Wynn, 1992). In Abbildung 1 sind die Grundzüge dieser Untersuchung dargestellt. Nachdem im Falle der Addition eine Figur erschienen ist, wird sie von einem Bildschirm verdeckt; dann geht eine zweite Figur hinter den Bildschirm. Danach wird der Bildschirm entfernt. Bei der Versuchsgruppe, einer Gruppe von Säuglingen im Alter von sechs Monaten, waren – erwartungsgemäß – zwei Figuren zu sehen. Bei der anderen Gruppe war – nicht erwartungsgemäß – nur eine Figur zu sehen. Gemessen wurde die Blickdauer der Kinder, bei dem nicht erwartungsgemäßen Ergebnis (also wenn bei der Addition nur eine Figur zu sehen war) schauten die Säuglinge länger hin.

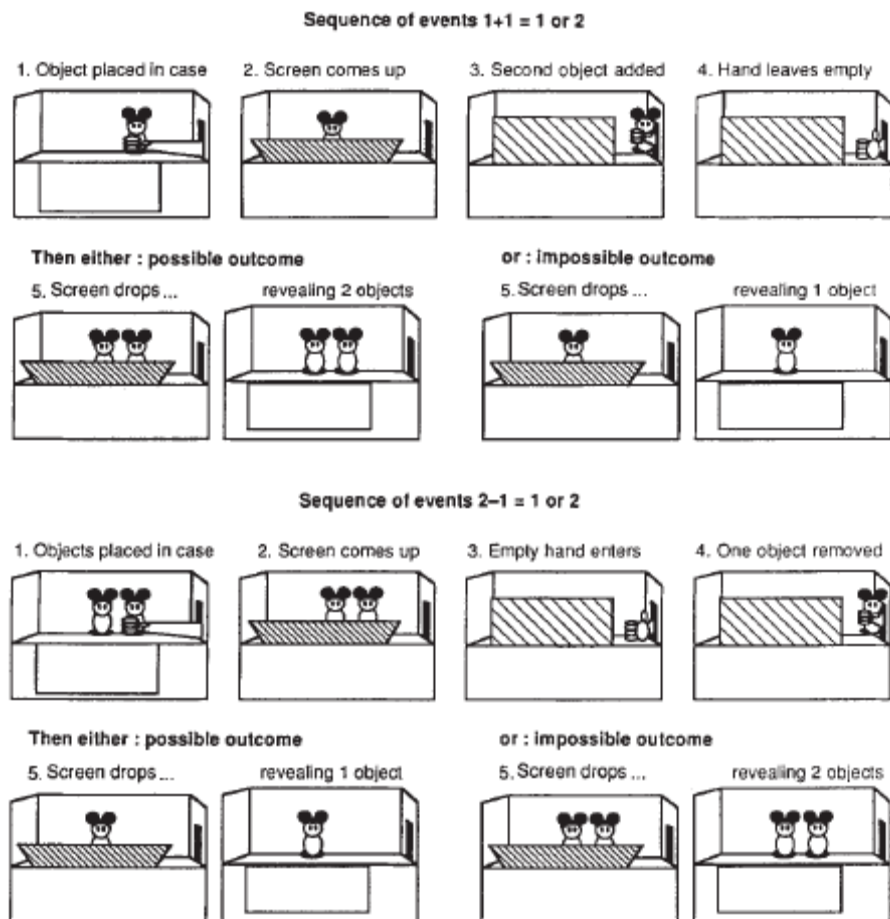


Abbildung 1: Versuchsanordnung bei Habituation nach Wynn (1992)

Die bereits im Säuglingsalter zu beobachtenden intuitiven mathematischen Kompetenzen bilden die Grundlage für den Erwerb des quantitativen Verständnisses und der Zählfertigkeit im Vorschulalter (Stern, 2005).

Die Leichtigkeit, mit welcher Kinder lernen, im kleinen Zahlenbereich zu zählen und die Veränderung von Mengen zu modellieren, steht im Widerspruch zu den Ergebnissen, welche die großen Schwierigkeiten belegen, die Mathematik als Schulfach bereiten kann (Stern, 2005).

Aus der kulturvergleichenden Forschung ist bekannt, dass alle menschlichen Kulturen Zahlwörter entwickelt haben. Die Inhalte des schulischen Mathematikunterrichts sind das Ergebnis einer kulturellen Entwicklung, wobei die Herausforderung des schulischen Lernens darin besteht, dass durchschnittlich begabte Schüler in wenigen Jahren Inhalte erwerben müssen, an deren Entwicklung hochbegabte Wissenschaftler über mehrere Jahrhunderte gearbeitet haben (Stern, 2005).

Intuitives mathematisches Verständnis bedeutet die Übertragung der mathematischen Sprache auf Situationen der wahrnehmbaren Welt, eine Menge von Gegenständen oder Ergebnissen wird quantifiziert. Im oberen Teil der Abbildung 2 ist diese Ebene des mathematischen Verständnisses dargestellt. Darüber hinaus kann sich mathematisches Verständnis durch Wissen über Beziehungen zwischen Mengen ausdrücken, das Verständnis von Zahlen als Abschnitt auf dem Zahlenstrahl geht in diese Richtung (siehe unterer Teil der Abbildung). Der Zahlenstrahl selbst kann als eine kulturelle Erfindung angesehen werden. Bei der intuitiven Mathematik wird eine Verbindung zwischen den mathematischen Symbolen und der realen Welt hergestellt, während in der kulturellen Mathematik unterschiedliche Symbole miteinander verknüpft werden (Stern, 2005).

Repräsentation der Zahl 5

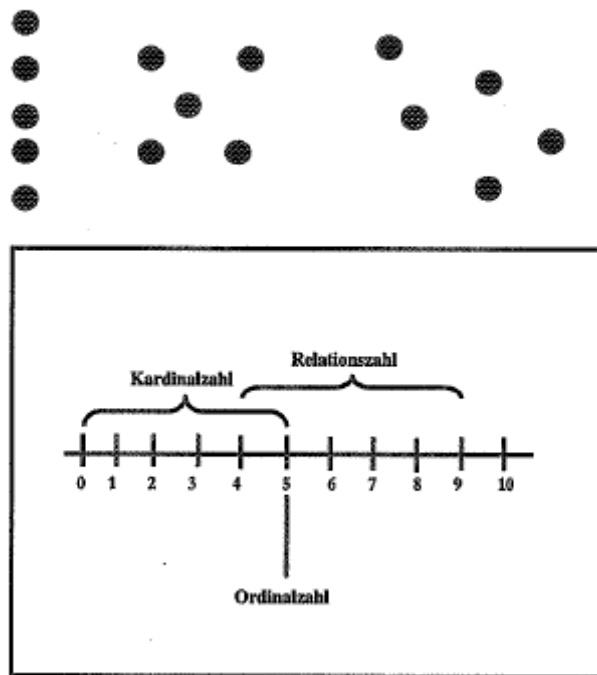


Abbildung 2: Die Repräsentation von „5“ in der intuitiven (oberer Teil) und der kulturellen (unterer Teil) Mathematik (Stern, 1998a)

Mit dem Übergang von der intuitiven zur kulturellen Mathematik lässt sich auch erklären, warum sich mathematische Textaufgaben mit gleicher mathematischer Struktur extrem in ihrem Schwierigkeitsgrad unterscheiden können (Stern, 1998a). Die Aufgabe: „Fünf Vögel haben Hunger. Sie finden drei Würmer“, kann von kaum einem Kind im Vorschulalter gelöst werden, wenn sie mit der Frage endet: „Wie viel mehr Vögel als Würmer gibt es?“, während fast alle Kinder die Aufgabe lösen, wenn die Frage lautet: „Wie viele Vögel bekommen keinen Wurm?“

Nach Stern (2005) ist festzuhalten, dass sich im Lösen bestimmter Textaufgaben in allen Altersstufen ein anspruchsvolles mathematisches Verständnis ausdrückt. Bei gleicher zugrunde liegender Formel sind einige Textaufgaben einfach, weil sie an ein intuitives Verständnis anknüpfen, während andere Aufgaben sich als schwierig gestalten, weil das zugrunde liegende Situationsmodell nur über die kulturelle Mathematik zu erschließen ist.

1.1.2 Entwicklung des Verständnisses für Mengen

In den Untersuchungen von Piaget (Piaget & Szeminska, 1975) stand seit den sechziger Jahren die Bedeutung der Mengenlehre für die Entwicklung des Zahlbegriffs im Fokus seiner Betrachtungen. Er ging davon aus, dass sich der Zahlbegriff aus dem Verständnis von Klasseninklusion (Verständnis für Teil-Ganzes-Beziehungen von Mengen) und Seriation (Verständnis für Ungleichheitsbeziehungen von Mengen) entwickelt. Klasseninklusion bedeutet das Zuordnen einer Teilklasse in eine Gesamtklasse und damit Ordnen im Sinne ineinander verschachtelter Teil-Ganzes-Mengen. Diese Fähigkeit führt unmittelbar zum Verständnis des Kardinalaspekts einer Zahl, da das Verständnis dafür, dass „einige“ ein Teil ist von „alle“ und, dass eine kleine Menge eingeschachtelt ist in eine größere analog sei dem Verständnis, dass die Klasse, die nur ein Element enthält (und damit die Zahl 1), enthalten ist in der Klasse, die zwei Elemente enthält (und damit die Zahl 2), welche wiederum enthalten ist in der Klasse, die drei Elemente enthält (Zahl 3) und so weiter. Unter Seriation versteht Piaget die Fähigkeit Elemente nach zu- bzw. abnehmender Größe zu ordnen. Nach seiner Ansicht erhalten die Elemente einer Menge durch eine solche Aufreihung ihre asymmetrische Relation zueinander: Das erste Element (und damit die Zahl 1) ist kleiner als das Zweite (und damit die Zahl 2), welches wiederum kleiner ist als das Dritte (und damit die Zahl 3) und so weiter. Darin sieht Piaget den Ordinalitätsaspekt einer Zahl begründet. Seiner Ansicht nach versteht ein Kind das Konzept der Zahl dann, wenn es sein Verständnis für Teil-Ganzes-Mengen (Klasseninklusion) mit dem Verständnis für Ungleichheitsbeziehungen von Mengen (Seriation) integriert, weil so das Kind die Zahl als Vereinigung ihrer kardinalen Funktion (Mächtigkeit bzw. Anzahl) und ihrer ordinalen Funktion (Ordnung in der Zahlenfolge) erwirbt. Nur mit diesem Verständnis sind Kinder laut Piaget in der Lage, die natürlichen Zahlen zu erfassen und mathematische Operationen wie die Addition zu verstehen.

Die Bedeutung des Verständnisses von Mengen für den Erwerb der Zahl steht außer Frage, denn an Mengen werden jene Handlungen vollzogen, die später in Form von Zahlen und Rechenoperationen abstrakt dargestellt werden, darüber hinaus darf jedoch nicht die

Bedeutung des Zählens als Ursprung des Zahlkonzepts außer Acht gelassen werden (Krajewski, 2005).

1.1.3 Entwicklung von Zählfertigkeiten und der Erwerb der Zahlenfolge

Gelman und Gallistel (Gelman, 2000; Gelman & Gallistel, 1978) formulierten folgende fünf Prinzipien, die bereits Vierjährige erfolgreich beim Zählen einsetzen. Kinder dieses Alters verstehen, dass beim Zählen jedem Objekt genau ein Zahlwort zugewiesen wird (Eins-zu-Eins-Zuordnung), dass jede Zahl genau einmal und immer in derselben Reihenfolge vorkommt (stabile Reihenfolge) und dass die letzte Zahl beim Zählen einer Menge deren Anzahl angibt (Kardinalität). Darüber hinaus wissen sie, dass man jedes beliebige Objekt oder Ereignis zählen kann (Abstraktionsprinzip) und dass dabei die Reihenfolge des Zählens keine Rolle spielt (Anordnungsbeliebigkeit). Die letzten beiden Prinzipien sind dem ursprünglichen Zählakt übergeordnet, sie dienen der Verallgemeinerung des Zählens und verbinden die ersten drei Prinzipien zu einem komplexen Zählprozess. Laut Gelman und Gallistel steuern diese in neurologischen Strukturen verankerten Grundprinzipien den Erwerb des verbalen Zählens, da sie angeboren sind und schon bei Säuglingen in der Fähigkeit des so genannten „Subitizing“ zum Ausdruck kommen. Subitizing ist die Fähigkeit, durch welche es gelingt sehr rasch kleine Anzahlen zu erkennen und zu unterscheiden, worauf in Kapitel 1.2.2.1 näher eingegangen wird.

Auch wenn Fuson (1988) im Gegensatz zu Gelman und Gallistel davon ausgeht, dass Kinder nicht von Geburt an über diese Prinzipien verfügen, sondern diese erst ab etwa zwei Jahren durch die Erfahrung mit dem Zählen erwerben, so stellt auch sie die bedeutende Rolle der Zählfertigkeiten, insbesondere den Erwerb der Zahlenreihenfolge, in den Fokus ihrer Betrachtungen. Nach ihrer Auffassung nehmen Kinder bei ihren ersten Erfahrungen mit der Zählsequenz die Zahlen nicht als getrennt voneinander wahr (undifferenziertes Wortganzes), das Zählen ist für sie eher eine Art Kinderreim und die Zählprozedur wird immer von Anfang bis Ende durchlaufen („einszweidreivierfünf“). Mit zunehmender Erfahrung können sie die Zahlen als separate Wörter einer noch immer unzertrennlich aneinander hängenden Kette erkennen und durch Eins-zu-Eins-Zuordnung mit den Zählobjekten verbinden (unzerbrechliche Kette: „eins-zwei-drei-vier-fünf“). Mit ungefähr vier Jahren werden die Zahlwörter schließlich als einzelne Einheiten erkannt und mit dem Zählen kann irgendwo in der Reihe begonnen werden (aufgebrochene Kette: „drei vier

fünf“). Später wird die Zahlwortfolge in ihrem numerischen Verständnis erfasst, wodurch jede Zahl als einzelne numerische Situation bewusst wird (numerische Kette: „ $2 + 3 = 5$ “).

Schlussendlich werden auf der höchsten Ebene Addition und Subtraktion analog dem Vorwärts- und Rückwärtszählen als Umkehroperationen begriffen, wodurch das wahre numerische Zählen als erfolgreiche Rechenstrategie eingesetzt werden kann (Vorwärts-Rückwärtskette: „ $2 + 1 = 5 - 2$ “).

Obwohl Piaget oft deshalb kritisiert wurde, dass er die Bedeutung des Zählens für die Entwicklung des Zahlverständnisses vernachlässigte, scheinen andererseits auch die Ansätze zur Entwicklung von Zählwissen und Zählfertigkeiten einseitig, da sie das kindliche Verständnis von Mengen nicht explizit einbeziehen. Im Laufe der Entwicklung wird jedoch das Wissen um Mengen mit den Fertigkeiten im Zählen verknüpft und bietet die Grundlage für das Verständnis von abstrakten Rechenoperationen (Krajewski, 2005).

1.1.4 Entwicklung des Verständnisses für Rechenoperationen

Im Modell von Aebli (1976) vollzieht sich der Aufbau und die Verinnerlichung mathematischer Operationen auf verschiedenen Ebenen, dabei beruht sein Ansatz auf dem Gedanken, dass jede arithmetische Operation (z. B. Addition, Subtraktion) die Abstraktion einer konkreten Handlung (hinzufügen, wegnehmen) darstellt. Ein Kind gelangt somit über das Verstehen dieser Handlung auf verschiedenen Repräsentationsebenen zum Verständnis der abstrahierten Rechenoperation in Zifferndarstellung (plus, minus). Demnach können Kinder eine Handlung anfangs nur als konkrete Situation darstellen und nachvollziehen. Möchte man zur zugrunde liegenden Rechenoperation gelangen, muss man sich zunächst von der dreidimensionalen Anschauung lösen und die Handlung in Ausschnitten bildlich darstellen (zweidimensionale Ebene). Sobald dieses Bild verinnerlicht ist, kann die Darstellung der Handlung durch Symbole, d. h. durch arabische Zahlen erfolgen. Mit zunehmender Übung und Erfahrung gelangt ein Kind schließlich beim Umgang mit den abstrakten Zahlen zur Automatisierung von Rechenabläufen, dadurch kann ohne Rückgriff auf die einer Gleichung (z. B. $4 + 2 = 6$) zugrunde liegende konkrete Handlung (vier Äpfel und zwei Äpfel sind sechs Äpfel) gerechnet werden, es kommt zum Aufbau von deklarativen und prozeduralem Wissen. Beim Umgang mit Zahlen bzw. abstrakten Rechenoperationen muss folglich stets die dahinter stehende Menge bewusst sein. Hier kommt die Verschmelzung von Zahlenwissen mit dem Mengenwissen besonders zum Tragen.

1.1.5 Entwicklung von Rechenstrategien

Schon lange vor Schuleintritt findet man laut Krajewski (2005) erste Rechenstrategien. Rechnen beginnt beim Zusammenzählen von Elementen, dabei sind verschiedene Vorgehensweisen zu beobachten, welche sich als Strategien unterschiedlicher Qualität klassifizieren lassen. Nach Krajewski (2003) umfassen die in der Literatur vorherrschenden im Vorschul- und frühen Grundschulalter auftretenden Lösungsmethoden von Rechenaufgaben (z. B. Siegler, 1987; Carpenter & Moser, 1982) folgende Strategien. Zur Veranschaulichung dient das Rechenbeispiel $3 + 5$:

- **Summen-Strategie:** Diese Strategie findet sich vor allem bei Kinder ab 4 Jahren, welche der zweiten Ebene „unzerbrechliche Kette“ von Fuson (1988) zugeordnet werden können. Kinder nehmen auf dieser Stufe die Zahlen als zusammenhängend wahr und beginnen den Zählvorgang immer mit eins. Bei der Addition von zwei Mengen zählen die Kinder zuerst die Anzahl jeder Menge (eins, zwei, drei und eins, zwei, drei, vier, fünf) einzeln ab, danach zählen sie die gesamte Menge ab.
- **Weiterzählen:** Die gesamte Menge wird nun in einem Schritt zusammengezählt (eins, zwei, drei, vier, fünf, sechs, sieben, acht). Diese Ebene entspricht Fusons (1988) dritter Phase „aufgebrochene Kette“.
- **Fingerzählen:** Die Finger beider Mengen (drei Finger und fünf Finger) werden zusammengezählt.
- **Aufzählen:** Es besteht die Einsicht, dass die erste Menge nicht mehr gezählt werden muss, sondern gleich als Kardinalwert festgesetzt werden kann. Das Kind beginnt bei drei und fügt die zu addierende Menge durch Aufzählen dazu (vier, fünf, sechs, sieben, acht). Dies ist dann möglich, wenn das Kind etwa im Alter von 6 Jahren verstanden hat, dass hinter der Zähl-Zahl (3) eine Menge (drei Elemente) steht und entspricht der vierten Ebene von Fuson (1988) „numerische Kette“.
- **Minimieren:** Das Kind erkennt, dass es leichter ist, die kleinen Summanden (3) auf den größeren (5) aufzusetzen, es wählt die größere Menge (5) aus und zählt von dieser weiter (sechs, sieben, acht). Diese Strategie demonstriert schon bei Sechsjährigen ein implizites Wissen um das Vertauschen von Summanden.
- **Abruf:** Bei Kinder ab etwa 7 Jahren findet man diese Strategie, bei welcher das Ergebnis einer Aufgabe sofort aus dem Langzeitgedächtnis verfügbar ist.

1.1.6 Zusammenfassung

Das Verständnis für Mengen und Mengenrelationen (mengenbezogenes Vorwissen) sowie das Wissen um Zählfertigkeiten und die Zahlwortfolge (zahlenbezogenes Vorwissen) stellen sich als bedeutende Faktoren für die Entwicklung mathematischen Verständnisses dar. Durch die Verschmelzung dieser Fähigkeiten zu einer Bewusstheit für die hinter den Zahlen stehenden Mengen und deren Anwendung in ersten Rechenfertigkeiten werden die anfänglichen Zählstrategien als Mittel zur Manipulation von Mengenzahlen begriffen und somit ein grundlegendes Verständnis des Rechnens mit abstrakten Zahlen geschaffen.

1.2 Neurologische Prozesse bei der Zahlenverarbeitung

Während entwicklungspsychologische Ansätze zu erklären versuchen, wie ein Kind zum Verständnis der Mathematik gelangt, sind kognitiv-neuropsychologische Modelle auf Prozesse fokussiert, welche während des Rechnens im Gehirn ablaufen. Obwohl die Perspektive eine andere ist, finden sich auch hier Kompetenzen im Umgang mit Zahlen in Verbindung mit dem Rückgriff auf das dahinter stehende Mengenverständnis als zentrale Komponenten, welche für das Rechnen eine Rolle spielen (Krajewski, 2005).

1.2.1 Triple-Code-Model (Dehaene, 1992)

Das von Dehaene (1992) formulierte „Triple-Code-Model“ gilt als zentraler Bezugspunkt, wenn beschrieben werden soll, wie die geistigen Funktionen der Zahlenverarbeitung und des Rechnens beschaffen sind. Das Modell geht von einem modular gegliederten System neuronaler Netzwerke (Module) aus, in denen Zahlen in drei unterschiedlichen Kodierungen repräsentiert sind. Diese drei Module sind miteinander verknüpft und werden für unterschiedliche zahlenbezogene Funktionen gebraucht (siehe Abbildung 3).

Das analog-semantische Modul enthält die mengen- bzw. größenmäßige Bedeutung von Zahlen in Form einer räumlich konfigurierten mentalen Zahlenlinie. Diese Repräsentation wird beispielsweise beim Schätzen der Größe einer Menge, beim Vergleichen von Mengen und beim Überschlagen von Rechnungen gebraucht. Neben dieser ausschließlich in der Vorstellung existierenden Repräsentation sind Zahlen auch als Zahlworte sowie als arabische Zahlen repräsentiert.

Das sprachlich-alphabetische Modul verwenden wir bei Zählprozeduren, zum Speichern von numerischem Faktenwissen und zum exakten Rechnen.

Die visuell-arabische Notation ermöglicht den Umgang und das Operieren mit mehrstelligen Zahlen sowie das Beurteilen, ob eine Zahl gerade oder ungerade ist.

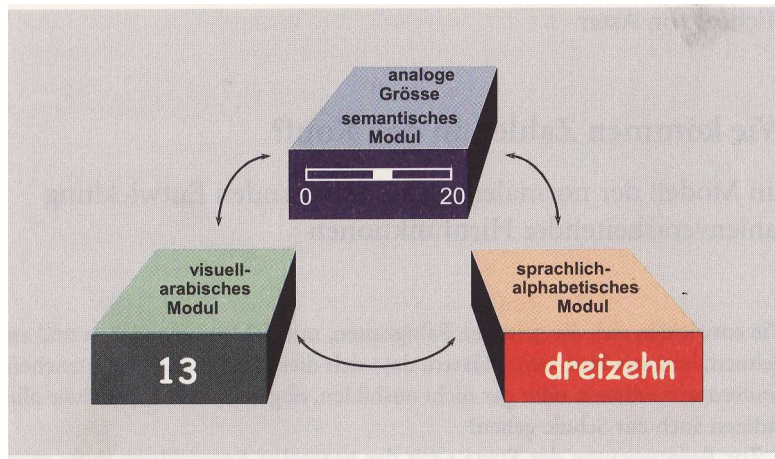


Abbildung 3: Triple-Code-Model (Dehaene, 1992)

Dehaene, Spelke, Pinel, Stanescu und Tsivkin (1999) konnten mit funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRI) zeigen, dass diese drei Module jeweils eigenständige neuronale Netzwerke in unterschiedlichen Regionen des Gehirns bilden. Bei Schätzaufgaben wurden primär Regionen im Bereich des inferioren parietalen Kortex beider Hirnhälften aktiviert, während bei exakten Rechenaufgaben primär linksseitige präfrontale Areale im Bereich des sprachverarbeitenden Kortex aktiviert wurden.

1.2.2 Modell der Entwicklung zahlenverarbeitender Hirnfunktionen (von Aster, 2005)

Das von von Aster (2005) formulierte Modell der Entwicklung und Modularisierung von zahlenverarbeitenden Hirnfunktionen ist hierarchisch gegliedert (siehe Abb. 4). Das Modell geht davon aus, dass es primäre und im Kern angeborene Fähigkeiten zur Unterscheidung konkreter (kardinaler) Mengen gibt, welche die Grundlage für den Prozess ihrer sinnhaften Symbolisierung darstellen, und zwar zunächst in Form von Zahlwörtern und später in Form von schriftlichen Notationssystemen wie den arabischen Zahlen. Das Zahlwortsystem und das arabische Notationssystem bilden wiederum die Voraussetzung für die Entwicklung einer abstrakten symbolischen, räumlichen (ordinalen) Zahlenraumrepräsentation, welche das mentale Operieren mit Zahlen ermöglicht.

Von Aster (2005) geht davon aus, dass sowohl die früh vorhandene konkrete Mengenrepräsentation als auch die symbolische Zahlenraumrepräsentation im intraparietalen Sulcus beider Hemisphären lokalisiert sind. Im Modell wird davon

ausgegangen, dass das Erstere eine Frühform des Zweiten ist, das Zweite also aus dem Ersten hervorgeht, und dass dies nur durch den kulturvermittelten Erwerb der Zahlensymbolsysteme in sprachlicher und arabischer Form geschehen kann. In Abbildung 4 stellen die schwarzen Linien die wachsenden neuronalen Verknüpfungen zwischen den verschiedenen Repräsentationen dar: zwei Objekte -> /zwei/ -> 2 -> Ort zwischen 0 und 4, nach 1 und vor 3.

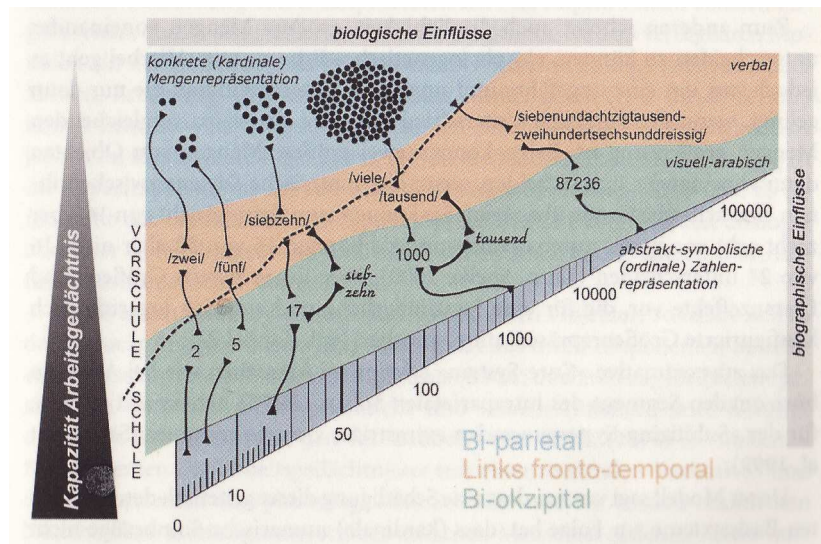


Abbildung 4: Entwicklung und Verknüpfung zahlenverarbeitender Hirnfunktionen (von Aster, 2005)

Der Prozess der Entwicklung und Modularisierung erfolgt einerseits in Abhängigkeit von der sich entwickelnden Kapazität und Verfügbarkeit von Stützfunktionen der allgemeinen Intelligenz (welche als Aufmerksamkeit, Arbeitsgedächtnis, Verarbeitungsgeschwindigkeit oder neuronale Effektivität konzeptualisiert werden können), und andererseits, in Abhängigkeit von Erfahrungen, als ein Prozess der sich in einer individuellen soziokulturellen Lernumgebung ausprägt (von Aster, 2005).

1.2.2.1 Die konkrete (kardinale) Mengenrepräsentation

Feigenson, Dehaene und Spelke (2004) definieren für die konkrete (kardinale) Repräsentation von Mengen zwei „core-systems of number“. Die hierunter gefassten numerischen Fähigkeiten sind genetisch determiniert und ermöglichen ein Wissen über die elementare Mächtigkeit von Mengen, ihre numerische Größe (Kardinalität).

Zum Ersten ist hier die Fähigkeit kleine Mengen von ein bis drei Objekten simultan und unmittelbar zu erfassen und voneinander zu unterscheiden (subitizing) gemeint. Bereits Babys unter einem Jahr wählen die jeweils größere Menge (von z. B. essbaren Objekten), wenn die Alternativen eins versus zwei, zwei versus drei oder eins versus drei vorgegeben

werden. Wenn dagegen eine der Alternativen mehr als drei Objekte enthält, wählen sie zufällig (Feigenson, Carey und Spelke, 2002).

Zweitens scheint auch die Fähigkeit, größere Mengen voneinander unterscheiden zu können, ein phylogenetisches Erbe zu sein. Hierbei geht es allerdings nur um eine ungefähre und ungenaue Unterscheidung, die nur dann gelingt, wenn der kardinale Unterschied zwischen den zu vergleichenden Mengen groß genug ist. Babys im Alter von sechs Monaten können zwei größere Mengen von Objekten nur dann voneinander unterscheiden, wenn die numerische Distanz zwischen ihnen eine kritische Größe übersteigt. So können sie zum Beispiel acht von 16, aber nicht acht von zwölf unterscheiden und sie können 16 von 32 aber nicht 16 von 24 unterscheiden (Xu & Spelke, 2000).

1.2.2.2 Die linguistische und die arabische Zahlensprache

Obwohl die menschliche Fähigkeit zum Spracherwerb angeboren ist, kann sich Sprache nur in der Interaktion mit einer sprechenden Umwelt entwickeln. Findet sich in dieser Umwelt niemand der zählt, abzählt, zu- und wegzählt, können folglich keine Zahlwörter gelernt werden. Der nächste Schritt zu dem uns vertrauten Denken mit Zahlen erfordert laut von Aster (2005) sprachliches Symbolisieren in Form einer ordinalen Zahlwortsequenz. Mit den grundlegenden Zählprinzipien gehen dann auch erste arithmetische Fähigkeiten einher. Kinder im Vorschulalter lernen mit Hilfe der Zahlwortreihe Mengen zu quantifizieren sowie mit ihnen zu operieren. Dies ermöglicht es, nun auch Mengen mit großer Genauigkeit zu vereinen (zusammenzählen) oder zu verändern (hinzu- oder wegzählen). Zunehmende Übung führt dazu, dass arithmetische Fakten nach und nach Bestandteil des Langzeitgedächtnisses werden, d. h. zwei plus drei muss nicht mehr (denkend) zusammengezählt werden, sondern wird (wissend) abgerufen und ergibt einfach fünf.

Das Zählwissen und das zunehmende arithmetische Faktenwissen modularisiert nach von Aster (2005) unter Vermittlung des mit dem Alter wachsenden Arbeitsgedächtnisses.

Nach Baddeley (1997) haben alle drei Komponenten des Arbeitsgedächtnisses (phonologische Schleife, visuell-räumlicher Notizblock und zentrale Exekutive) einen Einfluss auf mathematische Prozesse.

Auch die Korrelationsanalyse von Ehlert (2007) zeigt enge Zusammenhänge zwischen den Arbeitsgedächtnisleistungen und den mathematischen Fertigkeiten bei Kindern im Vorschulalter. Zwischen 4-, 5- und 6-jährigen Kindern wurde jedoch eine Veränderung der

Korrelationsstärken festgestellt. Dabei wurde die Varianz der mathematischen Leistungen mit steigendem Alter weniger durch das Arbeitsgedächtnis aufgeklärt. Das Arbeitsgedächtnis verliert somit laut Ehlert mit steigendem Alter an Einfluss auf mathematische Leistungen.

Das neuronale Netzwerk des Zahlwortsystems entsteht im Bereich der linken präfrontalen sprachverarbeitenden Hirnrinde und stellt sprachlich kodiertes Zahlenwissen unmittelbar und bedarfsbezogen bereit (von Aster, 2005).

Dieser Prozess beginnt schon vor Schuleintritt, d. h. ohne systematische Beschulung. Schon im Kindergartenalter verfügen die meisten Kinder über ein beachtliches Zähl- und Zahlenwissen, wobei das Niveau und die Zusammensetzung des vorschulischen Zahlenwissens beträchtlich variieren. Diese Unterschiede hängen einerseits von Inhalt und Art der Anregung ab, welche Kinder in ihrer unmittelbaren Umgebung erfahren, und andererseits von dem, was sie an persönlichen Motiven und Sinnbezügen daraus extrahieren (von Aster, 2005). Dies ist auch für die Entwicklung der bereits im Kindergartenalter nachweisbaren kognitiven Geschlechtsunterschiede in Mathematik von Bedeutung, wobei geschlechtsspezifische primäre Spielmotive und –interessen Jungen offensichtlich früher an Zahlen heranzuführen: Sie bevorzugen kompetitive, wettkampforientierte Spiele, bei welchen Zahlen als Werkzeug zum vergleichenden Messen nützlich sind (Weinhold Zulauf, Schweiter & von Aster, 2003).

Auch scheinen sprachkulturelle Gegebenheiten, d. h. Besonderheiten der Zahlenlinguistik in verschiedenen Sprachen, einen Einfluss auf das Niveau des vorschulischen Wissenserwerbs zu haben. So sind zum Beispiel chinesische Vorschulkinder europäischen und amerikanischen Vorschulkindern voraus. Durch den sehr logischen und einheitlichen Aufbau der Zahlwortstruktur gelingt es den chinesischen Kindern viel früher, beim Abzählen größerer Mengen dekadische Zergliederungen vorzunehmen und damit sicherer und ökonomischer zu einem Ergebnis zu kommen (Miura, Kim, Chang & Okamoto, 1988).

Das chinesische Zahlwortsystem bietet somit optimale Voraussetzungen für das Erlernen des *arabischen Notationssystems*, der visuellen Zahlensprache, welche in Form visueller Symbole existiert. Dieses verfügt über eine eigene stellenwertbezogene Grammatik, die von den meisten angelsächsischen Zahlenlinguistiken deutlich abweicht. Die arabische Zahlensprache wird gemeinsam mit dem Erlernen der Schriftsprache mit Eintritt in die Schule unterrichtet. Das chinesische Zahlwortsystem korrespondiert laut von Aster (2005) eins zu eins mit der arabischen Syntax. Im Gegensatz zu chinesischen Kindern müssen

deutsche Kinder im schulischen Erstunterricht zahlreiche Übersetzungsregeln lernen, die sicherstellen, dass die ordinale Reihe von arabischen Symbolen übertragen werden kann, dabei stellt im deutschen Zahlwortlexikon besonders die konsequente Zehner-Einer-Inversion eine Lernschwierigkeit dar. Diese Inversion veranlasste früher Pädagogen dazu, Kinder aufzufordern, beim Schreiben arabischer Zahlen entgegen der gewohnten Schreibrichtung zuerst den Einer zu schreiben und dann den Zehner davor zu setzen, so wie es der Sprachfolge entspricht. Sieht man sich die Fehler beim Schreiben von zweistelligen Zahlen von deutschen Zweitklässlern an, so machen rund ein Viertel der Kinder so genannte Zahlendreher. Französische Zweitklässler kennen diese Art von Fehler praktisch nicht (von Aster, Deloche, Dellatolas & Meier, 1997).

1.2.2.3 Die abstrakt-symbolische (ordinale) Zahlenrepräsentation

Die Zahlensprachen bilden laut von Aster (2005) nicht nur eine Grundlage für den Umgang mit größeren Zahlen und für das Erlernen höherer Mathematik, sondern auch für die Neukonstruktion der semantischen Zahlenrepräsentation. Hierbei ist die Rede von einer Umformung der angeborenen konkreten (kardinalen) Mengenrepräsentation (welche den Core-Systems entspricht) zu der abstrakt-symbolischen (ordinalen) Zahlenstrahlvorstellung, die sich im parietalen Kortex vollzieht.

Die Besonderheit des Zahlenstrahls ist, dass er in Schreibrichtung ausgerichtet ist, in unserem Kulturraum von links nach rechts. Erteilt man Erwachsenen die Aufgabe so schnell wie möglich durch Tastendruck anzugeben, ob eine Zahl gerade oder ungerade ist, so stellt man fest, dass wir schneller mit der rechten Hand reagieren bei größeren Zahlen und schneller mit der linken Hand bei kleineren Zahlen. Dieselben Reaktionsmuster sind zu beobachten, wenn beurteilt werden soll, ob eine Ziffer größer oder kleiner ist als eine präsentierte Zahl. Diese Experimente lassen den Schluss zu, dass große Zahlen mit der rechten Raumseite und kleine Zahlen mit der linken Raumseite in Verbindung gebracht werden. Dieser Effekt wird als „Spatial Numerical Association of Response Codes“ bezeichnet und wird kurz SNARC-Effekt genannt. Dieser Effekt tritt, wie schon beschrieben, automatisch beim Sehen einer Ziffer auf und ist unabhängig von der damit verbundenen Aufgabestellung (Dehaene, Bossini & Giraux, 1993). Dabei ist es nicht von Bedeutung, welcher Hand die Entscheidung „gerade“ zugeordnet wird oder ob Links- oder Rechtshänder die Aufgabe bearbeiten. Auch eine Versuchsanordnung mit überkreuzten Händen bewirkt keine Veränderung im Ausmaß des Effekts.

Dass der mentale Zahlenstrahl erst während der ersten Grundschuljahre entsteht, begründet sich dadurch, dass der SNARC-Effekt erst ab der zweiten Klassenstufe nachweisbar ist. In den Untersuchungen von Schweiter, Weinhold Zulauf und von Aster (2005) zufolge reagieren nur ein Drittel der Zweitklässler schneller mit der rechten Hand auf größere Zahlen und schneller mit der linken Hand auf kleinere Zahlen. Bei diesem Drittel existiert also schon eine räumliche, in Schreibrichtung ausgerichtete Vorstellung, welche größere Zahlen näher an die rechte Hand und kleinere Zahlen näher an die linke Hand projiziert, folglich ist dies bei zwei Dritteln der Zweitklässler noch nicht der Fall. Ab der dritten Klasse zeigen Schulkinder laut Berch, Foley, Hill und McDonough Ryan (1999) dann mehrheitlich, wie Erwachsene, einen SNARC-Effekt.

Schweiter et al. (2005) untersuchten den Zusammenhang zwischen der sich entwickelnden räumlichen Repräsentation von Zahlen und den Leistungen im Rechnen bei Kindern der zweiten Klasse. Zum einen wurde ein SNARC-Paradigma verwendet, das Paritätsurteile der Ziffern Eins bis Neun erforderte, und zum anderen die Neuropsychologische Testbatterie für Zahlenverarbeitung und Rechnen bei Kindern (ZAREKI; von Aster, 2001).

Bachot, Gevers, Fias und Roeyers (2005) verglichen Kinder im Alter von 7 bis 12 Jahren, die an Störungen visuell räumlicher Fertigkeiten und an mathematischen Lernstörungen litten, mit einer normal entwickelten Kontrollgruppe. Es zeigte sich, dass bei rechenschwachen Kindern im Gegensatz zu den Kontrollkindern kein SNARC-Effekt nachweisbar war. Vor diesem Hintergrund könnte in der Studie von Schweiter et al. (2005) erwartet werden, dass die Gruppe der Kinder mit SNARC-Effekt bessere Testleistungen erreicht als die Gruppe ohne SNARC-Effekt.

In der Untersuchung von Schweiter et al. (2005) bestätigte sich diese Erwartung jedoch nicht bzw. nur teilweise. Etwa ein Drittel der Kinder zeigten einen SNARC-Effekt, etwas mehr Jungen als Mädchen. Für die Stichprobe zeigte sich kein statistischer Zusammenhang zwischen SNARC-Effekt und Rechenleistung. Jedoch bestand eine signifikante Wechselwirkung mit dem Faktor Geschlecht. Nur bei den Knaben fand sich ein positiver Zusammenhang zwischen SNARC-Effekt und Testleistung, nicht dagegen bei den Mädchen mit SNARC-Effekt. Mädchen mit SNARC-Effekt zeigten deutlich schwächere Testleistungen als Jungen mit SNARC-Effekt. Jungen und Mädchen, welche in der zweiten Klasse noch keinen SNARC-Effekt zeigten, unterschieden sich dagegen nicht bezüglich ihrer Leistungen in der ZAREKI.

Mädchen scheinen nach Schweiter et al. (2005) durch die Ausbildung eines mentalen Zahlenstrahls und seine Automatisierung in Bezug auf ihre Rechenleistungen zunächst eher verunsichert zu werden, während Buben davon profitieren. Auf die möglichen Ursachen von Geschlechtsunterschieden bezüglich der Nutzung des mentalen Zahlenstrahls wird die Verfasserin dieser Arbeit in Kapitel 3.3.3 eingehen.

1.3 Mathematische Vorläuferfertigkeiten im Vorschulalter

In der Langzeitstudie von Krajewski und Schneider (2006) versuchten die Autoren Vorläuferfertigkeiten zu identifizieren, die bereits im Vorschulalter Unterschiede in den Mathematikleistungen der Grundschule vorhersagen. Spezifisch-mathematische Faktoren sollten dabei von unspezifischen Faktoren, welche sich ebenso auf die späteren Schriftsprachleistungen auswirken, abgegrenzt werden. Die im Kindergarten erhobenen mathematikspezifischen Aufgaben operationalisierten zwei unterschiedliche Ebenen der mathematischen Vorläuferkompetenzen, und zwar *numerische Basisfertigkeiten (Ebene I)* und *Invarianz-Anzahl-Konzepte (Ebene II)*.

Ebene I: Numerische Basisfertigkeiten. Auf der ersten Kompetenzebene erwerben Kinder grundlegende Fertigkeiten, welche noch kein konzeptuelles Verständnis für den Zusammenhang von Mengen und Zählzahlen erfordern. Sie lernen einen unpräzisen Mengenbegriff und Zählfertigkeiten kennen und können Zahlen bald in ihre exakte Reihenfolge bringen. Die Zahlenfolge wird dazu genutzt, Elemente in eine feste Reihenfolge zu bringen (Ordnungsfunktion), dabei werden die Zahlen noch nicht mit korrespondierenden Mengen in Verbindung gebracht.

Ebene II: Anzahlkonzept. Auf dieser Ebene vollzieht sich die Verknüpfung der Zahlen mit dem numerisch unbestimmten Mengenbegriff. Erst hier wird den Kindern bewusst, dass hinter Zahlen Mengen stehen. Dies geschieht in zwei Phasen. Erst werden die Zahlen noch keinen exakten Mengen, sondern nur einem numerisch unbestimmten Kontinuum von Mengen zugeordnet (unpräzises Anzahlkonzept). Die Kinder verstehen, dass manche Zahlen (z. B. drei oder zwei) mit kleinen Mengen, andere Zahlen (z. B. zwanzig oder acht) mit großen Mengen und wieder andere Zahlen (z. B. tausend oder hundert) mit sehr großen Mengen korrespondieren. Innerhalb dieser unbestimmten Kategorien können sie aber noch keine exakten Anzahlen (z. B. hundert und tausend) unterscheiden, da dieses Anzahlverständnis noch nicht mit der exakten Zahlenfolge in Verbindung steht. Ihr unpräzises Anzahlkonzept resultiert aus der Erfahrung, dass eine Menge „viel“ ist, wenn man an ihr viel zählen – im Sinne von lange zählen – muss. Innerhalb der Zahlen, für die

man „viel zählen“ muss (z. B. acht und zwanzig) können sie noch nicht differenzieren. Erst die Erkenntnis, dass aus der exakten Länge des Zählens eine exakte Menge resultiert und die Anordnung dieser exakten Mengen mit der Zahlenfolge im Zusammenhang steht, führt zum präzisen Anzahlkonzept und befähigt die Kinder, Zahlen miteinander zu vergleichen. Unabhängig von dieser Erkenntnis entwickeln sie ein Verständnis für Relationen von numerisch unbestimmten Mengen. So verstehen sie, dass man Mengen in Teile zerlegen und wieder zusammensetzen kann sowie dass Mengen nur dann „mehr“ oder „weniger“ werden, wenn man etwas hinzufügt oder wegnimmt.

Ebene III: Relationszahlkonzept. Hier wird das Verständnis für Mengenrelationen mit dem präzisen Anzahlkonzept verknüpft, somit begreifen die Kinder die Zahlen auch als Relationszahlen. Nun werden auch Beziehungen (Differenzen) zwischen zwei Mengen, die der unmittelbaren Wahrnehmung nicht zugänglich sind, mit Hilfe von Zahlen modelliert (siehe Abbildung 5).

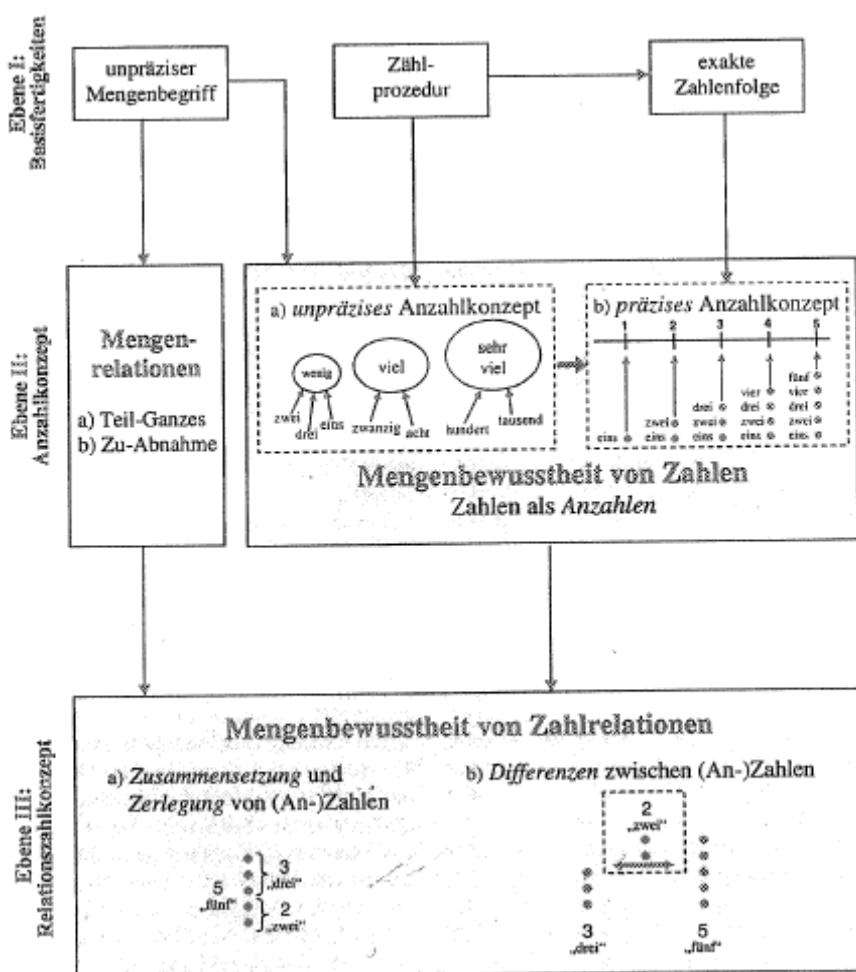


Abbildung 5: Entwicklungsmodell früher mathematischer Kompetenzen (Krajewski, 2007)

Die ersten beiden Ebenen stellen nach Krajewski und Schneider (2006) mathematische Vorläuferfertigkeiten dar. Das Relationszahlkonzept auf der dritten Ebene spiegelt hingegen Kompetenzen wider, die den Rechenoperationen und damit wahrem mathematischen Verständnis zuzuordnen sind.

Die höheren Vorläuferkompetenzen der Ebene II wurden zu einem Großteil von den Basisfertigkeiten (Ebene I) vorhergesagt. Die Aufgaben beider Ebenen wurden von den meisten Kindern gelöst und machten somit deutlich, dass die Kinder bereits ein halbes Jahr vor Schuleintritt nicht nur über gute numerische Basisfertigkeiten wie das Zählen verfügen, sondern bereits auch die höheren Konzepte von Anzahl und Invarianz aufweisen. Die Unterschiede in den mathematischen Vorläuferkompetenzen im Kindergartenalter spiegelten sich dabei in den Mathematikleistungen bis zum Ende der Grundschulzeit wider. Die höheren Vorläuferkompetenzen klärten zudem einen Großteil der Varianz in den Mathematikleistungen am Beginn wie auch am Ende der Grundschulzeit auf (Krajewski & Schneider, 2006).

Sowohl auf die mathematischen Vorläuferfertigkeiten als auch auf die schulischen Mathematikleistungen zeigen sich laut Krajewski und Schneider (2006) Effekte von unspezifischen Faktoren wie Schnelligkeit beim Zugriff auf Zahlworte im Langzeitgedächtnis, Intelligenz und soziale Herkunft (siehe Abbildung 6). Die Deklaration dieser Faktoren als unspezifisch wird deshalb vorgenommen, da diese Fähigkeiten, wie bereits erwähnt, für verschiedenste kognitive Leistungen, wie beispielsweise für spätere Rechtschreibleistungen, eine übergeordnete Bedeutung haben.

Die Zugriffsgeschwindigkeit auf phonologische Fakten im Langzeitgedächtnis sagt mehr als ein Viertel der Varianz in den numerischen Basisfertigkeiten vorher und hat direkten Einfluss auf die Mathematikleistungen.

Die Intelligenz steht als basale kognitive Fähigkeit hinter den mathematischen Vorläufern und wirkt sich über die numerischen Basisfertigkeiten auf die Invarianz-Anzahl-Konzepte und die mathematischen Schulleistungen aus. Nach Einbezug der Vorläuferkompetenzen zeigt sie jedoch keinen direkten Effekt auf die Schulleistungen. Die allgemeine intellektuelle Fähigkeit eines Kindes kommt somit besonders im Kindergartenalter zum Tragen und beeinflusst die für die späteren Mathematikleistungen grundlegenden Kompetenzen (Krajewski & Schneider, 2006; Weißhaupt, Peucker & Wirtz, 2006).

Mit Beschulung der Kinder verringert sich der Einfluss der Intelligenz und die soziale Herkunft eines Kindes gewinnt immer stärker an Bedeutung. Es wird vermutet, dass sich

mit Schuleintritt das elterliche Engagement für schulische Angelegenheiten entfaltet und sich dann als Umweltfaktor zunehmend auf die Schulleistungen auswirkt (Krajewski & Schneider, 2006).

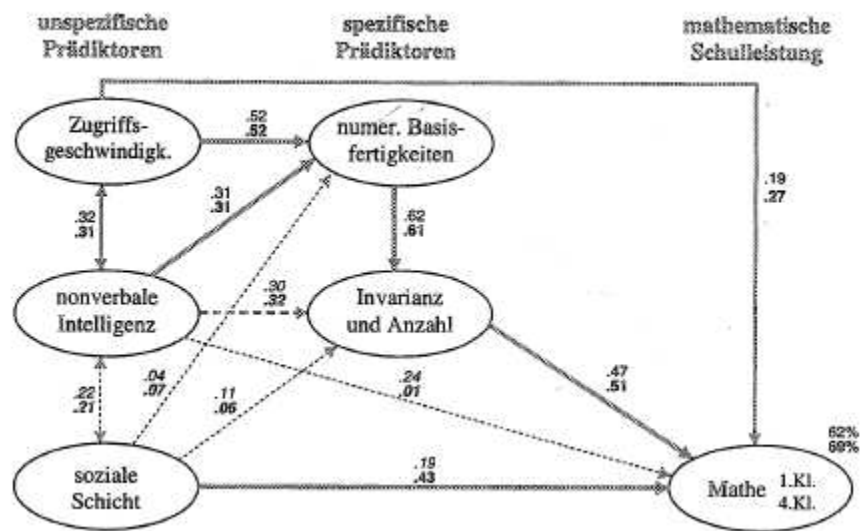


Abbildung 6: Strukturgleichungsmodell zur Vorhersage der Mathematikleistung in der 1. und 4. Klasse aus den im Vorschulalter erhobenen Prädiktoren (Krajewski, 2006)

Zusammenfassend lassen sich die allgemeine intellektuelle Fähigkeit eines Kindes und der schnelle Zugriff auf phonologischen Fakten im Langzeitgedächtnis als allgemeine kognitive Determinanten festhalten, welche neben den Mathematik- auch die Rechtschreibleistungen beeinflussen. Für weitere unspezifische Determinanten wie phonologische Gedächtniskapazität, visuell-räumliches Vorstellungsvermögen, Sprachverständnis und Konzentration lassen sich nur geringe Zusammenhänge mit Schulleistungen nachweisen. Demgegenüber sind numerische Basisfertigkeiten als auch die darauf aufbauenden Invarianz- und Anzahlkonzepte als bedeutende spezifische Vorläufer der Schulmathematik zu betrachten und konnten bis zum Ende der Grundschulzeit für den Großteil der Varianz in den mathematischen Schulleistungen verantwortlich gemacht werden (Krajewski & Schneider, 2006).

2 Geschlechtsunterschiede bezüglich numerischer Fähigkeiten über die Lebensspanne

Bevor auf den Geschlechtervergleich bezüglich mathematischer Leistungen eingegangen wird, sollen kurz einige allgemeine Erläuterungen vorausgeschickt werden.

In der psychologischen Geschlechterforschung werden laut Stapf (1992) folgende zwei Arten von Merkmalen bzw. Verhaltensweisen unterschieden, nämlich „geschlechtsspezifische“ und „geschlechtstypische“ Merkmale. Geschlechtsspezifische Merkmale sind solche, die ausschließlich bei einem Geschlecht vorkommen, diese gibt es im biologisch-körperlichen Bereich: so können beispielsweise nur Frauen Kinder gebären. In der Psychologie beschäftigt man sich vorrangig mit „geschlechtstypischen Merkmalen“, als solchen, die zwischen den Geschlechtern nach der Auftretenshäufigkeit oder -intensität unterscheiden. Diese sollten *zwischen* den Geschlechtern deutlich stärker variieren als *innerhalb* eines Geschlechts. Jedoch sind nur sehr wenige geschlechtstypische psychologische Merkmale auffindbar, welche als gesichert gelten. Die meisten Verteilungen solcher Merkmale zeigen sehr starke Überlappungen; das heißt, die Variabilität innerhalb eines Geschlechts (die Unterschiede z. B. zwischen den Frauen) ist meist größer als die zwischen Frauen und Männern. Folglich liegen zwischen den Geschlechtern nur relativ geringe Unterschiede vor. Zusätzlich werden Merkmale, welche eher für die männliche Population typisch sind, sowie die Lebensbereiche, für deren Bewältigung diese Merkmale wichtig sind, höher bewertet. Aufgrund dieser Bewertungen erfahren Ergebnisse zu möglichen Geschlechtsunterschieden besonders im kognitiven Bereich oft eine ideologisch gefärbte Interpretation und Schlussfolgerung (Stapf, 1992).

Diese Erläuterungen deuten nach Stapf (1992) an, dass eine Beantwortung der Frage „Gibt es eindeutige Unterschiede zwischen den Geschlechtern in den Mathematikleistungen oder in der Begabung?“ nicht ganz einfach ist. Betrachtet man die vorliegende Literatur der letzten zehn bis zwanzig Jahre, so kann man bezüglich dieser Frage folgende Schlüsse ziehen:

- Je älter die wissenschaftliche Veröffentlichung ist, desto eher werden Geschlechtsunterschiede gefunden. Dabei sind die Unterschiede im Grundschulalter auf die besseren Mathematikleistungen der Mädchen zurückzuführen, ab dem Alter von 12 bis 13 Jahren ist jedoch eine deutlich bessere Leistung der Jungen beobachtbar.

- In den aktuellen Sammelreferaten werden hingegen sehr viel geringere Unterschiede bis gar keine Unterschiede gefunden. Die Ergebnisse in den verschiedensten Studien müssen danach getrennt werden, ob Leistungen in Mathematiktests, z. B. SAT (Scholastic Attitude Test), oder Mathematik-Schulnoten erfasst wurden. Mädchen weisen hiernach entweder bessere Schulnoten in Mathematik auf oder es sind keine Unterschiede auffindbar, während Jungen in Mathematiktests besser abschneiden. Insgesamt scheint die Befundlage etwas unübersichtlich und widersprüchlich, jedoch ist es so, dass wenn Unterschiede gefunden werden, die durch das biologische Geschlecht aufgeklärte Varianz (zwischen 5% und 17%) eher gering ausfällt, d. h. andere Bedingungen als das Geschlecht zu den beobachtbaren Unterschieden beitragen (Stapf, 1992, S. 51).

Insgesamt scheint der Forschungsstand den Schluss zuzulassen, dass – zumindest im Mittelbereich der Verteilung – keine nennenswerten Unterschiede zwischen den Geschlechtern in Mathematikleistungen beobachtbar sind, d. h. die Fähigkeiten hierzu bei Mädchen wie Jungen vorhanden sind. Unterschiede soll es jedoch bezüglich folgender Bereiche geben:

- Interesse für Mathematik
- Erfahrungen/Übung in Mathematik
- Selbstvertrauen und Selbsteinschätzung
- Elternverhalten/Lehrerverhalten und -einschätzung
- Lern- und Denkstile (funktionaler vs. prädiktiver Stil)
- Räumliches Vorstellungsvermögen

Auf die möglichen Ursachen der Geschlechtsunterschiede wird in Kapitel 3 eingegangen.

2.1 Geschlechtsunterschiede im Kleinkind- und Vorschulalter

2.1.1 Keine Geschlechtsunterschiede

Friedrich und Munz (2006) berichteten im Rahmen ihres didaktischen Konzepts „Komm mit ins Zahlenland“ bei 5 Jahre alten Kindern keine signifikanten Leistungsunterschiede zwischen den Geschlechtern. Auch Van de Rijt, Van Luit und Hasemann (2000) fanden in ihrer Untersuchung bei 4- bis 7-jährigen Kindern mit dem Utrechter Zahlbegriffstest keinen

signifikanten Einfluss des Geschlechts auf die Leistung. Die Aufgaben, welche die acht Komponenten *Vergleichen*, *Klassifizieren*, *Eins-zu-eins-Zuordnen*, *nach Reihenfolgen ordnen*, *Zahlwörter gebrauchen*, *Strukturiertes Zählen*, *Resultatives Zählen* und *Allgemeines Zahlenwissen* beinhalten, wurden von einer Gruppe von Kindern in den Niederlanden bearbeitet. Schließlich wurde der Utrechter Zahlbegriffstest in seiner deutschen Übersetzung, also der Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung (OTZ; Van Luit, Van de Rijt & Hasemann, 2001), einer Gruppe von deutschen Kindern vorgegeben, bei welchen es keine Anzeichen für bedeutende Unterschiede zwischen Buben und Mädchen gab. Lachance und Mazzocco (2006) fanden in ihrer Längsschnittstudie, welche vom Kindergartenalter bis zur 3. Schulstufe reichte, ebenfalls keine signifikanten Geschlechtsunterschiede bezüglich mathematischer Fähigkeiten. So stellten auch Lummis und Stevenson (1990) in ihrer interkulturellen Untersuchung (Taiwan, Japan, Vereinigte Staaten) keine signifikanten Geschlechtsunterschiede zwischen Jungen und Mädchen in ihren allgemeinen mathematischen Konzepten und Fähigkeiten bei 6-jährigen Kindern fest.

Aunola, Leskinen, Lerkkanen und Nurmi (2004) fanden bezüglich der mathematischen Leistung von Kindern im Vorschulalter bis zur 2. Schulstufe zwar ebenfalls keine Geschlechtsunterschiede, jedoch stieg während dieses Zeitraums bei den Jungen das Wachstum der mathematischen Fähigkeiten schneller an als bei den Mädchen. Dies galt allerdings nur für leistungsstarke Kinder.

2.1.2 Geschlechtseffekte zugunsten der Jungen

Schweiter et al. (2005) kamen mit der ZAREKI-K, der Kindergartenversion der Neuropsychologischen Testbatterie für Zahlenverarbeitung und Rechnen (ZAREKI; von Aster, 2001) zu dem Ergebnis, dass bei 6 Jahre alten Kindern Knaben tendenziell höhere Werte erreichen als Mädchen. Die Vorteile für die Knaben finden sich beim *Rückwärtszählen* und beim *Zahlenvergleich*. Dieser Unterschied in der Rechenleistung erreicht jedoch nicht das Signifikanzniveau, betrachtet man allerdings die Leistungen bei etwas älteren Kindern wie bei Weinhold Zulauf et al. (2003) so stellt sich heraus, dass bei jüngeren Kindern (6 Jahre) noch keine, bei den älteren (6;7 Jahre) aber signifikante Geschlechtsunterschiede in der Gesamtleistung bezüglich der Rechenfähigkeit zugunsten der Knaben bestehen.

Ehlert (2007) kam in ihrer Analyse zu dem Ergebnis, dass sich die Leistungen der Geschlechter bei 4- bis 6-jährigen Kindern in den Bereichen *simultane Mengenerfassung* und *Teil-Ganze-Konzept* zum Vorteil der Jungen unterscheiden. Weiters kam die Autorin

zu dem Ergebnis, dass im Bereich der zentralen Exekutive des Arbeitsgedächtnisses für das *Zahlennachsprechen rückwärts* geschlechtsspezifische Unterschiede zugunsten der Jungen vorliegen.

Robinson, Abbott, Berninger und Busse (1996) stellten bei mathematisch begabten Kindergarten- und Vorschulkindern einen signifikanten Geschlechtsunterschied zugunsten der Jungen fest.

Auch Stern (1998b) liefert Belege für Geschlechtsunterschiede zugunsten der Jungen, die ihre Wurzeln bereits im Vorschulalter haben. In einer Längsschnittuntersuchung zeigten Burschen in allen Tests und zu allen Erhebungszeitpunkten, die vom Vorschulalter bis zur 6. Schulstufe reichten, bessere Leistungen als Mädchen. Dies zeigte sich in einem höheren Anteil an Buben im oberen Leistungsdrittel und in einen niedrigeren Anteil an Jungen im unteren Drittel. Aufgaben die Kindern im Vorschulalter vorgegeben wurden, waren Zahlinvarianz- und Quantifizierungsaufgaben. Bei *Zahlinvarianzaufgaben* mussten die Kinder ein Verständnis dafür zeigen, dass sich die Anzahl der Elemente nicht durch ihre räumliche Ausdehnung ändert. Bei *Quantifizierungsaufgaben* waren die Kinder dazu aufgefordert, die Anzahl von 3-8 vorgelegten Holzklötzen ohne zu zählen zu ermitteln. Sowohl Buben als auch Mädchen, welche bereits in der Vorschulzeit im oberen Leistungsdrittel anzusiedeln waren, konnten ihren Vorsprung bis zur 5. Schulstufe halten, dies zeigt, dass leistungsstarke Mädchen ihren Startvorteil über die Zeit nicht verlieren. Jedoch zeigte sich eine unterschiedliche Entwicklung von Mädchen und Jungen, die sich in der Vorschulzeit im mittleren Leistungsdrittel befanden. In der 5. Schulstufe erreichten deutlich mehr Buben als Mädchen noch das obere Leistungsdrittel.

Diese Ergebnisse machen deutlich, dass der Ursprung für den im Schulalter anwachsenden Vorsprung der Knaben in Fertigungsunterschieden im Kindergartenalter liegt.

2.1.3 Geschlechtseffekte zugunsten der Mädchen

Nach Geary (1994) konnten im Kleinkind- und Vorschulalter bislang kaum Effekte des Geschlechts auf die numerischen Fähigkeiten zu Ungunsten der Mädchen gefunden werden. Van de Rijt und Van Luit (1999) fanden bei 4- bis 7-jährigen Kindern mit der Form A des Utrechter Zahlbegriffstests Geschlechtsunterschiede zugunsten der Mädchen. Dabei waren die Leistungen der Mädchen in jeder Altersgruppe deutlich besser als jene der Jungen.

2.2 Geschlechtsunterschiede bei Kindern im Schulalter

Nach Stern (1998b) ergeben Forschungsergebnisse zu Geschlechtsunterschieden in der Grundschulzeit bisher kein einheitliches Bild, während in einigen Veröffentlichungen keine Unterschiede festzustellen sind, werden insbesondere in Studien zum mathematischen Verständnis Unterschiede mit einem Vorteil aufseiten der Jungen berichtet. Stehen hingegen Arithmetikaufgaben im Mittelpunkt, welche die effiziente Anwendung gelernter Strategien erfordern, sind häufig die Mädchen überlegen. Geschlechtsunterschiede zugunsten der Jungen bestehen nach Lummis und Stevenson (1990) eher im Problemlösen, wohingegen Mädchen (insbesondere in den frühen Schuljahren) beim Rechnen besser abschneiden.

Mit zunehmender Schulzeit zeigen Jungen bezüglich der Rechenfertigkeit einen wachsenden Wissens- und Fähigkeitsvorsprung gegenüber Mädchen (vgl. PISA-Studie; OECD, 2001).

2.2.1 Keine Geschlechtsunterschiede

Schwenck und Schneider (2003) konnten keine signifikanten Geschlechtsunterschiede bei 7;5 Jahre alten Kindern bezüglich ihrer Leistungen im Deutschen Mathematiktest für erste Klassen (DEMAT 1+; Krajewski, Küspert & Schneider, 2002) feststellen.

Lachance und Mazzocco (2006) fanden in ihrer Längsschnittstudie, welche vom Kindergartenalter bis zur 3. Schulstufe reichte, ebenfalls keine signifikanten Geschlechtsunterschiede bezüglich mathematischer Fähigkeiten.

So stellten auch Lummis und Stevenson (1990) in ihrer interkulturellen Untersuchung (Taiwan, Japan, Vereinigte Staaten) keine signifikanten Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen in ihren allgemeinen mathematischen Konzepten und Fähigkeiten bei Kindern der 1. und 5. Schulstufe fest. Die Jungen zeigten jedoch bei Aufgaben zur mentalen Rotation, Schätzaufgaben sowie bei Aufgaben zu Maßeinheiten signifikant bessere Leistungen als Mädchen.

Auch Carr, Hettinger Steiner, Kyser und Biddlecomb (2008) konnten bei 7;5 Jahre alten Kindern keine Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen bezüglich mathematischer Kompetenzen feststellen. Geschlechtsunterschiede zeigten sich jedoch bei Prädiktoren von mathematischem Erfolg in den Bereichen räumliche Vorstellungskraft, Schnelligkeit beim

Rechnen, Vertrauen in die eigene Leistung und korrekt angewandte Lösungsstrategie, wobei Jungen in jedem der aufgezählten Bereiche besser abschnitten.

Aunola et al. (2004) fanden bezüglich der mathematischen Leistungen von Kindern vom Vorschulalter bis zur 2. Schulstufe keine Geschlechtsunterschiede. Während dieses Zeitraums stieg allerdings, wie bereits erwähnt, bei den Jungen das Wachstum der mathematischen Fähigkeiten schneller an als bei den Mädchen, dies galt auch hier nur für leistungsstarke Kinder. Das in diesem Zeitraum beobachtete schnellere Wachstum der Fähigkeiten bei den leistungsstarken Jungen lässt vermuten, dass die Herausbildung von Geschlechtsunterschieden in der mathematischen Entwicklung während der ersten zwei Schuljahre ihren Anfang nimmt. In dieser Zeit beginnen Jungen eine höhere Motivation bezüglich der Bearbeitung von mathematischen Aufgaben sowie ein höheres Selbstkonzept bezüglich ihrer Fähigkeiten zu entwickeln, was von Sozialisationseffekten der Eltern und Lehrer ausgelöst werden könnte.

Hyde, Fennema und Lamon (1990) konnten bei 5- bis 18-Jährigen keine Geschlechtsunterschiede bezüglich des Verstehens mathematischer Konzepte feststellen. In Bezug auf die Fähigkeit zum mathematischen Problemlösen wurden bei 5- bis 14-jährigen Kindern ebenfalls keine Geschlechtsunterschiede gefunden.

2.2.2 Geschlechtseffekte zugunsten der Jungen

In der zweiten Klasse zeigen Knaben im ZAREKI-R bessere Leistungen beim *Zahlenlesen und -schreiben* sowie beim *mündlichen Zahlenvergleich* (Schweiter et al., 2005).

Nach Hyde et al. (1990) zeigt sich ein großer Geschlechtsunterschied zugunsten der Männer bei den 15- bis 18-Jährigen im Bereich des *mathematischen Problemlösens*. Anzumerken ist, dass hier eine Altersspanne beginnt, in welcher die SchülerInnen beginnen ihre spezifischen Kurse selbst zu wählen, wobei Schülerinnen weniger häufig Kurse mit mathematischen Inhalt wählen im Vergleich zu ihren männlichen Mitschülern.

Spitzenleistungen in Mathematikwettbewerben werden laut Stern (1998b) bereits in der Mittelstufe vorwiegend von männlichen Schülern erbracht. So offenbart ein Blick in die mathematisch-naturwissenschaftlichen Zweige der gymnasialen Oberstufe männliche Dominanz.

2.2.3 Geschlechtseffekte zugunsten der Mädchen

Laut Hyde et al. (1990) erreichen 5- bis 14-jährige Schülerinnen etwas bessere Leistungen im Rechnen als Burschen.

2.3 Geschlechtsunterschiede im Erwachsenenalter

Ein Blick in die mathematischen Fakultäten der Universitäten offenbart männliche Dominanz (Stern, 1998b).

Laut Geary, Sauls, Liu und Hoard (2000) besteht bei PsychologiestudentInnen im Alter von 19 Jahren im *Rechnen* und *arithmetischen Schlussfolgern* ein Vorteil für die Männer. Der Vorteil der Männer im arithmetischen Schlussfolgern hat seine Wurzeln in der höheren Rechengeschwindigkeit und der besseren räumlichen Vorstellungskraft der Männer.

Im Altersbereich von 19 bis 25 Jahren sowie Personen, welche älter als 26 Jahre sind, besteht laut Hyde et al. (1990) im *mathematischen Problemlösen* ein Überhang an leistungsstarken Männern.

2.3.1 Geschlechtsunterschiede bei StudentInnen der Mathematik an Hochschulen

Laut Mischau, Daniels, Lehmann und Petersen (2004) steigt der Anteil der Studentinnen in der Mathematik an deutschen Hochschulen kontinuierlich an.

Bezüglich der **schulischen Vorprägung** der StudentInnen wurden von Mischau et al. (2004) die Schulleistungen und die bereits in der Schule sichtbare Affinität zum Fach Mathematik betrachtet. Hinsichtlich der Abiturnote in Mathematik gibt es keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Auch bezüglich der Wahl von Mathematik als Lieblingsfach sowie als Leistungskurs sind keine Unterschiede zwischen den StudentInnen festzustellen.

Was die **Gründe für die Studienfachwahl** betrifft ist zu sagen, dass Studentinnen wie Studenten ihr Studienfach deshalb gewählt haben, weil es ihren Neigungen und Begabungen entspricht. Weitere Gründe waren laut Mischau et al. (2004) die guten Schulnoten, gute Arbeitsmarktchancen, Interesse, ein bestimmter Berufswunsch, die Vielfalt beruflicher Möglichkeiten, gute Karrierechancen und der Grund sich selbst zu verwirklichen. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern zeigte sich lediglich in einer Kategorie: Für die Studentinnen waren die guten Schulnoten in

Mathematik von deutlich höherer Bedeutung für ihre Studienfachwahl, als dies bei den Studenten der Fall war.

Betrachtet man das **Interesse** an der Mathematik so zeigten Mischau et al. (2004), dass hier keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern festzustellen sind, wohingegen das Interesse an unterschiedlichen Anwendungsgebieten der Mathematik sehr wohl zwischen den Geschlechtern variiert. Studenten interessieren sich signifikant stärker für die „harten“ Naturwissenschaften (z.B. Physik und Astronomie), Informatik und Informationstechnologien oder Technik bzw. Ingenieurwissenschaften. Studentinnen hingegen interessieren sich deutlich mehr für Anwendungsgebiete, die über das mathematisch-naturwissenschaftliche Feld hinaus in andere Wissensgebiete hineinreichen wie z.B. die Psychologie und Soziologie. Keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern im Interesse zeigen sich bei Anwendungsgebieten der „weichen“ Naturwissenschaften (Biologie und Medizin), an der Mathematik als schulischem Unterrichtsfach oder als wissenschaftlichem Lehr- und Forschungsgebiet.

Weiters untersuchten Mischau et al. (2004) die Bewertung von Studienbedingungen und Lehrenden sowie den Aspekt von Leistungsanforderungen und Zufriedenheit mit der eigenen Leistung.

In der Bewertung bezüglich der **Studienbedingungen** gibt es Unterschiede zwischen den Geschlechtern im Bezug auf die Betreuung durch die Lehrenden, die Möglichkeit zur freien Gestaltung des Studiums und die Mitwirkungsmöglichkeiten bei der Planung und Durchführung der Lehrveranstaltungen. All die hier aufgelisteten Studienbedingungen wurden von den Studentinnen signifikant schlechter bewertet als von den Studenten. Auch was die Beurteilung der **Lehrenden** betrifft, gibt es laut Mischau et al. (2004) bei den Studentinnen eine Tendenz zur etwas kritischeren Bewertung. Signifikant schlechter beurteilten die Studentinnen z.B. den Umstand, dass die Lehrenden ihre Studierenden häufig überfordern.

Studenten wie Studentinnen bewerteten die **Leistungsanforderungen** gleichermaßen hoch, auch bezüglich der Beurteilung der Studienleistungen zeigten sich keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Die Mehrheit der Studentinnen und Studenten war der Meinung, dass es keine Leistungsunterschiede zwischen den Geschlechtern gäbe. Was die **Zufriedenheit mit der eigenen Leistung** betrifft, ist festzuhalten, dass es zwischen den Geschlechtern keine signifikanten Unterschiede gab, die Mehrheit der StudentInnen gab an mit ihren Leistungen „teils-teils“ zufrieden zu sein und ordnete diese als durchschnittlich

ein. Allerdings besteht die Tendenz, dass die Studentinnen eher weniger mit ihren Leistungen zufrieden waren und diese auch schlechter einordneten als die Studenten.

Bezüglich **geschlechtsstereotypen Zuschreibungen** sowie Gründen bzw. Erklärungen dafür, dass noch immer mehr Männer als Frauen Mathematik studieren, offenbarten sich laut Mischau et al. (2004) signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern bei folgenden Aspekten: Studenten sind der Ansicht, dass Männer begabter für Mathematik sind, dass Frauen analytisches Denken nicht liebt sowie, dass sich Frauen nicht so stark für Mathematik interessieren. Damit suchen die Studenten Erklärungen für das ungleiche Geschlechterverhältnis in der Mathematik in erster Linie bei den Frauen selbst bzw. in deren „Defiziten“. Laut den Studentinnen liegen die Gründe für die Tatsache, dass noch immer weniger Frauen als Männer Mathematik studieren darin, dass Frauen in mathematischen Berufen schlechtere Berufschancen haben und verweisen damit eher auf kulturelle und strukturelle Barrieren.

2.4 Drei Prädiktoren in Hinblick auf Geschlechtsunterschiede und deren Ausmaß

Nach Hyde et al. (1990) sind zunächst zwei bedeutsame Prädiktoren hinsichtlich der Geschlechtsunterschiede und deren Ausmaß festzustellen und zwar das **Alter** und das **kognitive Anspruchsniveau des Tests** (Rechnen - Verstehen mathematischer Konzepte - Problemlösen). Das bedeutet, je älter die Person und je höher das kognitive Anspruchsniveau des Tests ist (also je mehr der Test mit der Fähigkeit des Problemlösens zu tun hat), desto größer sind die Geschlechtsunterschiede zugunsten der Männer. Bezüglich des Verstehens mathematischer Konzepte waren in keiner der Altersgruppen Geschlechtsunterschiede festzustellen.

Auch die Höhe des Bildungsgrades bzw. der **Begabung** ist für das Ausmaß der Geschlechtsunterschiede als dritter Prädiktor von großer Bedeutung. Je höher der Bildungsgrad bzw. die Begabung der Person ist, desto größer erweisen sich die Geschlechtsunterschiede (Hyde et al., 1990).

Laut Stapf (1992) lassen sich bei hochbegabten Kindern im Alter von 12 bis 13 Jahren klare Leistungsunterschiede zugunsten der Jungen feststellen. Zu diesem Ergebnis kamen auch Robinson et al. (1996) bei Kindergarten- und Vorschulkindern. Nach Aunola et al. (2004) steigt, wie bereits erwähnt, bei leistungsstarken Kindern im Zeitraum vom Vorschulalter bis zur 2. Schulstufe das Wachstum der mathematischen Fähigkeiten bei

Jungen schneller an als bei den Mädchen. Stern (1998b) hingegen berichtet, wie in Kapitel 2.1.2 beschrieben, von keinen Geschlechtsunterschieden im oberen Leistungsdrittel. Sowohl Jungen als auch Mädchen, welche bereits in der Vorschulzeit im oberen Leistungsdrittel anzusiedeln waren, konnten ihren Vorsprung bis zur 5. Schulstufe halten, dies zeigt an, dass leistungsstarke Mädchen ihren Startvorteil über die Zeit nicht verlieren.

Laut Hyde et al. (1990) zeigen Männer allgemein – also unabhängig von Alter, kognitiven Anspruchsniveau des Tests und Begabung – nur etwas bessere Mathematikleistungen als Frauen. Nach Stapf (1992) gibt es einige weitere Bedingungen, welche zu Geschlechtsunterschieden beitragen (Vgl. Kapitel 3).

2.5 Geschlechtsunterschiede früher und heute

Überblickt man die vorliegende Literatur der letzten zehn bis zwanzig Jahre, so kann man bezüglich dieser Frage folgende Schlüsse ziehen:

Je älter eine wissenschaftliche Veröffentlichung ist, desto eher werden nach Stapf (1992), wie schon am Anfang dieses Kapitels erwähnt, Geschlechtsunterschiede gefunden. In den aktuellen Sammelreferaten werden sehr viel geringere Unterschiede bis gar keine Unterschiede gefunden. Mädchen weisen entweder bessere Schulnoten in Mathematik auf oder es sind keine Unterschiede auffindbar, während Jungen in Mathematiktests besser abschneiden.

Auch laut Hyde et al. (1990) ist es so, dass Studien welche vor 1973 veröffentlicht wurden, Ergebnisse zeigen, in welchen zutage tritt, dass die Geschlechtsunterschiede bezüglich mathematischer Fähigkeiten größer waren als in Studien nach 1973.

Jacobs, Lanza, Osgood, Eccles & Wigfield (2002) stellten fest, dass auch in Bezug auf das mathematische Selbstkonzept und Interesse ein abnehmender Trend in den Unterschieden zwischen den Geschlechtern über die Generationen besteht.

Mischau et al. (2004) berichten, dass der Anteil von Studentinnen in der Mathematik an deutschen Hochschulen von 1975 bis 2001 kontinuierlich anstieg. Diese Entwicklung in Richtung einer Angleichung des Geschlechterverhältnisses in der Mathematik wird jedoch durch eine ungleiche Verteilung der Geschlechter auf die einzelnen Studiengänge der Mathematik relativiert, dabei studieren Männer immer noch deutlich häufiger Diplomstudiengänge, Frauen hingegen entsprechende Lehramtsstudiengänge.

Abschließend lässt sich sagen, dass Geschlechtsunterschiede bezüglich numerischer Fähigkeiten vom Kleinkind- bis ins Erwachsenenalter mit steigendem Alter, kognitiven Anspruchsniveau der Aufgaben sowie der Begabung zugunsten der Männer wachsen.

2.6 Zusammenfassung

Abschließend lässt sich sagen, dass Geschlechtsunterschiede bezüglich numerischer Fähigkeiten vom Kleinkind- bis ins Erwachsenenalter mit steigendem Alter, kognitiven Anspruchsniveau der Aufgaben sowie der Begabung zugunsten der Männer wachsen. Dabei ist festzuhalten, dass in älteren wissenschaftlichen Veröffentlichungen eher Geschlechtsunterschiede in mathematischen Fähigkeiten gefunden werden als in aktuellen Studien. Dieser abnehmende Trend in den Unterschieden zwischen den Geschlechtern über die Generationen wurde darüber hinaus auch im mathematischen Selbstkonzept sowie in Bezug auf das Interesse in Mathematik festgestellt.

3 Ursachen für Geschlechtsunterschiede in der Rechenfertigkeit

In Bezug auf die Ursachen der sich im Schulalter entwickelnden Fähigkeitsunterschiede existieren zahlreiche Theorien, die von der Annahme biologisch (hormonell) wirksamer Mechanismen bis hin zu psychosozialen Prägungen reichen (Bischof-Köhler, 2002). Nach Muzzatti und Agnoli (2007) entwickeln sich Geschlechtsunterschiede während der Schuljahre aufgrund von affektiven (z. B. Angst, Selbstvertrauen, Wert dem der Mathematik zugeschrieben wird) und sozialen (Geschlechtsstereotypen vonseiten der Eltern und LehrerInnen) Faktoren. Wieder andere AutorenInnen suchen die Ursachen für Leistungsunterschiede zwischen den Geschlechtern bezüglich der Mathematik in kognitiven Aspekten, wie beispielsweise geschlechtsdifferierenden visuell-räumlichen Syntheseleistungen oder Denkstilen (vgl. Casey, Nuttal & Pezaris, 1997; Schwank, 2003).

3.1 Affektive Faktoren

3.1.1 Selbstkonzept des Kindes

Zwischen der Selbsteinschätzung und dem Lernerfolg besteht ein enger Zusammenhang. Erfolgreich Lernende vertrauen auf ihre Fähigkeiten und glauben, dass es nutzenbringend sein kann, in Lernen zu investieren während Schülerinnen und Schüler, die kein Zutrauen in ihre Fähigkeit haben, Gefahr laufen zu versagen. Jungen weisen in Mathematik ein höheres Selbstkonzept auf als Mädchen. Ebenso geben Jungen häufiger an, in Mathematik gute Noten zu bekommen und rasch zu lernen. Diese geschlechtsspezifischen Unterschiede hängen eng mit den unterschiedlichen Leistungen in Mathematik von Jungen und Mädchen zusammen. Zwischen Selbstkonzept und Leistung besteht laut OECD (2001) ein positiver Zusammenhang.

Nach Casey et al. (1997) führt das höhere Selbstvertrauen der Jungen zu einer besseren Mathematikleistung im SAT-M verglichen mit den Leistungen der Mädchen.

Freedman-Doan, Wigfield, Eccles, Blumenfeld, Arbretton und Harold (2000) kamen zu dem Ergebnis, dass sich Mädchen der 1., 2. und 4. Schulstufe weniger gut in Mathematik einschätzen im Vergleich zu den Jungen, welche sich in Mathematik besser einschätzen.

Muzzatti und Agnoli (2007) stellten fest, dass bei jüngeren Kindern, also Kindern der 2. und 3. Schulstufe keine Geschlechtsunterschiede bezüglich des Selbstkonzepts in

Mathematik bestehen, aber sehr wohl bei Schulkindern der 4. und 5. Schulstufe, dabei zeigen Jungen ein höheres Selbstvertrauen in ihre mathematischen Leistungen als Mädchen. Das Item, in welchem sich die Jungen besser einschätzten, lautete: „Wie gut sind deine mathematischen Fähigkeiten?“. Die älteren Kinder bekamen zusätzlich ein Item, in welchem sie beurteilen sollten, wie Lehrer und Eltern ihre mathematischen Fähigkeiten einschätzen würden. Hierbei konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen festgestellt werden. Ein weiteres Item fragte nach der wahrgenommenen Schwierigkeit von Mathematik, wobei sich in keiner der vier Gruppen Geschlechtsunterschiede ergaben.

Nach Jacobs et al. (2002) hingegen nehmen Geschlechtsunterschiede im Selbstkonzept bezüglich mathematischer Kompetenzen, wie bereits in Kapitel 2.5 erwähnt, über die Lebensspanne ab, d. h. je älter das Kind wird, desto geringer sind die Differenzen zwischen den Geschlechtern im Selbstkonzept. Bei beiden Geschlechtern ist das Vertrauen in die eigene Leistung in der 1. Schulstufe am höchsten und in der 12. Schulstufe am geringsten. Jungen haben in der 1. Schulstufe am meisten Vertrauen in ihre mathematische Fähigkeit, ihr Selbstvertrauen sinkt jedoch über die Zeit schneller ab als das der Mädchen, sodass Jungen und Mädchen mit steigendem Alter ähnliche Werte im Selbstvertrauen bezüglich mathematischer Kompetenzen erreichen (siehe Abbildung 7). Da das Vertrauen in die eigene Leistung mehr als 40% vom Interesse erklärt, fällt folglich auch das Interesse an Mathematik mit zunehmendem Alter bei beiden Geschlechtern, hier werden jedoch keine signifikanten Geschlechtsunterschiede festgestellt.

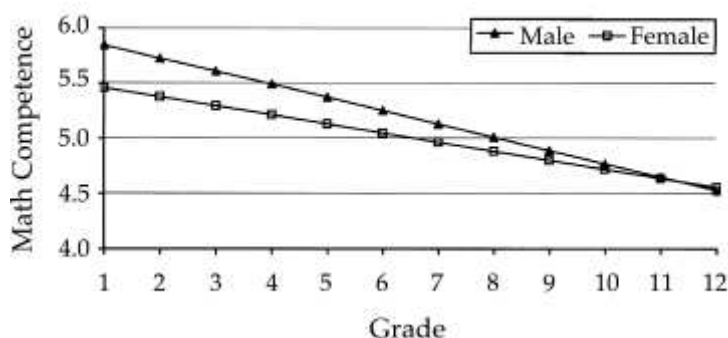


Abbildung 7: Wachstumskurve bezüglich des Selbstkonzepts in den mathematischen Fähigkeiten bei Jungen und Mädchen über die Schulstufen (Jacobs et al., 2002).

Auch Muzzatti und Agnoli (2007) stellten einen starken Abfall des Selbstkonzepts bei Jungen als auch Mädchen von der 3. bis zur 8. Schulstufe fest. Weiters kamen die

Autorinnen zu dem Schluss, dass die wahrgenommene Schwierigkeit der Mathematik sowohl bei den Jungen als auch bei den Mädchen über die Schulstufen ansteigt.

Laut Freedman-Doan et al. (2000) gibt es zwischen der 1., 2. und 4. Schulstufe keine Unterschiede bezüglich des Selbstkonzepts der Kinder im Fach Mathematik, ihr Selbstkonzept bleibt über diesen Zeitraum unverändert. Auf die Frage: „Könntest du in Mathematik besser werden?“ antworteten 95% der Kinder mit „ja“, unabhängig vom Geschlecht oder der Klassenstufe. Ebenfalls bejahten 68% der Kinder die Frage: „Könntest du der oder die Beste in Mathematik werden?“. Dabei waren keine Unterschiede zwischen den Klassenstufen festzustellen. Die Mehrheit der Kinder meinte, mit steigendem Fleiß und Achtsamkeit der oder die Beste in Mathematik werden zu können.

Carr et al. (2008) fanden heraus, dass Jungen im Alter von 7;5 Jahren ein höheres Vertrauen in die eigene Mathematikleistung haben als Mädchen. Dabei stellte sich der Zusammenhang zwischen Selbstvertrauen und mathematischer Kompetenz bei den Jungen als negativ und bei den Mädchen als positiv heraus. Buben schätzen selbst ihre schlechtesten mathematischen Leistungen noch als gut ein, während das Vertrauen in die eigenen Leistungen bei den Mädchen eher mit dem tatsächlichen und aktuellen Leistungsstand in Mathematik zu korrespondieren scheint und Mädchen folglich ihre Fähigkeiten mit höherer Genauigkeit und Bewusstheit einschätzen. Der negative Zusammenhang bei den Jungen lässt die Annahme zu, dass das höhere Selbstvertrauen zu einer schlechteren mathematischen Kompetenz führen kann. Dieser von den AutorInnen gefundene negative Zusammenhang bei den Jungen steht im Widerspruch zu dem, von der OECD (2001) postulierten, positiven Zusammenhang zwischen Selbstkonzept und Leistung.

Schilling, Sparfeldt und Rost (2006) untersuchten Kinder der 7. bis 10. Schulstufe, dabei stellten sie einen mittelhohen Zusammenhang zwischen Selbstkonzept und Schulnote fest. Jungen zeigten ein höheres Selbstkonzept in Mathematik, obwohl die Noten der Jungen vergleichbar mit den Noten der Mädchen waren. Die Differenzen im Selbstkonzept zwischen Jungen und Mädchen sind unabhängig von der besuchten Klassenstufe (vgl. Jacobs et al., 2002).

Nach Jacobs (1991) haben Buben selbst dann ein größeres Zutrauen in ihre mathematischen Fähigkeiten, auch wenn Mädchen die besseren Mathematiknoten haben.

Die von SchülerInnen selbst berichteten Noten werden häufig als Leistungsindikatoren verwendet. Nach Dickhäuser und Plenter (2005) besteht bei Kindern der 7. und 8.

Schulstufe ein hoher Zusammenhang zwischen selbstberichteten Mathematiknoten, der letzten Klassenarbeit sowie des letzten Zeugnisses und den Lehrerangaben. Die Genauigkeit der Selbsteinschätzung ist laut den AutorInnen unabhängig von Geschlecht, mathematischem Fähigkeitskonzept und mathematischer Leistung.

3.1.2 Kindliche Geschlechtsstereotypen

Um die Geschlechtsstereotypen bei Kindern zu untersuchen, wurde nach der persönlichen Meinung der SchülerInnen gefragt. Die Kinder mussten angeben, wer ihrer Meinung nach besser in Mathematik sei. Die Ausprägungen des Items lauteten: „Mädchen sind besser in Mathematik als Jungen“, „Jungen sind besser in Mathematik als Mädchen“ und „Mädchen und Jungen sind in Mathematik gleich gut“. Jungen der 2. Schulstufe bewerteten Jungen wie Mädchen als gleich gut, wohingegen Mädchen derselben Schulstufe Mädchen als besser einstufen. Jungen der 3. Schulstufe schätzten das eigene Geschlecht besser ein, Mädchen bewerteten beide Geschlechtsgruppen als gleich gut. In der 4. Schulstufe schätzten sich Jungen nach wie vor besser ein und die Mädchen gaben an, dass Jungen etwas besser seien. In der 5. Schulstufe schätzten beide Geschlechter die Jungen als besser ein. Mit steigendem Alter zeigen Jungen und Mädchen unterschiedliche Entwicklungen in deren Geschlechtsstereotypen. Mädchen scheinen den Stereotyp von männlicher Überlegenheit bezüglich mathematischer Fähigkeiten mit steigendem Alter zu übernehmen (Muzzatti & Agnoli, 2007).

Obwohl es keine Geschlechtsunterschiede in Bezug auf die mathematische Leistung gab, schätzten sich Mädchen als weniger kompetent im Vergleich zum anderen Geschlecht ein. In der 8. Schulstufe zeigten Mädchen einen Abfall in ihren mathematischen Leistungen, wenn man Geschlechtsstereotypen hervorhob, d. h. wenn man den Mädchen bewusst machte, dass das weibliche Geschlecht in der Mathematik unterrepräsentiert sei, fielen die Leistungen der Mädchen ab. Dies führt zu dem Schluss, dass Geschlechtsstereotypen die mathematischen Leistungen der Mädchen negativ beeinflussen (Muzzatti & Agnoli, 2007).

3.1.3 Mathematikangst

Krinzinger et al. (2007) fanden heraus, dass Mädchen signifikant schlechtere Selbsteinschätzungen und Einstellungen hinsichtlich des Fachs Mathematik haben, sowie mit einer stärker ausgeprägten Rechenangst zu kämpfen haben als die Jungen. Da Angst zu einer verminderten Kapazität des Arbeitsgedächtnisses führt, sind geringere Leistungen in der Mathematik die Folge (Ashcraft & Kirk, 2001; Ashcraft, 2002). In einer Studie von

Casey et al. (1997) zeigte der bestehende Geschlechtsunterschied bezüglich der Mathematikangst wider Erwarten keinen signifikanten Effekt auf die Mathematikleistung.

3.1.4 Interesse

Jungen bekunden ein stärkeres Interesse an Mathematik als Mädchen. Die geschlechtsspezifischen Leistungsunterschiede in der mathematischen Grundbildung spiegeln sich deutlich in einem unterschiedlichen Interesse, das Schülerinnen und Schüler dem Fach Mathematik entgegenbringen, wieder. Es besteht also ein enger Zusammenhang zwischen Interesse und Lernerfolg. Jedoch lässt sich kein Kausalzusammenhang dieser Beziehung ableiten. Interesse und Leistung dürften sich vermutlich gegenseitig verstärken (OECD, 2001).

Muzzatti und Agnoli (2007) fragten Kinder der 4. und 5. Schulstufe nach dem Wert, welchem sie der Mathematik zuschreiben. Dabei mussten die Kinder das Ausmaß der Beschäftigung mit der Mathematik, die Nützlichkeit für die Zukunft sowie die Freude im Umgang mit dieser, angeben. Mädchen und Jungen der 4. Klasse erwähnten keine Unterschiede bezüglich der Beschäftigung mit der Mathematik und deren Nützlichkeit. Ein Geschlechtsunterschied bestand jedoch bei den Viertklässlern hinsichtlich der Freude im Umgang mit der Mathematik; Mädchen gaben weniger Freude mit der Mathematik an als Jungen. Bei den Fünftklässlern zeigten sich in allen drei Items Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Dabei gaben Mädchen eine geringere Beschäftigung mit der Mathematik an, geringere Nützlichkeit dieser sowie weniger Freude mit mathematischen Aufgaben zu haben als die Jungen.

Nach Jacobs et al. (2002) fällt, wie bereits in Kapitel 3.1.1 erwähnt, das Interesse an der Mathematik mit zunehmendem Alter (von der 1. bis zur 12. Schulstufe) bei beiden Geschlechtern gleichmäßig stark ab. Den Abfall dieses Interesses erklären die AutorInnen zu 40% durch das sinkende Vertrauen beider Geschlechter in die eigene Leistung. Zur Operationalisierung des Interesses erstellten die Autoren Items, welche die Freude, Wichtigkeit und Nützlichkeit bezüglich der Beschäftigung mit mathematischen Aufgaben messen.

3.1.4.1 Spielinteressen im Vorschulalter

In Bezug auf die Gründe für den im Vorschulalter entstehenden Vorsprung der Knaben in Hinblick auf mathematische Leistungen vermuten Weinhold Zulauf et al. (2003), dass den unterschiedlichen primären Spielinteressen von Jungen und Mädchen eine besondere

Bedeutung zukommt. Für das stärker wettbewerbsbezogene, kompetitive Spiel der Jungen (wer ist schneller, stärker, größer? usw.) stellen Zahlen wichtige Maßeinheiten dar. Diese Spielinhalte bieten somit ein intensives Übungsfeld für zahlenbezogene Funktionen und Tätigkeiten. Das dem gegenüber stärker beziehungs- und phantasiebezogene Spiel der Mädchen ist weniger auf numerische Inhalte angewiesen um konkrete Sinnbezüge herzustellen. Dadurch könnte die Verschiedenheit der Spielmotive und Interessen dazu beitragen, dass sich die Entwicklung numerischer Funktionen bei Jungen und Mädchen in unterschiedlicher Intensität, aber auch in Verknüpfung mit unterschiedlichen Sinnbezügen vollzieht. Dies könnte sich durchaus auf die Entwicklung der spezifischen neuronalen Netzwerkstrukturen auswirken sowie zur Entstehung unterschiedlicher mathematischer Denkstile bei Jungen und Mädchen im Schulalter beitragen. Auf die geschlechtstypischen Denkstile wird in Kapitel 3.3.2 eingegangen.

3.2 Soziale Faktoren

3.2.1 Geschlechtsstereotypen vonseiten der Eltern

Die elterlichen Geschlechtsstereotypen hinsichtlich der mathematischen Kompetenz (Männer sind besser als Frauen) interagieren mit dem Geschlecht des Kindes und üben direkten Einfluss auf das Zutrauen gegenüber den kindlichen Fähigkeiten aus. Dabei hängt der Einfluss des Geschlechts des Kindes auf das Zutrauen der Eltern bezüglich der mathematischen Fähigkeiten des Kindes von der Stärke der elterlichen Stereotypen ab. Ein hoher Ausprägungsgrad von Geschlechtsstereotypen führt zu einem größeren Zutrauen in Leistungen bei Eltern von Jungen im Vergleich zum Fähigkeitertzutrauen bei Eltern von Mädchen, bei diesen ist das Zutrauen in die Leistungen ihrer Töchter nicht so hoch. Wenn die Eltern über nicht sehr ausgeprägte Stereotypen verfügen, hat das Geschlecht des Kindes keinen wesentlichen Einfluss auf das Fähigkeitertzutrauen ihren Kindern gegenüber. Das elterliche Zutrauen in die Leistungen des Kindes beeinflusst wiederum das kindliche Selbstbild, also die Selbstwahrnehmung. Buben haben ein größeres Zutrauen in ihre mathematischen Fähigkeiten als Mädchen, auch wenn Mädchen die besseren Mathematiknoten haben. Diese Inkongruenz deutet darauf hin, dass die Selbstwahrnehmung der Kinder auf mehr als nur deren eigenen Leistungen basieren. Geschlechtsdifferenzierte Botschaften von Eltern und anderen Quellen könnten teilweise für diesen Umstand Rechnung tragen. Schließlich beeinflussen die elterlichen Geschlechtsstereotypen und die daraus entstehende Selbstwahrnehmung des Kindes die Leistung der Kinder von der 6. bis zur 11. Schulstufe (Jacobs, 1991).

Tiedemann (2000) kam bereits bei Kindern der 3. und 4. Schulstufe zu dem Schluss, dass die Beziehung zwischen dem Geschlecht des Kindes und dem elterlichen Fähigkeitstrauen in die mathematische Leistung des Kindes von der Stärke der elterlichen Stereotypen abhängig ist. Diese elterlichen Geschlechtsstereotypen, welche mit dem Geschlecht des Kindes interagieren, beeinflussen das elterliche Fähigkeitstrauen in die Leistung ihrer Kinder, was wiederum im Sinne einer selbsterfüllenden Prophezeiung auf das kindliche Selbstkonzept Einfluss hat (vgl. Jacobs, 1991). Diese Interpretation geht konform mit dem Ergebnis, dass Jungen ein höheres Selbstkonzept bezüglich ihrer mathematischen Fähigkeiten haben im Vergleich zu Mädchen, obwohl beide Geschlechter ähnliche Noten haben.

Auch der interkulturellen Studie (Japan, Taiwan und Vereinigte Staaten) von Lummis und Stevenson (1990) nach schätzen Mütter die mathematischen Leistungen ihrer Söhne als besser ein als die Leistungen ihrer Töchter. Auch die Urteile dieser Mütter werden scheinbar auf die Kinder übertragen, sodass sich Mädchen bezüglich ihrer mathematischen Kompetenzen als schlechter einschätzen als Jungen. Dabei bleibt unklar, ob die Einschätzungen der Mütter aus ihren eigenen Interesse an Mathematik oder aus Beobachtungen der Leistung ihrer Kinder in Mathematik resultieren.

Muzzatti und Agnoli (2007) ließen Kinder im Rahmen einer Selbstkonzepterhebung beurteilen, wie Eltern ihre mathematischen Fähigkeiten einschätzen würden. Hierbei konnten keine Unterschiede im Selbstkonzept zwischen Jungen und Mädchen festgestellt werden.

Um erfolgreiche Leistungen in Mathematik über die Lebensspanne zu forcieren ist es unabdingbar, dass Eltern ihre Geschlechtsstereotypen möglichst in den Hintergrund stellen (Lummis & Stevenson, 1990).

3.2.2 Geschlechtsstereotypen vonseiten der Lehrer

Trautwein und Baeriswyl (2007) stellten Geschlechtseffekte bei den Urteilen von LehrerInnen bezüglich der kognitiven Leistungsfähigkeit und der schulischen Motivation von Kindern fest. Bei gleicher Testleistung wurde den Jungen von den Lehrkräften eine höhere kognitive Leistungsfähigkeit attestiert, während bei den Mädchen die schulische Motivation günstiger eingeschätzt wurde.

Auch laut Tiedemann (1995) existieren geschlechtsspezifische Stereotypen in Hinblick auf Urteile von Lehrkräften, dabei attribuierten Lehrkräfte gute Leistungen bei Schülerinnen stärker auf Anstrengung und weniger stark auf Fähigkeiten als bei Jungen.

Tiedemann (2000) kam zu dem Schluss, dass die Erwartungen der LehrerInnen in Bezug auf die kindlichen Fähigkeiten sowohl einen Einfluss auf das mütterliche Fähigkeitstrauen als auch auf das kindliche Selbstkonzept haben.

Muzzatti und Agnoli (2007) ließen Kinder im Rahmen einer Selbstkonzepterhebung beurteilen, wie LehrerInnen ihre mathematischen Fähigkeiten einschätzen würden. Hierbei konnten keine Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen festgestellt werden.

3.3 Kognitive Faktoren

3.3.1 Räumliches Vorstellungsvermögen

Das räumliche Vorstellungsvermögen, insbesondere Aufgaben aus den Bereichen „mental rotation“ und „space perception“, gilt als dasjenige kognitive Merkmal, welches die stärkste Unterscheidung zwischen Jungen und Mädchen bezüglich der Mathematikleistung ab dem Schulalter (mit 7 bis 8 Jahren) zulässt; diese Unterschiede werden ab dem 12. Lebensjahr noch deutlicher. Jungen sind dabei nach Stapf (1992) durchgängig besser bei Aufgaben, in denen zweidimensionale Muster erkannt werden sollen, aus denen durch Faltung ein dreidimensionaler Körper entstehen soll. Vor allem bei Jungen finden sich Zusammenhänge zwischen dem räumlichen Vorstellen und ihrer Mathematikleistung.

Auch Linn und Petersen (1985) fanden bezüglich visuell-räumlicher Fähigkeiten heraus, dass besonders bei Aufgaben zur mentalen Rotation große Geschlechtsunterschiede zugunsten der Jungen bestehen. Diese Geschlechtsunterschiede bestehen über die gesamte Lebensspanne. Die meisten Verfahren zur Messung dieser Fähigkeit sind für ein Alter ab 13 Jahren konzipiert.

Bei mentalen Rotationsaufgaben fanden Lummis und Stevenson (1990) in ihrer interkulturellen Studie (Japan, Taiwan und Vereinigte Staaten) bereits bei Kindern der 1. und 5. Schulstufe Geschlechtsunterschiede zugunsten der Jungen.

Laut Casey et al. (1997) besteht bei Kindern im Alter von 13 Jahren zwischen der Fähigkeit zur mentalen Rotation und der Mathematikleistung (im SAT-M) ein bedeutsamer statistischer Zusammenhang, wobei das männliche Geschlecht in visuell-räumlichen Syntheseleistungen deutlich besser abschneidet. Männer erreichen folglich vor allem

aufgrund ihrer besseren Fähigkeit zur mentalen Rotation bessere Mathematikleistungen im SAT-M. Die Fähigkeit zur mentalen Rotation spielt somit eine große Rolle als Mediator in der Beziehung zwischen Geschlecht und Mathematikleistung.

Geary et al. (2000) fanden bei PsychologiestudentInnen mit einem Durchschnittsalter von 19 Jahren einen signifikanten Geschlechtseffekt im räumlichen Vorstellungsvermögen zugunsten der Männer. Dieser Vorteil der Männer im räumlichen Denken ist zugleich die Ursache für das leistungsstärkere arithmetische Denken des männlichen Geschlechts.

Carr et al. (2008) fanden bereits im Alter von 7,5 Jahren Geschlechtsunterschiede zugunsten der Jungen in Hinblick auf das räumliche Vorstellungsvermögen, jedoch kamen die AutorInnen zu dem Ergebnis, dass das räumliche Denken keinen Einfluss auf die mathematischen Kompetenzen hat.

Spetch und Parent (2006) kamen in ihrer Untersuchung von 3-, 4- und 5-jährigen Kindern zu dem Ergebnis, dass bereits bei fünf Jahre alten Kindern Geschlechtsunterschiede bezüglich räumlicher Suchstrategien zugunsten des männlichen Geschlechts bestehen. Dabei stieg der Prozentanteil der Jungen, welche die Aufgaben erfolgreich meisterten, über die drei Altersgruppen kontinuierlich an (17%, 50% und 100% bei den 3-, 4- und 5-Jährigen), wohingegen der Prozentsatz der von den Mädchen gelösten Aufgaben über die drei Altersgruppen konstant blieb (17%, 22% und 20%). Signifikante Unterschiede zeigten sich folglich lediglich in der Altersgruppe der Fünfjährigen.

In der Längsschnittstudie von Lachance und Mazzocco (2006), welche vom Kindergartenalter bis zur 3. Schulstufe reichte, wurden dagegen keine signifikanten Geschlechtsunterschiede hinsichtlich des räumlichen Vorstellungsvermögens gefunden.

Die in der Studie von Spetch und Parent (2006) bereits im Kindergartenalter festgestellten Leistungsunterschiede zwischen den Geschlechtern sind teilweise überraschend, da die Leistungsvorteile des männlichen Geschlechts in Raumvorstellungsaufgaben in bisherigen Studien meist erst ab dem Schulalter entdeckt werden konnten.

3.3.1.1 Geschlechtsunterschiede in den Hirnaktivitäten während mentalen Rotationsaufgaben

Nach Jordan, Wüstenberg, Heinze, Peters und Jäncke (2002) zeigen Männer wie Frauen während der Bearbeitung von mentalen Rotationsaufgaben eine Hirnaktivität in den prämotorischen Arealen, Männer jedoch zeigen zusätzlich eine Aktivität im linken

motorischen Kortex. Daher ist anzunehmen, dass es Geschlechtsunterschiede bezüglich der zerebralen Aktivitätsmuster während der Bearbeitung mentaler Rotationsaufgaben gibt, wohlgedenkt auch dann, wenn die Leistungen der Geschlechter sehr ähnlich sind. Diese Differenzen zeigen, dass die beiden Geschlechter unterschiedliche Strategien beim Lösen mentaler Rotationsaufgaben anwenden (vgl. Kap. 3.3.2.1).

Richter et al. (2000) vermuten, dass die Aktivität von motorischen Arealen während mentalen Rotationsaufgaben mit der Perspektive, welche die Person in diesem Kontext einnimmt, zusammenhängt. Die internele Perspektive, „stell dir vor du manipulierst das Objekt“, provoziert sozusagen die Aktivität in motorischen Arealen, wohingegen die externele Perspektive „stell dir vor jemand anderes manipuliert das Objekt“, keine Aktivität in den motorischen Arealen bewirkt.

Auch Jordan et al. (2002) nehmen an, dass ihre Versuchspersonen, welche eine Aktivität in den motorischen Arealen zeigten, bei der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgaben eher die internele Perspektive nutzten, wenn auch auf unterschiedlichem Niveau. Es kann angenommen werden, dass Männer mit einer konkreteren und buchstäblich praktischeren Herangehensweise die Aufgaben bearbeiteten, welche durch die Aktivität im primären motorischen Kortex fundiert wurde.

Nach Jordan et al. (2002) sind Geschlechtsunterschiede in mentalen Rotationsaufgaben in unterschiedlichen Denkstilen von Frauen und Männern begründet. Auf diese möchte die Verfasserin dieser Arbeit nun im nachfolgenden Kapitel 3.3.2 näher eingehen.

3.3.2 Denkstile (prädiktives vs. funktionales Denken)

Schwank (2003) fand verschiedenartige kognitive Herangehensweisen bei Jungen und Mädchen u.a. während dem Lösen mathematischer Aufgaben. Dabei führte sie die Begriffe „prädiktives Denken“ (bevorzugt von Mädchen) respektive „funktionales Denken“ (von Knaben bevorzugt) ein.

Beim prädiktiven Denken geht es um die Empfänglichkeit des Gehirns für Gleichheiten bzw. Ähnlichkeiten, welche in Gedanken genutzt werden können, um Elemente in einem systematischen, strukturellen Zusammenhang zu bringen. Die Gleichartigkeit fungiert dabei als Ordnungskriterium. Bei diesem Denkstil wird das wiederholte Zutreffen von Prädikaten überprüft.

Beim funktionalen Denken spielt die Empfänglichkeit des Gehirns für Unterschiedlichkeiten eine Rolle, welche in Gedanken genutzt werden kann, um Elemente durch einen dieser Unterschiedlichkeiten bewirkenden Konstruktionsprozess auf die Reihe zu bringen. Die Unterschiedlichkeit fungiert dabei als Herstellungskriterium. Es wird das wiederholte Funktionieren der Konstruktionsschritte getestet.

Zur Veranschaulichung gibt Schwank (2003) ein Anwendungsbeispiel zur Untersuchung des logischen Denkens. Dabei soll die gegebene Abbildung (Abb.8) so ergänzt werden, dass sich eine schlüssige 3x3-Matrix ergibt. Dazu soll eine Figur ausgedacht werden, die die offene Stelle unten rechts in geeigneter Weise ausfüllt. Dafür sind die gegebenen Elemente darauf hin zu analysieren, in welcher Beziehung sie zueinander stehen.

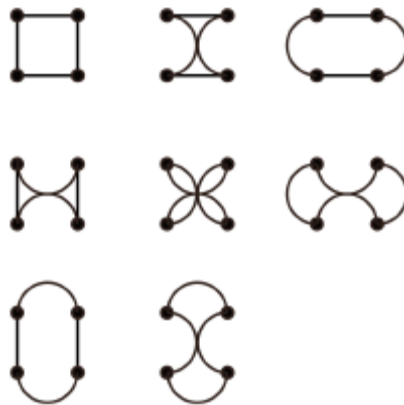


Abbildung 8: Anwendungsbeispiel zur Untersuchung des logischen Denkens (Schwank, 2003)

Prädikative Analyse: Es wird bemerkt, dass in den Zeilen die Deckel und Böden der Figuren jeweils die gleiche Form haben, in den Spalten haben die Seitenwände der Figuren jeweils die gleiche Form. Daraus wird geschlossen, dass die fehlende Figur in der dritten Zeile / dritten Spalte den gleichen Deckel und Boden hat wie die anderen Figuren in der dritten Zeile und die gleichen Seitenwände wie die anderen Figuren in der dritten Spalte (Schwank, 2003).

Funktionale Analyse: Es fällt auf, dass sich in den Zeilen die Seitenwände unterscheiden und in den Spalten die Deckel und Böden. Diese Unterschiedlichkeiten können wie folgt produziert werden: In den Zeilen werden die Seitenwände erst nach innen, dann nach außen gezogen; in den Spalten geschieht dies jeweils mit dem Deckel und dem Boden. Daraus ergibt sich im offenen Feld eine Figur, bei der alle vier seitlichen Begrenzungen nach außen gezogen worden sind (Schwank, 2003).

In Intelligenztests ist dieses Aufgabenformat weit verbreitet. Jedoch werden meist mehrere Figuren als Lösung vorgeschlagen, zwischen denen man sich entscheiden muss, was der Erleichterung statistischer Auswertungen dient. Da aber das Augenmerk auf der Analyse der kognitiven Prozesse, die zur Konstruktion einer Lösungsfigur als Folge erkannter Regelmäßigkeiten führen liegt, wirkt sich die Angabe von eventuell passenden Lösungsfiguren störend aus. Anzumerken ist, dass es sich hier in Bezug auf die Intelligenz schwerpunktmäßig um die fluide Intelligenz handelt. Somit liegt es auf der Hand, dass es sich bei der Fähigkeit zu solchen grundlegenden, logisch zwingenden Analysen um eine wichtige Voraussetzung für das mathematische Denken handelt (Schwank, 2003).

Besonderheiten des funktionalen Denkens:

Schwank (2003) stellt fest, dass sich der Umgang mit funktionalen Vorstellungen dem einfachen experimentellen Zugriff zu widersetzen scheint. Dies lässt sich an folgendem Aufgabenbeispiel erklären. Angenommen eine Person möchte ihre prädiktive Analyse einer anderen erklären, dazu kann sie beispielsweise mit dem Finger die Zeilen und Spalten durchgehen und jeweils auf die gleichbleibenden Elemente zeigen. Anders ist es bei einer funktionalen Erklärung. Worauf soll gezeigt werden, wenn man den *Prozess* anspricht, der die eine Figur in die nächste überführt? Das Passieren ist ein mentales Konstrukt, denn auf dem Blatt gibt es keine Bewegung, es ereignet sich nichts. Versuche, dieses sichtbar zu machen, etwa mit einem Daumenkino oder einer Computeranimation, führen zum nächsten Problem. Die bloße Darstellung des Ablaufs bleibt unbefriedigend, denn es ist nicht die passive Beobachtung des Werdens, die den Kern des funktionalen Zurechtlegens trifft, sondern die aktive Verursachung und Inangenhaltung der Handlung, die benötigt wird. Es geht weniger ums bloße Schauen als viel mehr um das tatsächliche Tun: die Handlungen brauchen einen sie „verursachenden Täter“. Funktionale Vorstellungen haben bezüglich ihrer Entstehungsgeschichte ein besonderes Verhältnis zum zeitlichen Gefüge, welche nicht durch ein Abbild oder ein Foto zu fassen sind. Die funktionale Analyse stellt somit räumlich-zeitliche und motorische Bezüge her und orientiert sich primär an Aktionen und ihrem Zusammenwirken (Schwank, 2003).

Besonderheiten des prädiktiven Denkens:

Die unten stehende Matrix-Aufgabe (Abb.9), kann folgendermaßen prädikativ analysiert werden: Es existieren die drei Figurentypen „Quadrat“, „Haus“ und „Trapez“. Die quadratförmigen und hausartigen Objekte kommen je dreimal vor und zwar jeweils mit den drei Bodenarten: offen, halboffen und geschlossen, die trapezartigen Figuren kommen nur

zweimal vor und zwar mit den beiden Bodenarten offen und halboffen. Ein weiteres trapezartiges Objekt mit geschlossenem Boden als Lösungsfigur vervollkommnet die Regelmäßigkeit (Schwank, 2003).

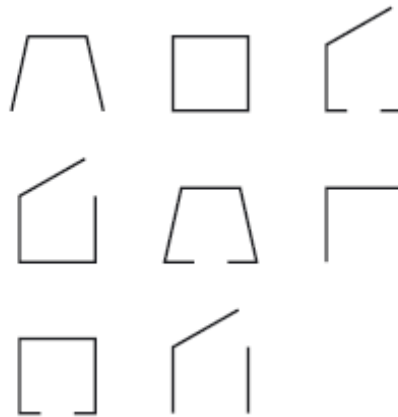


Abbildung 9: Matrixaufgabe zur Untersuchung des logischen Denkens (Schwank, 2003)

Bei prädikativen Analysen ist die Verwendung von Wörtern typisch und hilfreich. In der gegebenen Analyse lauten die Begriffe „Quadrate“, „Häuser“ und „Trapeze“. Dabei kommt es nicht darauf an, dass eine identifizierte Figur ein „Haus“ ist, sondern, dass man sich der Wörter bedienen kann, um Ordnung und damit Systematik zwischen den Figuren herzustellen. Prädiktive Denkprozesse orientieren sich somit primär an Merkmalen und ihren Zusammenhängen. Hierbei wird ausgenutzt, dass Wörter beim Wiedererkennen äußerst nützlich sind, was eine jener Grundfunktionen ist, welche dem Menschen seine Orientierung in der Welt erleichtert. Beim prädikativen Analysieren ist es somit von Vorteil, wenn man gut mit Wörtern umgehen kann. Dabei ist ein präziser Gebrauch der Wörter wichtig, da an ihnen die erkannte Systematik hängt. Während sich beim prädikativen Denken eine besondere Leichtigkeit im Umgang mit Wörtern als nützlich heraus stellt, können beim funktionalen Denken die Wörter durchaus in den Hintergrund treten. Die Sprache ist also nicht das zentrale kognitive Werkzeug, anhand derer sich Ideen herausbilden (Schwank, 2003).

Eine EEG-Studie (Mölle, Schwank, Marshall, Klöhn & Born, 2000) ergab Hinweise darauf, dass sich die beiden verschiedenen Denkmuster auch hinsichtlich der Aktivierung verschiedener Hirnareale unterscheiden lassen. Im Vergleich zum funktionalen Denken und zu einer mentalen Entspannungsaufgabe reduzierte sich die EEG-Komplexität beim prädikativen Denken besonders stark im rechten, posterioren Cortex. Eine reduzierte Komplexität während des funktionalen Denkens konnte im linken zentralen Cortex

nachgewiesen werden, wenn auch weniger ausgeprägt und nur im Vergleich zur mentalen Entspannung.

Überlegungen zur Dekomposition des prädikativen und funktionalen Denkens führen zu Aufgabenarten der Experimentalpsychologie. Einerseits solche, die vornehmlich das mentale Erkennen und Verwalten von Merkmalen erfordern, andererseits solche die auf das mentale Erkennen und Ausführen von Tätigkeiten abzielen. Da sich Mädchen häufig durch gute prädikative Leistungen auszeichnen und Jungen durch gute funktionale Leistungen, stellt sich heraus, dass die Stärke von Frauen bei merkmalsorientierten Aufgaben liegt, die Stärke von Männern dagegen bei tätigkeitsorientierten Aufgaben. Somit verwundert es nicht, dass Frauen bei Tests zur Ideen- und Wortflüssigkeit, bei welchen beispielsweise Wörter mit demselben Anfangsbuchstaben aufgezählt werden sollen, gegenüber Männern im Vorteil sind. In Bezug auf die Fähigkeit zur mentalen Rotation besteht hingegen ein starker geschlechtsspezifischer Unterschied zugunsten der Männer (Schwank, 2003).

3.3.2.1 Geschlechtsunterschiede in den Hirnaktivitäten während mentaler Rotationsaufgaben im Zusammenhang mit unterschiedlichen Denkstilen

Nach Jordan et al. (2002) zeigen Männer wie Frauen, wie bereits in Kapitel 3.3.1.1 erwähnt, während der Bearbeitung von mentalen Rotationsaufgaben eine Hirnaktivität in den prämotorischen Arealen, Männer jedoch zeigen zusätzlich eine Aktivität im linken motorischen Kortex. Daher ist anzunehmen, dass es Geschlechtsunterschiede bezüglich der zerebralen Aktivitätsmuster während der Bearbeitung mentaler Rotationsaufgaben gibt, wohlgermerkt auch dann, wenn die Leistungen der Geschlechter sehr ähnlich sind. Diese Differenzen zeigen, dass die beiden Geschlechter unterschiedliche Strategien beim Lösen mentaler Rotationsaufgaben anwenden.

Richter et al. (2000) vermuten, dass die Aktivität von motorischen Arealen während mentaler Rotationsaufgaben mit der Perspektive, welche die Person in diesem Kontext einnimmt, zusammenhängt. Die internale Perspektive, „stell dir vor du manipulierst das Objekt“, welche nach Schwank (2003) mit der funktionalen Denkstrategie in Verbindung steht, provoziert sozusagen die Aktivität in motorischen Arealen. Wohingegen die externale Perspektive „stell dir vor jemand anderes manipuliert das Objekt“, keine Aktivität in den motorischen Arealen bewirkt (vgl. Kap. 3.3.1.1).

Auch Jordan et al. (2002) nehmen an, dass ihre Versuchspersonen, welche eine Aktivität in den motorischen Arealen zeigten, bei der Bearbeitung der mentalen Rotationsaufgaben eher die internale Perspektive nutzten, wenn auch auf unterschiedlichem Niveau. Es kann

angenommen werden, dass Männer mit einer konkreteren und buchstäblich praktischeren Herangehensweise die Aufgaben bearbeiteten, was durch die Aktivität im primären motorischen Kortex fundiert wurde (vgl. Kap. 3.3.1.1).

Nach Schwank (2003) wäre zu überlegen, wie sich bei der Bearbeitung von Mathematikaufgaben, die Rolle der Perspektiven „Täter/Beobachter“ auswirken und wie durch die Wortwahl eine Perspektive angesteuert werden kann. So gibt Schwank (2003) folgendes Beispiel: "Auf einem w Meter langen Weg sollen alle a Meter Sträucher gepflanzt werden / auf einem w Meter langen Weg befinden sich im Abstand von a Metern Sträucher. – Wie viele Sträucher werden benötigt? / Wie viele Sträucher sind vorhanden?" (S. 75).

3.1.2.2 Sind die unterschiedlichen Denkstile evolutionsbedingt?

Schwank (1990) stellt Überlegungen an, wozu es gut sein könnte, dass sich die Geschlechter in dieser Form im Denken unterscheiden. Unter naturvölkischen Lebensbedingungen, aber auch noch heutzutage bei traditioneller Rollenverteilung müssen Frauen, während sie einer bestimmten Beschäftigung nachgehen, gleichzeitig darauf achten, was die Kinder gerade machen, müssen den Ablauf des Familienalltages mit den unterschiedlichen Tagesplänen der einzelnen Mitglieder organisieren und die Aufmerksamkeit auf das gesamte soziale Beziehungsgeflecht richten. Der dabei notwendigen Fähigkeit mehrgleisig denken zu können kommt der prädiktive Denkstil entgegen. Dasselbe gilt für das funktionale Denken bezüglich typisch männlicher Beschäftigungen, welche es eher erlauben bzw. teilweise fordern sich auf ein einziges Problem zu konzentrieren und das Umfeld auszublenden. Männer sind häufiger damit beschäftigt irgendeine Sache zum Funktionieren zu bringen oder am Laufen zu halten. Diese Überlegungen erklären sicher nicht, wie der Unterschied zustande kam, machen es aber plausibel, dass er sich erhalten hat.

3.3.2.3 Mathematikdidaktische Materialien

Aus der Tatsache heraus, dass sich Menschen dahingehend unterscheiden, dass sie eher zu der einen oder der anderen kognitiv gesteuerten Wahrnehmung „prädikativ-funktional“ befähigt sein können, ergibt sich eine generelle methodische Anfrage an mathematikdidaktische Materialien bzw. Lernumgebungen. Es gibt Materialien, die eher eine der beiden Denkweisen ansprechen. Die gängigen Vorgehensweisen sprechen meist die prädiktive Denkweise an. Am weitesten verbreitet in den Schulbüchern für die 1. Klasse sind Darstellungen der Addition, welche jedoch den Vorgang ausblenden. Der

Zerlegungsgedanke, mit dem besonderen Wunsch, in einem Arrangement sowohl die beiden Argumente (oft unglücklich gekennzeichnet durch unterschiedliche Farben) als auch das Ergebnis sehen zu wollen (unbefriedigend gelöst für den Fall der Subtraktion: wie soll auch etwas gleichzeitig vorhanden sein [als Subtrahend] und nicht vorhanden [in der Differenz]?) ist in diesen Büchern fast durchgängig realisiert. Dagegen finden sich nicht in allen solche dynamischen Vorstellungen wie ein Zahlenstrahl, auf dem man sich entlang bewegen kann (Schwank, 2003).

3.3.3 Unterschiedliche Nutzung des mentalen Zahlenstrahls

Wie bereits in Kapitel 1.2.2.3 erwähnt, scheinen Mädchen im Grundschulalter nach Schweiter et al. (2005) durch die Ausbildung eines mentalen Zahlenstrahls und dessen Automatisierung in Bezug auf ihre Rechenleistungen zunächst verunsichert zu werden, während Buben davon profitieren.

Eine besondere Rolle spielen dabei die im Vorschulalter beobachtbaren und unterschiedlichen primären Spielinteressen von Jungen und Mädchen. Die spezifischen Spielinteressen ermöglichen Jungen über stärker wettbewerbsbezogene Inhalte einen früheren Zugang zu Zahlen, anhand denen sie kontinuierliche Maße für Größe, Länge, Schnelligkeit, Stärke und Menge bilden, sowie für Vergleichszwecke heranziehen können. Das stärker beziehungs- und phantasiebezogene Spiel der Mädchen ist dagegen weniger auf numerisch abbildbare Vergleiche angewiesen (Weinhold Zulauf et al., 2003).

Ein weiterer möglicher Grund für die Geschlechtsunterschiede bezüglich der Nutzung des mentalen Zahlenstrahls könnte in Unterschieden der Denkentwicklung von Mädchen und Jungen liegen. Schwank (2003) fand wie in Kapitel 3.3.2 beschrieben, unterschiedliche Denkstile und Strategien bei Jungen und Mädchen während des Lösens mathematischer Probleme und begründete auf Basis dieser Ergebnisse ihr Konzept vom prädiktiven (von Mädchen bevorzugten) und funktionalen (von Jungen bevorzugten) Denken. Das prädiktive Denken orientiert sich primär an Merkmalen und ihren Zusammenhängen, das funktionale Denken an Aktionen und ihrem Zusammenwirken. Eine prädiktive Analyse setzt einen routinemäßigen Umgang im Benennen von Wörtern voraus, welche ein Wiedererkennen und Zuordnen ermöglichen, während eine funktionale Analyse räumlich-zeitliche und motorische Sinnbezüge herstellt.

Daraus lässt sich schließen, dass Jungen, die eher zu visuell-räumlichen, funktionalen Denkstrategien neigen, von der Ausbildung einer räumlichen Zahlenrepräsentation

frühzeitig profitieren. Für Mädchen hingegen, welche eher gewohnt sind, sprachlich-analytische, prädiktive Denkstile einzusetzen, mag die Nutzung der sich entwickelnden räumlichen Zahlenrepräsentation zu Irritationen führen, welche zur Erklärung ihrer Minderleistungen beitragen könnten (Schweiter & von Aster, 2005).

Zur Klärung der Frage, ob es sich dabei um ein temporäres Phänomen handelt, bedarf einer weiteren längsschnittlichen Untersuchung, wobei die Analyse des Erwerbs und der Automatisierung der inneren Zahlenlinie einen Ansatzpunkt zur Erklärung der im Vorschul- und Schulalter beginnenden und lebenslang anhaltenden Unterschiede im Rechnen zwischen den Geschlechtern darstellen könnte (Schweiter et al., 2005).

3.3.4 Unterschiedliche Lösungsstrategien bei Additions- und Subtraktionsaufgaben

Carr und Jessup (1997) stellten bei Kindern der 1. Schulstufe fest, dass Mädchen bei Additions- und Subtraktionsaufgaben eher offene bzw. beobachtbare „manipulative“ Strategien (Abzählen an den Fingern) zur Lösungsfindung anwenden und Jungen eher zu versteckten und nicht direkt beobachtbaren „kognitiven“ Strategien wie mentales Zählen oder dem Abrufen der Lösung aus dem Gedächtnis neigen. Unabhängig vom Geschlecht greifen Kinder in der Gruppe eher auf nicht direkt beobachtbare Techniken zurück.

Auch Carr, Jessup und Fuller (1999) kamen bei Erstklässlern zu diesem Ergebnis, dabei wurden die Jungen von LehrerInnen und Eltern zunächst dazu angehalten offene Strategien anzuwenden. Im zweiten Halbjahr wurde von den LehrerInnen eher den Jungen als den Mädchen eine verdeckte Strategie empfohlen, d. h. das Ergebnis aus dem Gedächtnis abzurufen oder mentales Zählen. Die benutzte Strategie der Jungen ist somit zum Teil ein Resultat der Instruktion von Erwachsenen. Die gewählte Strategie der Mädchen stellte sich als unabhängig von Eltern oder Lehrern heraus. Weiters scheint, im Gegensatz zu den Jungen, nach Carr und Jessup (1997) die verwendete Strategie der Mädchen unabhängig von Gleichaltrigen zu sein.

So stellten auch Carr et al. (2008) bei Zweitklässlern Geschlechtsunterschiede bezüglich der verwendeten Lösungsstrategie und der Schnelligkeit bei Additions- und Subtraktionsaufgaben fest. Jungen verwenden auch hier öfter eine verdeckte „kognitive“ Strategie (mentales Zählen, ohne Finger) zur Lösungsfindung und Mädchen eher eine offene „manipulative“ Strategie (z. B. Zählen mit den Fingern), wobei Jungen die Aufgaben schneller bearbeiteten. Dabei stellten sich die Schnelligkeit und das Verwenden einer

kognitiven Strategie als stark gewichtete Prädiktoren für die Mathematikleistung heraus. Diese zwei Prädiktoren könnten die Ursache für das von Aunola et al. (2004) postulierte schnellere Wachstum der mathematischen Kompetenzen bei den Jungen darstellen (vgl. Kap. 2.2.1). Mädchen erbrachten bessere Leistungen im Verwenden einer manipulativen Strategie, welche jedoch ein weniger stark gewichteter Prädiktor für die Mathematikleistung darstellt. Diese Tatsache, dass Mädchen eher eine manipulative Strategie benutzen, könnte deren Entwicklung bezüglich mathematischer Fähigkeiten beeinträchtigen.

3.4 Zusammenfassung

Abschließend ist zu sagen, dass die möglichen Ursachen von Geschlechtsunterschieden in der mathematischen Leistung eine Mischung aus sich teilweise gegenseitig beeinflussenden affektiven (Selbstkonzept, kindliche Geschlechtsstereotypen, Angst, Interesse) sozialen (elterlichen Geschlechtsstereotypen und Geschlechtsstereotypen vonseiten der Lehrkräfte) sowie kognitiven (räumliches Vorstellungsvermögen, Denkstile, Nutzung des mentalen Zahlenstrahls, kognitive Lösungsstrategien) Faktoren darstellen.

4 Entwicklungsdiagnostik im Kindesalter

Die allgemeine Entwicklungsdiagnostik umfasst die Beschreibung und Diagnose von Auffälligkeiten der aktuellen Kompetenzen, die Evaluation von Interventionsmaßnahmen sowie die Prognose der folgenden Entwicklung (Deimann & Kastner-Koller, 2007). Als Methoden zur Erhebung der Entwicklung eines Kindes stehen die Verhaltensbeobachtung, die Befragung von Bezugspersonen, Screenings zur Entwicklung des Kindes und eigentliche Entwicklungstests zur Verfügung, dabei wird bei den Entwicklungstests zwischen speziellen und allgemeinen Testverfahren unterschieden. Während bei den speziellen Verfahren (vgl. Osnabrücker Test zur Zahlenverarbeitung; Van Luit et al., 2001) nur eine Dimension der Entwicklung erfasst wird, überprüfen allgemeine Verfahren (vgl. Wiener Entwicklungstest; Kastner-Koller & Deimann, 2002) alle für die Entwicklung wesentlichen Funktionsbereiche.

Die zentrale Bedeutung einer Entwicklungsdiagnose liegt laut Petermann und Macha (2005) darin, die erzielten Testergebnisse mit vorhandenen Normen der gleichen Altersgruppe zu vergleichen. Daraus kann auf eine normale oder abweichende Entwicklung geschlossen werden bzw. auf eine verzögerte oder beschleunigte Entwicklung (Deimann & Kastner-Koller, 2007).

4.1 Testverfahren zur Erfassung der mathematischen Entwicklung im Kindergartenalter

Im folgenden Abschnitt werden Testverfahren zur Erfassung mathematischer Fertigkeiten für Kinder im Alter von vier bis sechs Jahren beschrieben. Dabei handelt es sich – mit Ausnahmen des KFT-K – jeweils um Individualtestverfahren.

4.1.1 Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung (OTZ)

Beim „Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung“ (OTZ; Van Luit, Van de Rijt & Hasemann, 2001) handelt es sich um ein ursprünglich aus den Niederlanden stammendes Verfahren, dem Utrechter Zahlbegriffstest (UGT; Van Luit, Van de Rijt & Pennings, 1994), zur Feststellung von inter- und intraindividuellen Unterschieden in der Zahlbegriffsentwicklung bei Kindern im Alter von 5 bis 7;5 Jahren. Der Test liegt in zwei Parallelversionen mit jeweils 40 Aufgaben vor. Er besteht aus folgenden acht Subtests, welche verschiedene Komponenten der frühen Zahlbegriffsentwicklung umfassen:

- Vergleichen
- Klassifizieren
- Eins-zu-eins-Zuordnen
- Nach Reihenfolge ordnen
- Zahlwörter benutzen
- Synchrones und verkürztes Zählen
- Resultatives Zählen
- Anwenden von Zahlenwissen

Im Subtest „Vergleichen“ soll das Kind verschiedene Objekte hinsichtlich bestimmter quantitativer oder qualitativer Merkmale vergleichen, so wird überprüft ob es über die notwendigen Kenntnisse für die Bildung mathematischer Ordnungsbegriffe, z. B. „die meisten“, „höher/niedriger“ verfügt. Beim Subtest „Klassifizieren“ sollen Gegenstände aufgrund eines oder mehrerer Merkmale zu einer Klasse zusammengefasst werden. Dabei wird überprüft, ob Kinder Unterschiede oder Übereinstimmungen differenziert wahrnehmen können. Der Subtest „Eins-zu-eins-Zuordnen“ erfasst, ob das Kind in der Lage ist, eine Eins-zu-eins-Zuordnung von Gegenständen bei zwei verschiedenen angeordneten Mengen vorzunehmen. Der Subtest „Nach Reihenfolge ordnen“ erfordert die Anordnung von Gegenständen nach bestimmten Merkmalen, z. B. von hoch nach niedrig. Überprüft wird, inwieweit das Kind richtige oder falsche Anordnungen erkennen kann. Mit dem Subtest „Zahlwörter benutzen“ wird das verbale Zählen bis 20 vorwärts und rückwärts sowie die korrekte Verwendung von Kardinal- (eins, zwei, usw.) und Ordinalzahlen (der erste, zweite, usw.) getestet. Beim Subtest „Synchrones und verkürztes Zählen“ geht es darum, inwieweit das Kind mit Zeigen das Abzählen von Objekten in geordneter oder ungeordneter Anordnung beherrscht. Des Weiteren kann festgestellt werden, ob gewisse Zahlbilder, z. B. beim Spielwürfel, sofort erkannt werden. Im Subtest „Resultatives Zählen“ wird geprüft, inwieweit das Kind strukturierte oder unstrukturierte sowie versteckte Quantitäten korrekt zählen vermag, ohne dabei mit den Fingern auf die Gegenstände zu zeigen. Dabei muss das Kind wissen, dass das letztgenannte Zahlwort der gesuchten Anzahl von Objekten entspricht. Schließlich überprüft der Subtest „Anwenden von Zahlenwissen“, ob das Kind Wissen über die Zahlen bis 20 auch in alltäglichen Situationen anwenden kann.

Jede Komponente wird durch fünf Aufgaben erfasst. Die Fragen werden dem Kind mündlich vorgegeben, wobei die Antwort auf verschiedene, aber für jedes Item festgelegte Weise erfolgen kann: Das Kind hat entweder die Möglichkeit, die Antwort verbal zu geben,

auf Bilder mit der Lösung zu zeigen oder durch das Ausführen bestimmter Tätigkeiten, wie Linien zeichnen, Holzwürfel anordnen u. a., zu antworten. Aus dem Gesamtrohwert aller richtig gelösten Aufgaben kann das Kompetenzergebnis des Kindes ermittelt werden, welchem verschiedene Niveaustufen beim Stand der frühen Zahlbegriffsentwicklung zugeordnet sind.

4.1.2 Neuropsychologische Testbatterie für Zahlenverarbeitung und Rechnen bei Kindern – Kindergartenversion (ZAREKI-K)

Die ZAREKI-K (von Aster, Bzufka & Horn, 2009) stellt eine für das Kindergartenalter geeignete Adaption der Neuropsychologischen Testbatterie für Zahlenverarbeitung und Rechnen bei Kindern (ZAREKI; von Aster, 2001) dar. Die Testbatterie ermöglicht eine differenzierte Erfassung von Fähigkeiten im Umgang mit Zahlen und Mengen im Alter von 4 bis 5 Jahren. Die Aufgaben werden nach vorgegebenen Testinstruktionen mündlich bzw. mittels Testvorlagen präsentiert und sind von den Kindern durch motorische, mündliche oder schriftliche Reaktionen zu beantworten. Die ZAREKI-K enthält folgende Subtests:

- Zählen (vorwärts, rückwärts, in Zweierschritten, Vorläufer/Nachfolger)
- Abzählen von visuell dargebotenen Punkt-Mengen
- Textaufgaben
- Zahlen nachsprechen
- Verändern von Mengen
- Mündliches Kopfrechen (Additionen, Subtraktionen)
- Anordnen von Zahlen auf einem Zahlenstrahl
- Perzeptive Mengenverarbeitung
- Zahlerhaltung
- Transkodieren (Zahlen lesen, Zahlen schreiben, Zahlsymbol-Mengen-Zuordnung)
- Kognitive Mengenbeurteilung, Zahlen vergleichen

4.1.3 Test zur Erfassung numerisch-rechnerischer Fertigkeiten vom Kindergarten bis zur 3. Klasse (TEDI-MATH)

Dieser Individualtest von Kaufmann, Nuerk, Graf, Krinzinger, Delazer und Wilmes (2009) erhebt numerische und rechnerische Fertigkeiten bei Kindern im Altersbereich von 4 bis 8 Jahren. Er beinhaltet 28 Untertests, von denen jeweils abhängig vom Alter unterschiedliche Kombinationen vorgegeben werden. Eine Kurzfassung der TEDI-MATH ermöglicht eine

rasche Erhebung der Kernkomponenten Zahlenverarbeitung und Rechnen vor der Einschulung, sowie Zählfertigkeit und Zählprinzipien für den Vorschulbereich.

Der Test ermöglicht die Diagnostik von Rechenstörungen und macht durch differenzierte Leistungsprofile numerische Stärken und Schwächen erkennbar.

4.2 Subtests zur mathematischen Entwicklung

In diesem Abschnitt werden Entwicklungs- und Intelligenztestbatterien vorgestellt, welche Untertests zur mathematischen Entwicklung beinhalten.

4.2.1 Subtest Rechnen der KAUFMAN – Assessment Battery (K-ABC)

Die Kaufman – Assessment Battery for Children (K-ABC; Melchers & Preuß, 1994) ist ein Testverfahren zur Messung von intellektuellen Fähigkeiten und erworbenen Fertigkeiten von Kindern im Alter von 2;6 – 12;5 Jahren. Das Verfahren umfasst 15 Untertests, die in vier Skalen gegliedert sind. Die Skala einzelheitliches Denken und ganzheitliches Denken bilden gemeinsam die Skala intellektueller Fähigkeiten, welche das zusammenfassende Maß der Gesamtintelligenz darstellt. Die Fertigkeitenskala umfasst Untertests, welche zur Prüfung von Faktenwissen und Fertigkeiten dienen. Aus jeder Skala werden mehrere Untertests durchgeführt, wobei deren Anzahl in Abhängigkeit vom Alter des Kindes variiert.

Der Subtest *Rechnen* wird der Fertigkeitenskala zugeordnet und kann für Kinder im Alter von 3;0 bis 12;5 Jahren angewendet werden. Der Rechentest ist thematisch in die Erzählung eines Zoobesuches eingebunden, was den Anreiz für kleinere Kinder erhöht. Dabei werden folgende Fertigkeiten des Kindes gemessen: Zahlen erkennen, Zählen, Rechnen und das Verständnis für mathematische Konzepte. So werden die Kinder mit Aufgaben konfrontiert, bei denen sie aufgefordert sind, Personen und Tiere abzuzählen, geometrische Formen zu erkennen, arabische Zahlbilder zu benennen, Größen von Gruppen zu vergleichen, verschiedene Rechenaufgaben anhand von Bildern zu lösen, fehlende Ziffernbilder zu ergänzen sowie von einer vorgegebenen Zahl weiter zu zählen.

4.2.2 Screening für kognitive Basiskompetenzen im Vorschulalter (BASIC-Preschool)

Der BASIC-Preschool-Test (Daseking & Petermann, 2008) dient als Screening-Verfahren der Früherkennung und Analyse von basalen Voraussetzungen für das Erlernen späterer

schulischer Fähigkeiten bei Kindern im Alter zwischen 4;9 und 5;9 Jahren. Das Verfahren besteht aus 10 Untertests, die folgenden vier Basiskompetenzen bzw. Vorläuferfähigkeiten zugeordnet sind: selektive (visuelle) Aufmerksamkeitsleistungen, visuell-räumliche Leistungen, Sprachverständnis sowie *Zahlen- und Mengenwissen*. Die einzelnen Untertests beinhalten ein oder 10 Items, wobei die Tests, die nur ein Item enthalten, aus mehreren Reizen oder notwendigen Handlungen bestehen. Die einzelnen Untertests des Verfahrens sind durch eine Geschichte verknüpft.

Drei Untertests, welche unter die spezifische Vorläuferfähigkeit von Mathematikleistungen „Zahlen- und Mengenwissen“ fallen, sind die automatische Mengenerfassung (SZ), die Mengeninvarianz (WG) und das Zahlenwissen (AZ).

Schnellzähler (SZ): Auf einem Bildschirm werden dem Kind zehnmal je eine Sekunde lang ein bis sechs Luftballons gezeigt, deren Anzahl es schätzen soll, um seine Fähigkeit zur automatischen Mengenerfassung zu prüfen.

Wurmlings Geschenke (WG): Das Kind soll zehnmal bei zwei unterschiedlich geordneten Mengen sagen, ob beide gleich groß sind, hierbei wird das Paradigma der Mengeninvarianz erfasst.

Abzählen (AZ): Das Kind soll 20 Comicbilder einer Abbildung zählen, womit das Zahlenwissen geprüft wird.

4.2.3 Kognitiver Fähigkeits-Test (Kindergartenform) (KFT-K)

Der KFT-K (Heller & Geisler, 1982) erfasst die allgemeine Intelligenz bzw. das kognitive Fähigkeitsniveau bei Kindern im Alter von 5;1 bis 7;0 Jahren. Das Verfahren besteht aus folgenden vier Untertests mit jeweils 15 Aufgaben: Sprachverständnis, Erkennen von Beziehungen, schlussfolgerndes Denken und rechnerisches Denken. Mit dem Subtest *Rechnerisches Denken* wird die Beherrschung von Zahlen- und Mengenbegriffen überprüft.

4.2.4 Der Subtest Rechnen des Wiener Entwicklungstests (WET)

Der Wiener Entwicklungstest (WET; Kastner-Koller & Deimann, 2002) ist ein Verfahren zur Erfassung des allgemeinen Entwicklungsstandes bei Kindern von 3;0 bis 5;11 Jahren. Durch 13 Subtests und einen Elternfragebogen werden die Funktionsbereiche Motorik, Visumotorik/Visuelle Wahrnehmung, Lernen und Gedächtnis, Sprache, Kognition und Emotion überprüft.

Der Subtest, welcher das rechnerische Denken erfasst, ist in der derzeitigen, zweiten Auflage des WET noch nicht enthalten. Da die mathematische Entwicklung jedoch eine wichtige Komponente der kognitiven Entwicklung darstellt, entwickelten Decker (2004), Tratsch (2003) und Hirschmann (2004) den Subtest *Rechnen*, welcher eine Erweiterung des WET darstellt und der Erfassung mathematischer Fähigkeiten von Kindern im Alter von 3 bis 6 Jahren dient.

Der Subtest *Rechnen* besteht aus insgesamt 28 Items, wobei es für 3-, 4- und 5-jährige Kinder einen altersadäquaten Einstieg gibt. Er umfasst Aufgaben zu den Bereichen Zählen (Subskalen Zählen sowie Zahlenvergleich und Mengenbegriff), Ordinalität (Mengenvergleich und nach Größe ordnen) sowie arithmetische Kenntnisse (Rechnen).

Als Material dienen Bildkarten mit abgebildeten Käfern, sowie zahlreiche flache, bunte und aus Moosgummi gefertigte Käfer, Schmetterlinge und Blumen als auch zwei große gelbe aus Moosgummischeiben bestehende „Blumen“. Die Aufgaben sind kindgerecht formuliert und das Material hat einen hohen Aufforderungscharakter.

Somit soll der WET die Möglichkeit bieten, mathematische Fähigkeiten im Kindergartenalter zu erfassen und Entwicklungsdefizite frühzeitig zu erkennen, um diese durch gezielte Förderung auszugleichen. Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es in erster Linie Normierungsdaten bereitzustellen sowie herauszufinden, ob Geschlechtsunterschiede oder ein Alterstrend im Subtest *Rechnen* festzustellen sind.

EMPIRISCHER TEIL

5 Ausgangspunkt und Ziel der Untersuchung

Der Wiener Entwicklungstest (WET; Kastner-Koller & Deimann, 2002) ist ein Verfahren zur Erfassung des allgemeinen Entwicklungsstandes bei Kindern im Alter von 3 bis 6 Jahren. Er umfasst derzeit 13 Subtests zur Überprüfung der motorischen Entwicklung, visuellen Wahrnehmung, Lernen und Gedächtnis sowie der kognitiven, sprachlichen und emotionalen Entwicklung. Weiters erfasst ein Elternfragebogen die Selbstständigkeit des Kindes.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist die Sammlung von Normierungsdaten für die 3. Auflage des Wiener Entwicklungstests (WET) mit den neuen Subskalen *Rechnen* und *Muster Legen* in einer österreichischen Stichprobe von 4;0 – 5;11 jährigen Kindern, wodurch eine Erweiterung des WET erzielt werden soll.

Dabei interessiert bezüglich der Skala *Rechnen* des WET, ob sich bei den 4- bis 6-jährigen Kindern Geschlechtsunterschiede in Abhängigkeit des Alters zeigen.

Weiters dient die Stichprobe der Sammlung von Normierungsdaten für den neu konstruierten Handpräferenztest (HAPT 4-6; Bruckner, Deimann & Kastner-Koller, in press).

5.1 Forschungsfragen und –interessen

5.1.1 Geschlechts- und Altersunterschiede im Subtest *Rechnen*

- Zeigt sich ein Geschlechtsunterschied in der Skala Rechnen aus dem WET?

Während in einigen Studien von keinen Leistungsunterschieden zwischen Jungen und Mädchen bezüglich der Rechenfähigkeit im Kindergartenalter berichtet wird (Aunola et al., 2004; Friedrich & Munz, 2006; Geary, 1994; Lachance & Mazzocco, 2006; Lummis & Stevenson, 1990; Van de Rijt et al., 2000; Weinhold Zulauf et al., 2003) ergab sich in den Untersuchungen von Ehlert (2007) und Stern (1998b) ein Leistungsvorteil zugunsten der Jungen. Geschlechtsunterschiede zugunsten der Mädchen fanden hingegen Van de Rijt und Van Luit (1999).

- Zeigt sich ein Alterstrend in der Skala Rechnen aus dem WET?

Weiters soll festgestellt werden, ob Kinder verschiedener Altersgruppen unterschiedliche Leistungen erbringen, dazu werden vier Altersgruppen, die je ein Altershalbjahr umfassen,

gebildet und deren Leistungen miteinander verglichen. Weinhold Zulauf et al. (2003) stellten Leistungssteigerungen bezüglich der Rechenfähigkeit mit zunehmenden Alter der Kinder fest, wobei besonders das Vorschuljahr eine sensitive Periode für die Entwicklung mathematischer Fähigkeiten darstellt und in diesem Jahr eine Zunahme an rechnerischen Kompetenzen stattfindet. Da der Subtest *Rechnen* altersadäquate Einstiege für drei-, vier- und fünfjährige Kinder hat wird davon ausgegangen, dass von den verschiedenen Altersgruppen gleich viele Items gelöst werden.

- Zeigt sich ein Geschlechtsunterschied in Abhängigkeit des Alters?

In der Studie von Weinhold Zulauf et al. (2003) stellte sich heraus, dass bei jüngeren Kindern (72 Monate) noch keine, bei den älteren (80 Monate) aber signifikante Geschlechtsunterschiede in der Gesamtleistung bezüglich Rechenfähigkeit zugunsten der Knaben bestehen.

6 Durchführung der Erhebungen in den Kindergärten

Die Testungen wurden in acht verschiedenen niederösterreichischen Landeskindergärten in den Bezirken Baden, Gänserndorf und Mistelbach im Zeitraum von Oktober 2008 bis Jänner 2009 durchgeführt. Um mit den Erhebungen beginnen zu können, war es zunächst notwendig eine Bewilligung der niederösterreichischen Landesregierung einzuholen. Diese wie auch die für den jeweiligen Bezirk zuständigen Kindergarteninspektorinnen, die jeweiligen Gemeinden sowie die jeweiligen Kindergartenleiterinnen wurden ausführlich über den Grund, den Ablauf und die Möglichkeiten der geplanten Erhebungen informiert (siehe Anhang).

Die Eltern der zu testenden Kinder bekamen ein Informationsschreiben und wurden gebeten, bei Interesse eine schriftliche Einverständniserklärung für die Teilnahme ihres Kindes an den Testungen auszufüllen. Dank der Unterstützung der Kindergartenpädagoginnen in Form des Austeilens der Informationen an die Eltern und des Einsammelns der schriftlichen Einverständniserklärungen konnte rasch mit der Erhebung begonnen werden. An der hohen Rücklaufquote der Einverständniserklärungen zeichnete sich ein starkes Interesse vonseiten der Eltern an der Untersuchung ihres Kindes ab.

Die Testungen fanden an Vormittagen zwischen 8.00 und 12.00 Uhr in den Kindergärten statt, in welchen jeweils kindgerecht möblierte Räume zur Verfügung standen und eine ungestörte Kommunikation möglich war.

Für die Vorgabe der gesamten Testbatterie wurden pro Kind zwischen ein und drei, im Mittel ein, Testtermin benötigt (s. auch Abb. 10). Die Testdauer betrug dabei zwischen 75 und 240 Minuten. Der Mittelwert lag bei 120 Minuten.

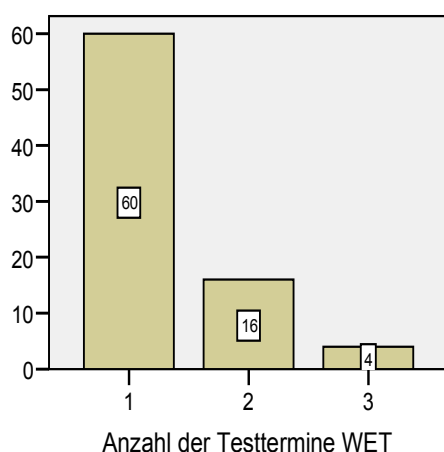


Abbildung 10: Anzahl der Testtermine WET

Zwei verschiedene Testleiterinnen führten die Untersuchungen durch, wobei alle getesteten Kinder an der vorliegenden wie auch an der Untersuchung von Martina Danis (2009) teilnahmen. Beide Testleiterinnen gaben den WET jeweils 40 Kindern vor.

Nach der Durchführung der gesamten Untersuchung erhielten die Eltern eine schriftliche Rückmeldung über den, mit dem Wiener Entwicklungstest erhobenen, Entwicklungsstand ihres Kindes. Auf den Rückmeldungen wurden die Telefonnummern der Testleiterinnen, für etwaige Fragen bezüglich dem Ablauf der Untersuchung und den von ihrem Kind erreichten Ergebnissen, angegeben. Weiters stand die Test- und Beratungsstelle für Kleinkinder am Institut für Entwicklungspsychologie und Psychologische Diagnostik für weitere Beratung zur Verfügung)

7 Beschreibung der verwendeten Verfahren

Jedem Kind wurden der Wiener Entwicklungstest (WET; Kastner-Koller & Deimann, 2002) mit seinem neu entwickelten Subtest *Rechnen* und dem erweiterten Subtest *Muster Legen* vorgegeben. Weiters wurde zwecks Sammlung von Normierungsdaten der Handpräferenztest (HAPT 4-6; Bruckner, Deimann & Kastner-Koller, in press) vorgegeben.

7.1 Der Wiener Entwicklungstest (WET)

Der Wiener Entwicklungstest (WET) von Kastner-Koller und Deimann (2002) ist ein allgemeines förderdiagnostisches Entwicklungstestverfahren für Kinder im Alter von 3;0 – 5;11 Jahren. Mit diesem Individualtest wird ein breiter Bereich an Fähigkeiten wie die motorische Entwicklung, visuelle Wahrnehmung, Lernen und Gedächtnis sowie die kognitive, sprachliche und emotionale Entwicklung erfasst. Der WET besteht aus 13 Subtests und einem Elternfragebogen, welcher der Erfassung der Selbstständigkeitsentwicklung des Kindes dient. Diese insgesamt 14 Subtests erlauben eine differenzierte Überprüfung der Stärken und Schwächen eines Kindes hinsichtlich folgender Funktionsbereiche:

1) Motorik

- Subtest *Lernbär* zur Erfassung der Feinmotorik
- Subtest *Turnen* zur Erfassung der Grobmotorik

2) Visumotorik/Visuelle Wahrnehmung

- Subtest *Nachzeichnen* zur Erfassung der visumotorischen Koordination, insbesondere der Graphomotorik
- Subtest *Bilderlotto* zur Überprüfung der differenzierten Raum-Lage-Wahrnehmung

3) Lernen und Gedächtnis

- Subtest *Zahlen Merken* zur Erfassung des phonologischen Speichers
- Subtest *Schatzkästchen* zur Überprüfung des visuell-räumlichen Speichers

4) Kognitive Entwicklung

- Subtest *Muster Legen* zur Ermittlung des räumlichen Denkens
- Subtest *Bunte Formen* zur Überprüfung des induktiven Denkens
- Subtest *Gegensätze* zur Erfassung des analogen Denkens
- Subtest *Quiz* zur Ermittlung der Orientierung in der Lebenswelt

5) Sprache

- Subtest *Gegensätze* (Analoges Denken)
- Subtest *Quiz* (Orientierung in der Lebenswelt)
- Subtest *Wörter Erklären* zur Erfassung der sprachlichen Begriffsbildung
- Subtest *Puppenspiel* zur Überprüfung des Verständnisses für grammatikalische Strukturformen

6) Emotionale Entwicklung

- Subtest *Fotoalbum* zur Erfassung der Fähigkeit mimische Gefühlsausdrücke zu verstehen
- *Elternfragebogen* zur Überprüfung der Selbstständigkeitsentwicklung des Kindes

Die Normtabellen des WET sind in Halbjahresintervalle unterteilt. Mit Hilfe der Normtabellen können die Summenscores der einzelnen Subtests in C-Werte mit einem Mittelwert von 5 und einer Standardabweichung von 2 ermittelt werden. Weiters besteht die Möglichkeit einen Gesamtentwicklungsscore zu berechnen, welcher einen Durchschnittswert der Ergebnisse in den einzelnen Subtests darstellt. Dieser kann dann ebenfalls in einen C-Wert umgewandelt werden. C-Werte zwischen 4 und 6 weisen auf eine normale Entwicklung hin. Von einer guten Entwicklung spricht man wenn die Werte zwischen 7 und 8 liegen, sind die Werte zwischen 9 und 10 angesiedelt so ist dies ein Hinweis auf einen deutlichen Entwicklungsfortschritt gegenüber gleichaltrigen Kindern. C-Werte von 2 und 3 bedeuten einen Förderbedarf und Werte unter 2 weisen auf einen massiven Entwicklungsrückstand hin.

Da das Testmaterial einen hohen Aufforderungscharakter besitzt (vgl. Abbildung 11) und die Testsituation spielerisch gestaltet wird, haben die Kinder bei der Bearbeitung der Aufgaben erfahrungsgemäß viel Spaß. Weiters wurde das Material dahingehend

konstruiert, dass es an Erfahrungen anknüpft, die dem Kind mit großer Wahrscheinlichkeit bereits widerfahren sind.



Abbildung 11: Material des WET

7.1.1 Subtest *Rechnen* als Erweiterung des WET

Decker (2004), Tratsch (2003) und Hirschmann (2004) entwickelten für den Wiener Entwicklungstest den Subtest *Rechnen*, welcher eine Erweiterung des WET darstellt und der Erfassung mathematischer Fähigkeiten von Kindern im Alter von 3 bis 6 Jahren dient.

Der Subtest *Rechnen* besteht aus insgesamt 28 Items, wobei es für 3-, 4- und 5-jährige Kinder einen altersadäquaten Einstieg gibt. Pro Altersgruppe gibt es 11 altersadäquate Items, welche dem Kind der Reihe nach vorgegeben werden. Da in der vorliegenden Untersuchung nur Kinder im Alter von 4;0 bis 5;11 Jahren getestet wurden, werden hier die Aufgabenbereiche für die betreffenden Altersgruppen genannt. Vierjährige Kinder bekommen Aufgaben vorgegeben, welche die Bereiche Mengenvergleich, Zahlenvergleich und Mengenbegriff umfassen. Bei den Fünfjährigen umfassen die Items Themenbereiche wie Zahlenvergleich und Mengenbegriff, Zählen und Rechenfertigkeit. Im Bereich Mengenvergleich geht es darum, dass die Kinder beispielsweise die Anzahl der Käfer von zwei Käferfamilien miteinander vergleichen können und herausfinden in welchen beiden Familien gleich viele Käfer sind. Beim Zahlenvergleich und Mengenbegriff besteht unter anderen die Aufgabe darin, dass sich das Kind genau so viele Schmetterlinge nimmt wie der Testleiter Käfer hat. Um das Zählen zu überprüfen werden die Kinder aufgefordert eine Reihe von vorgelegten Käfern vor- und rückwärts abzuzählen. Aufgaben zu Rechenoperationen werden teilweise ohne Material vorgegeben, ein Item lautet: Stell dir einmal vor, auf einer Blume spielen zwei Schmetterlinge. Vier Schmetterlinge kommen dazu. Wie viele spielen jetzt miteinander?“.

Als Material dienen Bildkarten mit abgebildeten Käfern, sowie zahlreiche flache, bunte und aus Moosgummi gefertigte Käfer, Schmetterlinge und Blumen als auch zwei große gelbe aus Moosgummischeiben bestehende „Blumen“ (vgl. Abbildung 12). Die Aufgaben sind kindgerecht formuliert und das Material hat einen hohen Aufforderungscharakter.

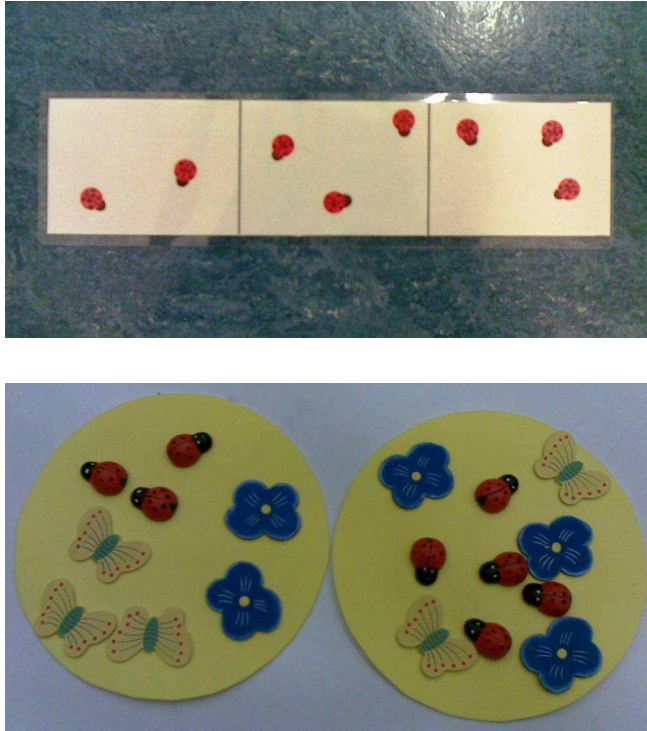


Abbildung 12: Material zum Subtest Rechnen aus dem WET

7.1.2 Subtest *Muster Legen Neu* aus dem WET

Der Subtest *Muster Legen* des Wiener Entwicklungstests, welcher das räumliche Denken als wesentliche Komponente der kognitiven Entwicklung erfasst, war in der bisherigen Version des WET nur bei 3- und 4-jährigen Kindern einsetzbar. Außerdem zeigten sich aufgrund der leichten Lösbarkeit der vorhandenen Items Deckeneffekte. Um die Vorgabe des *Muster Legens* auch bei den Fünfjährigen zu ermöglichen, überarbeitete und ergänzte Vakaj (2001) den ursprünglichen Itempool von 10 auf insgesamt 17 Aufgaben. Für die Durchführung gibt es altersabhängige Einstiege nach Ganzjahresschritten für 3-, 4- und 5-jährige Kinder.

Jöbstl (2004) kam in ihrer Untersuchung im Rahmen ihrer Diplomarbeit zu dem Schluss, dass eine anschauliche Vorgabe der Items einer bildlichen Vorgabe vorzuziehen ist. Somit werden die Items dem Kind anschaulich vorgegeben, d. h. der Versuchsleiter legt dem Kind das jeweilige Muster mit Steinen vor, wobei das Kind den Akt des Bauens jedoch nicht sehen soll.

Das Testmaterial besteht aus insgesamt 36 quadratischen Holzplättchen („Steine“). 18 Steine sind auf einer Seite weiß und auf der anderen Seite blau bemalt. Weitere 18 Steine sind durch eine Diagonale in eine blaue und weiße Hälfte geteilt (vgl. Abbildung 13).

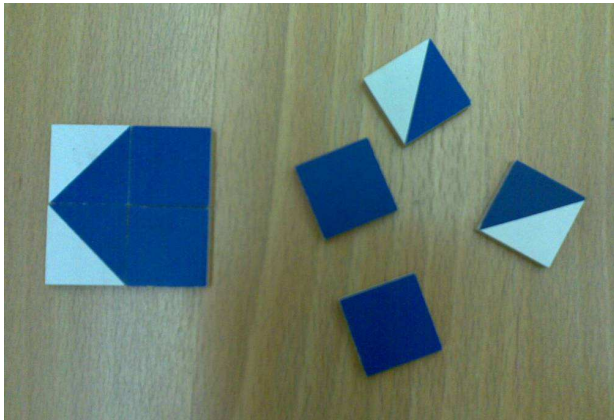


Abbildung 13: Material zum Subtest Muster Legen aus dem WET

7.2 Handpräferenztest (HAPT 4-6; Bruckner, Deimann & Kastner-Koller, in press)

Beim Handpräferenztest handelt es sich um einen Individualtest, welcher zur Erfassung der Handedominanz bei 4- bis 6-jährigen Kindern dient. Der HAPT besteht aus 14 verschiedenen Tätigkeiten, die in unterschiedlicher Reihenfolge jeweils dreimal auszuführen sind. Auszuführende Tätigkeiten sind beispielsweise „Ball werfen“, „Winken“, „Stempeln“ oder „Würfeln“, die Anweisungen erfolgen dabei über Kassette und sind kindgerecht in Form einer Schatzsuche gestaltet.

Für jedes Kind kann ein Summenscore berechnet werden, welcher Auskunft über die Handedominanz gibt, wobei Werte im Minusbereich auf eine Dominanz der linken Hand hindeuten, Werte im Plusbereich dagegen auf eine Dominanz der rechten Hand. Der Handpräferenztest ermöglicht somit eine Unterscheidung in Linkshänder (Werte von -42 bis -15), Beidhänder (Werte von -14 bis +14) und Rechtshänder (Werte von +15 bis +42).

8 Stichprobenbeschreibung

An der Untersuchung nahmen insgesamt 80 Kindergartenkinder im Alter von 4;0 bis 5;11 Jahren teil. In der viermonatigen Erhebungsphase wurden 80 Kinder mit dem WET, dem in Entwicklung befindlichen Subtest *Rechnen* und dem überarbeiteten und erweiterten Subtest *Muster Legen* aus dem WET getestet. Aufgrund der Sammlung von Normierungsdaten wurde zusätzlich der Handpräferenztest für 4- bis 6 Jährige 80 Kindern vorgegeben.

8.1 Alter, Geschlecht und Händigkeit

Die Stichprobe bestand aus 40 Mädchen und 40 Jungen im Alter zwischen 4;0 – 5;11 Jahren. In jede der vier Altersgruppen fallen 10 Kinder. Das Geschlechterverhältnis ist ausgewogen. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Aufteilung der Geschlechter in den Altersgruppen.

Tabelle 1: Aufteilung der Kinder nach Geschlecht und Altersgruppe

		Altersgruppe				Gesamt
		4,0 - 4,5	4,6 - 4,11	5,0 - 5,5	5,6 - 5,11	4,0 – 5,11
Geschlecht	männlich	10	10	10	10	40
	weiblich	10	10	10	10	40
	Gesamt	20	20	20	20	80

Die Stichprobe, welcher der Handpräferenztest vorgegeben wurde, ist ident mit der, welcher auch der WET vorgegeben wurde, und bestand ebenso aus 40 Mädchen und 40 Jungen im Alter zwischen 4;0 bis 5;11 Jahren. Davon sind laut dem Urteil der Eltern 8 Kinder (10%) LinkshänderInnen und 68 Kinder (85%) RechtshänderInnen. Ein Elternteil gab Beidhändigkeit des Kindes an und bei 3 Kindern war die Angabe der Eltern bezüglich der Händigkeit unklar. Tabelle 2 zeigt die Aufteilung der Rechts- und LinkshänderInnen auf die Altersgruppen der 4;0 bis 5;11 Jährigen. Insgesamt befanden sich in der Gruppe der LinkshänderInnen 3 Mädchen und 5 Jungen.

Tabelle 2: Aufteilung der Rechts- und LinkshänderInnen auf die Altersgruppen laut Elternurteil

		Altersgruppe				Gesamt
		4,0 - 4,5	4,6 - 4,11	5,0 - 5,5	5,6 - 5,11	4,0 – 5,11
Händigkeit des Kindes	LinkshänderInnen	0	2	3	3	8
	beidhändig	0	0	0	1	1
	RechtshänderInnen	19	17	17	15	68
	unklar	1	1	0	1	3
	Gesamt	20	20	20	20	80

8.2 Kindergärten

Die Datenerhebung fand in acht verschiedenen niederösterreichischen Kindergärten statt, welche sich in den Bezirken Baden, Gänserndorf und Mistelbach befinden. Die Hälfte aller Kinder (50%) wurde in Kindergärten im Bezirk Baden getestet. In den Kindergärten standen jeweils Räume zur Verfügung, welche kindgerecht möbliert waren und eine ungestörte Kommunikation mit dem Kind ermöglichten.

Über die retournierten Elternfragebögen, bei welchen sich die Rücklaufquote auf 100% belief, wurde unter anderem erhoben, ob die Kinder den Kindergarten ganz- oder halbtags besuchten. Die Mehrheit der Kinder (61,3%) besucht den Kindergarten halbtags, 28 Kinder (35%) besuchen den Kindergarten ganztags. Bei drei Kindern (3,8%) machten die Eltern diesbezüglich keine Angabe (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Halbtags- oder Ganztagsbesuch des Kindergartens

	Häufigkeit	Prozent
halbtags KG	49	61,3
ganztags KG	28	35,0
Gesamt	77	96,3
Fehlend	3	3,8
Gesamt	80	100,0

Des Weiteren wurde erhoben seit wann die Kinder in den Kindergarten gehen. Die Mehrheit der Kinder (45%) besucht den Kindergarten seit dem Jahr 2006. 25 Kinder besuchen den Kindergarten seit 2007. 10 Kinder besuchen den Kindergarten bereits seit

dem Jahr 2005 und 6,3% der Kinder seit 2003 und 2004. 2 Kinder besuchen den Kindergarten erst seit dem Jahr 2008. 2 Eltern machten keine Angaben zur Zeitdauer des Kindergartenbesuchs (siehe Tab. 4).

Tabelle 4: Zeitdauer des Kindergartenbesuchs

	Häufigkeit	Prozent
KG seit 2003	2	2,5
KG seit 2004	3	3,8
KG seit 2005	10	12,5
KG seit 2006	36	45
KG seit 2007	25	31,3
KG seit 2008	2	2,5
Fehlende Angabe	2	2,5

8.3 Soziodemographische Daten

Sofern eine Angabe darüber gemacht wurde (in 77 von 80 Fällen) leben alle Kinder mit ihren Müttern im selben Haushalt. 71 von 80 Kinder (88,8%) wohnen mit ihren Vätern zusammen.

Die Anzahl der Geschwister der getesteten Kinder lag zwischen null und vier. Dabei hatten 50 Kinder (63%) ein Geschwister, 19 Kinder (24%) waren Einzelkinder, der Rest hatte mehrere Geschwister (s. auch Abb. 14). Im Mittel lag die Geschwisteranzahl bei einem Kind.

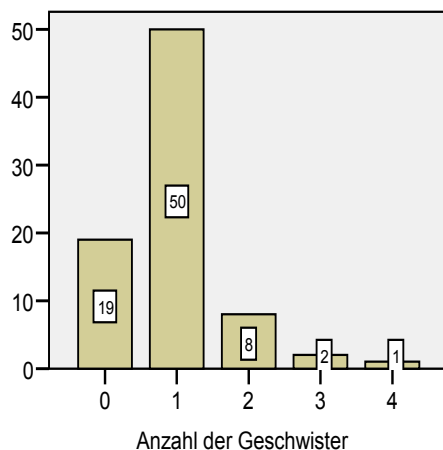


Abbildung 14: Anzahl der Geschwister

Das Alter der Mütter liegt zwischen 23 und 47 Jahren und beträgt im Durchschnitt 34 Jahre. Der Mittelwert des Alters der Väter beträgt 37 Jahre, wobei der jüngste Vater 25 und der älteste 54 Jahre alt ist.

In Anlehnung an die Einteilung von Kastner-Koller und Deimann (2002) wurden die Berufe der Eltern folgenden Kategorien zugeteilt:

1. Kategorie: Selbstständige/freie Berufe
2. Kategorie: Angestellte/Beamte, hochqualifizierte, leitende Tätigkeit
3. Kategorie: Angestellte/Beamte, mittlere Tätigkeit, Facharbeiter
4. Kategorie: Angestellte/Beamte, einfache Tätigkeit, Hilfstätigkeit, angelernte Arbeiter, Hilfsarbeiter
5. Kategorie: in Ausbildung/Arbeitslos/Pension/Karenz/Hausfrau
6. Kategorie: keine Angabe

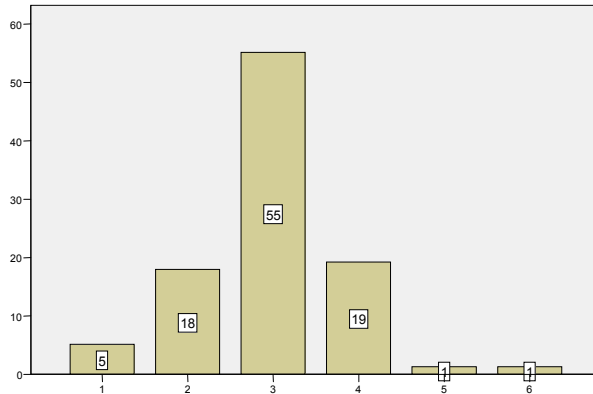


Abbildung 15: Berufe der Väter

Abbildung 15 gibt einen Überblick über die Berufe der Väter aufgeteilt in die obigen Kategorien – in Prozentangaben. Die meisten Väter (55%) arbeiten als Angestellte/Beamte mit mittlerer Tätigkeit oder als Facharbeiter. 19% sind Angestellte/Beamte, welche einfache oder Hilfstätigkeiten ausführen und 18% haben eine hochqualifizierte Tätigkeit inne. 5% der Väter sind selbstständig bzw. befinden sich in freien Berufen. 1% der Väter sind bereits in Pension und 1% der Väter machten keine Angabe zu ihrem Beruf.

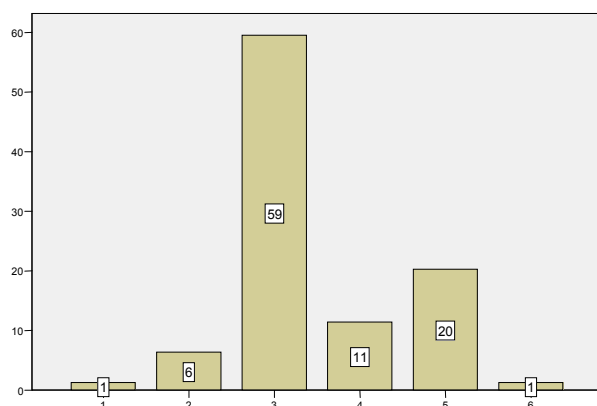


Abbildung 16: Berufe der Mütter

Abbildung 16 zeigt die Berufe der Mütter in Prozent aufgeteilt auf die sechs Kategorien. Etwas mehr Mütter (59%) als Väter arbeiten als Angestellte oder Beamte, welche mittlere Tätigkeiten ausführen. Deutlich mehr Mütter (20%) befinden sich in Ausbildung, Pension, Karenz oder sind Hausfrau. Halb so viele Mütter (11%) als Väter wurden der Kategorie der einfachen Tätigkeit zugeordnet. Hochqualifizierte Tätigkeiten werden von zwei Drittel weniger von Müttern (6%) als Vätern ausgeführt. Ebenso wurden deutlich weniger Mütter (1%) der Kategorie der Selbstständigkeit und freien Berufen zugeordnet. Gleich viele Mütter (1%) wie Väter machten über ihren Beruf keine Angabe.

Neun der 80 getesteten Kinder (11,3%) haben eine andere Muttersprache als die Deutsche. Tabelle 5 zeigt die Aufteilung der Kinder auf die Sprachen Deutsch, Russisch, Bosnisch-Kroatisch-Serbisch und Sonstige.

Tabelle 5: Muttersprache des Kindes

	Häufigkeit	Prozent
deutsch	71	88,8
russisch	1	1,3
BKS (Bosnisch Kroatisch Serbisch)	6	7,5
sonstige	2	2,5
Gesamt	80	100,0

8.4 Allgemeine Entwicklung

8.4.1 Gesamtleistung im WET

Der Gesamtentwicklungsscore des Wiener Entwicklungstests ist ein Maß für die Gesamtentwicklung des Kindes und ermöglicht somit einen Überblick über die Gesamtleistung im WET. Abbildung 17 zeigt die Häufigkeitsverteilung des Gesamtentwicklungsscores.

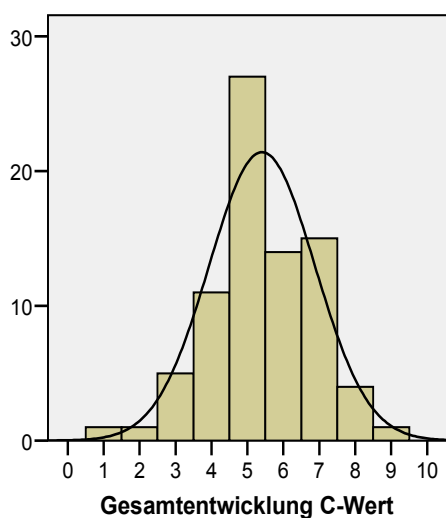


Abbildung 17: Gesamtentwicklungsscore (C-Werte)

Eine Überprüfung der Verteilung erfolgte mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test, dabei ergab sich, dass die C-Werte des Gesamtentwicklungsscores signifikant von einer Normalverteilung ($Z = 0,178$; $p = 0,000$) abweichen. Sowohl der mittlere Wert als auch der Modalwert, welcher als Maß für den am häufigsten auftretenden Wert dient, liegen bei 5.

8.4.2 Entwicklungsprofil im WET

In Tabelle 6 sieht man Mittelwert, Standardabweichung, Minimum und Maximum der 13 Subtests des WET bezogen auf die Gesamtstichprobe ($N = 80$).

Tabelle 6: C-Werte der Gesamtstichprobe im WET

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	SD
Turnen	79 ^a	3	7	5,19	,907
Lernbär	80	3	8	5,75	1,000
Nachzeichnen	80	0	10	4,68	1,565
Bilderlotto	80	2	10	5,90	1,596

Schatzkästchen	80	0	10	5,40	1,985
Zahlen merken	80	1	10	4,65	1,692
Bunte Formen	80	1	9	5,29	1,877
Gegensätze	80	0	9	5,45	2,043
Quiz	80	2	10	5,60	1,790
Wörter erklären	80	4	9	6,00	1,341
Puppenspiel	80	2	9	4,50	1,484
Fotoalbum	80	1	10	5,11	1,750
Elternfragebogen	73 ^b	2	10	5,49	2,062

a Das N in diesem Subtest reduziert sich auf 79, da ein Kind aufgrund einer Verletzung am Bein nicht imstande war diesen mitzumachen.

b Das N in diesem Subtest verringert sich auf 73, da von 7 Elternteilen die Items des Elternfragebogens nicht komplett ausgefüllt wurden und somit nicht ausgewertet werden konnten.

C-Werte von 4 bis 6 stehen für eine normale Entwicklung des Kindes im entsprechenden Fähigkeitsbereich.

Minimum und Maximum in Tabelle 5 zeigen, dass es in der Stichprobe sowohl weit überdurchschnittliche, als auch weit unterdurchschnittliche Leistungen in den verschiedenen Bereichen gibt. Da die Mittelwerte durchwegs zwischen 4 und 6 liegen, weist die Stichprobe in sämtlichen Bereichen einen normalen Entwicklungsstand auf.

Da für die beiden Skalen *Muster Legen* und *Rechnen* noch keine Normierung vorhanden ist, werden die folgenden Werte in Rohscores angegeben, welche sich aus der Anzahl gelöster Items ergeben. In Tabelle 7 finden sich die wichtigsten Werte zum Subtest *Muster Legen* und zum Subtest *Rechnen*.

Tabelle 7: Rohwerte Muster Legen und Rechnen

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	SD
Muster Legen Rohwert	80	0	10	5,16	2,712
Rechnen Rohwert	80	1	11	6,96	2,970

Der Subtest *Muster Legen* beinhaltet pro Altersgruppe 10 Items. Der durchschnittliche Rohwert beträgt hier 5.16 gelöste Items mit einer Standardabweichung von 2,712.

Der Subtest *Rechnen* besteht pro Altersgruppe aus 11 Items. Im Durchschnitt lösten die Kinder 6.96 Items bei einer Standardabweichung von 2,97.

Die Verteilung der Häufigkeiten der Summenwerte über die gesamte Stichprobe sind in Abbildung 18 und 19 dargestellt.

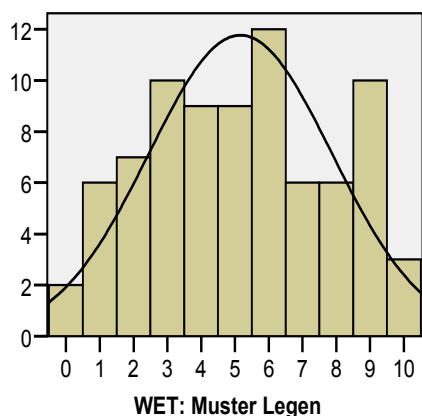


Abbildung 18: Rohwerte im Subtest *Muster Legen*

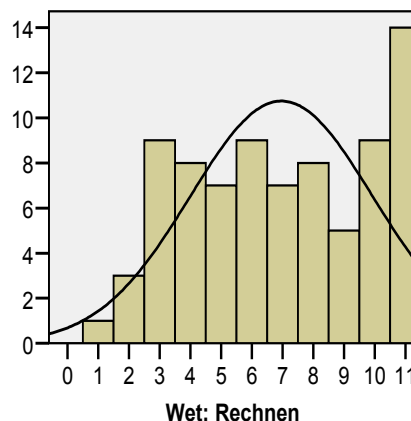


Abbildung 19: Rohwerte im Subtest *Rechnen*

Der Rohwert des Subtests *Muster Legen* des WET erwies sich nach einer Überprüfung mittels Kolmogorov-Smirnov-Test für alle nach Halbjahresschritten getrennten Gruppen als normalverteilt. Bis auf die Altersgruppe der 4;6 bis 4;11-Jährigen zeigt sich auch der Rohwert des Subtests *Rechnen* für die restlichen nach Halbjahresschritten getrennten Altersgruppen als normalverteilt (Vgl. Tabelle 8).

Tabelle 8 : Überprüfung der Normalverteilung der Subtests *Muster Legen* und *Rechnen* über die Altersgruppen

	Altersgruppe	Kolomogorov-Smirnov-Z	Signifikanz
Muster Legen	4;0 bis 4;5 Jahre	0,171	0,126
	4;6 bis 4;11 Jahre	0,194	0,048
	5;0 bis 5;5 Jahre	0,221	0,011
	5;6 bis 5;11 Jahre	0,159	0,200
Rechnen	4;0 bis 4;5 Jahre	0,165	0,157
	4;6 bis 4;11 Jahre	0,247	0,002
	5;0 bis 5;5 Jahre	0,105	0,200
	5;6 bis 5;11 Jahre	0,176	0,107

8.5 Leistungsunterschiede zwischen Untergruppen der Stichprobe

Um die Stichprobe bezüglich ihrer Repräsentativität näher zu beschreiben, wurden zwischen verschiedenen Untergruppen Unterschiede in einer Zahl von Variablen berechnet. Die untersuchten Variablen umfassen die Ergebnisse des WET hinsichtlich seiner Subtests,

seines Gesamtentwicklungsscores, seines neuen Subtests *Rechnen* sowie seiner erweiterten Skala *Muster Legen*. Da diese Variablen alle Intervallskalenniveau besitzen, wurde jede Untergruppe mittels Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung überprüft. War diese nicht in allen Untergruppen gegeben, wurden parameterfreie Verfahren zur Berechnung von Mittelwertunterschieden herangezogen. Als Signifikanzniveau wurde – wie in der gesamten Arbeit – ein Alpha von 0,01 gewählt.

8.5.1 Ganztägiger vs. halbtägiger Kindergartenbesuch

Wie bereits in 4.2 erwähnt wurde mittels Elternfragebogen erhoben, ob die Kinder den Kindergarten ganz- oder halbtags besuchen. Bei drei Kindern wurde diese Frage von den Eltern nicht beantwortet, diese wurden in den folgenden Berechnungen nicht berücksichtigt. Im Subtest *Bunte Formen* zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen (siehe Tabelle 9). Für alle anderen getesteten Variablen (s. Kap. 4.5) erwiesen sich die Unterschiede als nicht signifikant.

Tabelle 9: Signifikante Unterschiede zwischen Kindern, die den Kindergarten halbtags bzw. ganztags besuchten

Subtest	halbtags	ganztags	U-Test
Bunte Formen	Md = 5 (Z = 0,14; p = 0,014)	Md = 6 (Z = 0,144; p = 0,144)	U = 392,50 p = 0,002

Im Subtest *Bunte Formen* erzielten die Kinder, die den Kindergarten ganztags besuchten, bessere Ergebnisse als die Kinder, welche den Kindergarten nur halbtags besuchten.

8.5.2 Kinder mit deutscher Muttersprache vs. Kinder mit nicht deutscher Muttersprache

Wie bereits in Kapitel 4.3 beschrieben, haben 11,3% der getesteten Kinder eine andere Muttersprache als die Deutsche.

In zwei Subtests und dem Gesamtentwicklungsscore zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. In den beiden Subtests welche im WET dem Funktionsbereich Sprache zuzuordnen sind, erzielten jene Kinder mit deutscher Muttersprache bessere Ergebnisse als Kinder mit einer anderen Muttersprache als der Deutschen. Diese Ergebnisse führten folglich zu einem niedrigeren Gesamtentwicklungsscore bei Kindern mit nichtdeutscher Muttersprache (siehe Tab. 10). Bei allen anderen getesteten Variablen erwiesen sich die Unterschiede als nicht signifikant.

Tabelle 10: Kinder mit deutscher Muttersprache vs. Kinder mit nichtdeutscher Muttersprache

Subtest	Deutsch	Nicht Deutsch	U-Test
Wörter Erklären	Md = 6 (Z = 0,18; p = 0,000)	Md = 4 (Z = 0,330; p = 0,010)	U = 113,00 p = 0,004
Gegensätze	Md = 6 (Z = 0,23; p = 0,000)	Md = 3,50 (Z = 0,287; p = 0,051)	U = 103,00 p = 0,003
Gesamtentwicklung	Md = 5 (Z = 0,16; p = 0,000)	Md = 4,50 (Z = 0,281; p = 0,062)	U = 123,00 p = 0,008

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die soziodemographischen Daten der erhobenen Stichprobe mit den Erwartungen einer durchschnittlichen österreichischen Stichprobe gut übereinstimmen. Weiters liegen die Leistungen der Stichprobe im Mittel um die zu erwartenden Werte. Zwischen den Untergruppen der Stichprobe waren jedoch Unterschiede bezüglich der Leistungen zu beobachten, so zeigte sich, dass Kinder die den Kindergarten ganztags besuchen höhere Leistungen erzielen als Kinder die den Kindergarten halbtags besuchen. Weiters war ein Unterschied bezüglich der Muttersprache des Kindes zu beobachten, Kinder mit nichtdeutscher Muttersprache erbrachten in zwei sprachlichen Untertests niedrigere Werte als Kinder mit deutscher Muttersprache.

9 Analysen zum Subtest Rechnen

Die Normalverteilungsprüfung durch den Kolmogorov-Smirnov-Test ergab für Jungen und Mädchen getrennt in den Altersgruppen 4;0 bis 4;5 Jahre ($N = 10$), 4;6 bis 4;11 Jahre ($N = 10$), 5;0 bis 5;5 Jahre ($N = 10$) und 5;6 bis 5;11 Jahre ($N = 10$) eine Normalverteilung. Die Ergebnisse sind im Anhang zu finden.

Aufgrund gegebener Normalverteilung in allen Gruppen sowie gegebener Homogenität der Varianzen ($F = 2,295$, $p = 0,036$) wurde zur Überprüfung der Signifikanz von Geschlechtsunterschieden in Abhängigkeit von der Altersgruppe eine zweifache Varianzanalyse berechnet. Die beiden unabhängigen Variablen stellen das Geschlecht sowie das Alter der Kinder dar und die abhängige Variable die Rohwerte im Subtest *Rechnen*. Rein deskriptiv zeigt sich in den Altersgruppen der 4;0 bis 4;5 Jährigen, 4;6 bis 4;11 Jährigen und 5;0 bis 5;5 Jährigen eine leichte Überlegenheit der Jungen. In der Altersgruppe der 5;6 bis 5;11 Jährigen zeigt sich auf rein deskriptivem Niveau eine minimale Überlegenheit der Mädchen (vgl. Tab. 11).

Tabelle 11: Mittelwerte der Jungen und Mädchen über die vier Altersgruppen

Geschlecht des Kindes	Altersgruppe	Mittelwert	Standardabweichung	N
männlich	4,0 - 4,5	7,00	3,333	10
	4,6 - 4,11	10,00	1,247	10
	5,0 - 5,5	6,10	2,961	10
	5,6 - 5,11	5,80	2,741	10
	Gesamt	7,23	3,084	40
weiblich	4,0 - 4,5	5,70	3,020	10
	4,6 - 4,11	9,70	1,337	10
	5,0 - 5,5	5,50	2,461	10
	5,6 - 5,11	5,90	2,283	10
	Gesamt	6,70	2,866	40
Gesamt	4,0 - 4,5	6,35	3,167	20
	4,6 - 4,11	9,85	1,268	20
	5,0 - 5,5	5,80	2,668	20
	5,6 - 5,11	5,85	2,455	20
	Gesamt	6,96	2,970	80

In Tabelle 12 sind die Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse dargestellt. Die Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen erweisen sich als nicht signifikant ($F = 0,863$, $df = 1$, $p = 0,356$). Zwischen den Altersgruppen gibt es signifikante Unterschiede in den Leistungen ($F = 11,791$, $df = 3$, $p = 0,000$). Wechselwirkungen zwischen Geschlecht und Alter bezüglich der Rechenfähigkeit erweisen sich als nicht signifikant ($F = 0,273$, $df = 3$, $p = 0,845$).

Tabelle 12: Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse

Quelle	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz p
Geschlecht	5,513	1	5,513	,863	,356
Altersgruppe	226,038	3	75,346	11,791	,000
Geschlecht * Altersgruppe	5,238	3	1,746	,273	,845

In Tabelle 13 sind die Ergebnisse des Post-hoc-Tests bezüglich der Altersunterschiede dargestellt.

Tabelle 13: Ergebnisse des Tukey-HSD-Tests

Altersgruppen	N	Untergruppe für Alpha = 0,01	
		1	2
5;0 bis 5;5 Jahre	20	5,80	
5;6 bis 5;11 Jahre	20	5,85	
4;0 bis 4;5 Jahre	20	6,35	
4;6 bis 4;11 Jahre	20		9,85
Signifikanz		,901	1,000

Der Tukey-HSD-Test zeigt zwei homogene Untergruppen wobei sich jeder Wert signifikant von den Werten unterscheidet mit denen er nicht in einer gemeinsamen Untergruppe ist. In Tabelle 15 stehen die Mittelwerte für die in homogenen Untergruppen befindlichen Gruppen, d.h. hohe Werte bedeuten viele gelöste Items während niedrige Werte wenig gelöste Items bedeuten. Die Leistungen der Altersgruppen 5;0 bis 5;5 Jahre, 5;6 bis 5;11 Jahre und 4;0 bis 4;5 Jahre unterscheiden sich signifikant von den Leistungen der Altersgruppe der 4;6 bis 4;11 Jährigen, diese erzielten mit einem Mittelwert von 9,85 signifikant höhere Leistungen als die restlichen drei Altersgruppen.

Die signifikant besseren Leistungen der Altersgruppe der 4;6 bis 4;11 jährigen Kinder lassen mit ihren sehr hohen Mittelwerten und sehr kleinen Standardabweichungen bzw. Varianzen (siehe Tab. 13) einen Deckeneffekt in dieser Altersgruppe vermuten. Bei einem

Deckeneffekt können die Varianzen nicht ausreichend streuen, was daraus resultiert, dass die Items zu leicht zu lösen sind und das Verfahren für Kinder dieser Altersgruppe im oberen Bereich des Leistungsspektrums nur eingeschränkte Differenzierungsfähigkeit besitzt.

Einen Blick auf das nicht signifikante Verhältnis von Geschlechtsunterschieden in Abhängigkeit der Altersgruppen gibt der Interaktionsgraph in Abbildung 20, welcher zeigt, dass die Geschlechtsunterschiede über die Altersgruppen hinweg ähnlich verlaufen.

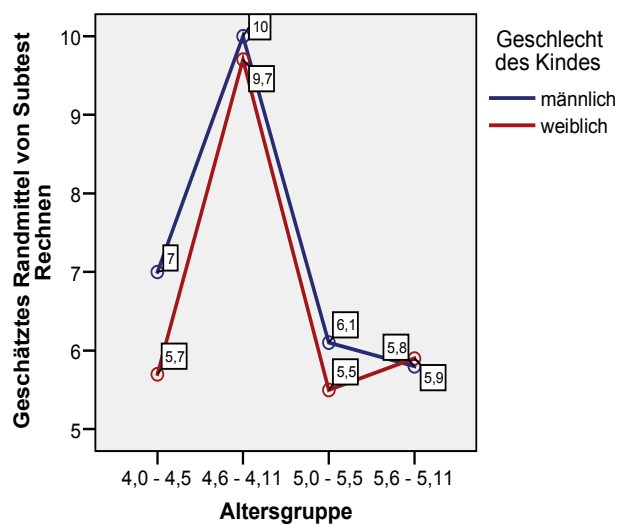


Abbildung 20: Alters- und Geschlechtsunterschiede (Totalrohscore der Subskala *Rechnen* des WET)

10 Diskussion

Der Ausgangspunkt der vorliegenden Arbeit war die Sammlung von Normierungsdaten für die dritte Auflage des Wiener Entwicklungstests (WET; Kastner-Koller & Deimann, 2002) mit dem neu entwickelten Subtest *Rechnen* und dem modifizierten Subtest *Muster Legen*, wodurch eine Erweiterung des WET erzielt werden soll. Die Normierungsstichprobe setzte sich aus insgesamt 80 niederösterreichischen Kindern im Alter von 4;0 bis 5;11 Jahren zusammen, wobei das Geschlechterverhältnis ausgewogen war.

Die vorliegende Arbeit geht der zentralen Frage nach, ob Unterschiede zwischen den Geschlechtern in der Rechenfertigkeit, also in der Skala *Rechnen* des WET, bei 4- bis 6-jährigen Kindern existieren. Weiters interessiert, ob sich ein Alterstrend in der Skala *Rechnen* des WET abzeichnet sowie, ob Geschlechtsunterschiede in Abhängigkeit des Alters festzustellen sind.

Weiters diente die Stichprobe der Sammlung von Normierungsdaten für den neu konstruierten Handpräferenztest (HAPT 4-6; Bruckner et al., in press). Die Normierungsstichprobe setzte sich auch hier aus 80 niederösterreichischen Kindern im Alter von 4;0 bis 5;11 Jahren zusammen, wobei laut dem Urteil der Eltern 10% der Kinder LinkshänderInnen sind. Da bisher nur wenige Normierungsdaten vorhanden sind, bestand hier dringender Bedarf.

In Hinblick auf die Stichprobenzusammensetzung lässt sich sagen, dass diese in Bezug auf die soziodemographischen Daten (Anzahl der Geschwister, Alter der Eltern, Beruf der Eltern), welche mittels Elternfragebogen aus dem WET erhoben wurden, gut mit einer durchschnittlichen österreichischen Stichprobe übereinstimmte. Weiters lagen die Leistungen der Kinder im Mittel um die zu erwartenden Werte.

Aufgrund von begrenzten finanziellen und zeitlichen Ressourcen war die Durchführung der Untersuchung nur an einer mittelmäßig großen Stichprobe im Umfang von $N = 80$ möglich. Die Stichprobe bestand aus 40 Mädchen und 40 Jungen. Die Kinder wurden dem Geschlecht nach auf folgende vier Altersgruppen 4;0 bis 4;5 Jahre, 4;6 bis 4;11 Jahre, 5;0 bis 5;5 Jahre und 5;6 bis 5;11 Jahre aufgeteilt, somit fallen in jede der vier Altersgruppen $N = 10$ Kinder.

Wie in zahlreichen vorhergehenden Untersuchungen von Geschlechtsunterschieden in Verfahren zu mathematischen Kompetenzen von Kindergartenkindern (Aunola et al., 2004; Friedrich & Munz, 2006; Geary, 1994; Lachance & Mazzocco, 2006; Lummis &

Stevenson, 1990; Van de Rijt et al., 2000; Weinhold Zulauf et al., 2003), wurden erwartungsgemäß keine signifikanten Leistungsunterschiede zwischen den Geschlechtern im Subtest *Rechnen* gefunden. Dieses Ergebnis von nichtsignifikanten Geschlechtsunterschieden im Kindergartenalter steht allerdings im Gegensatz zu den Ergebnissen anderer Untersuchungen, welche Geschlechtsunterschiede sowohl zugunsten der Mädchen (Van de Rijt & Van Luit, 1999) als auch zugunsten der Jungen (Stern, 1998b; Ehlert, 2007) feststellten.

Rein deskriptiv zeigte sich in den Altersgruppen der 4;0 bis 4;5 Jährigen, 4;6 bis 4;11 Jährigen und 5;0 bis 5;5 Jährigen eine leichte Überlegenheit der Jungen. In der Altersgruppe der 5;6 bis 5;11 Jährigen zeigte sich ebenfalls auf rein deskriptivem Niveau eine minimale Überlegenheit der Mädchen.

Weinhold Zulauf et al. (2003) berichteten von Leistungssteigerungen bezüglich der Rechenfähigkeit mit zunehmenden Alter der Kinder, wobei besonders das Vorschuljahr eine sensitive Periode für die Entwicklung mathematischer Fähigkeiten darstellt und in diesem Jahr eine Zunahme an rechnerischen Kompetenzen stattfindet. Diese Annahme einer stetigen Zunahme der mathematischen Fähigkeiten mit steigendem Alter konnte in der vorliegenden Untersuchung bestätigt werden. Wobei anzumerken ist, dass in der Altersgruppe der 4;6 bis 4;11 jährigen Kinder mit ihren übermäßig hohen Mittelwerten und sehr kleinen Standardabweichungen ein Deckeneffekt festzustellen war. Bei einem Deckeneffekt können die Varianzen nicht ausreichend streuen, was daraus resultiert, dass die Items zu leicht zu lösen sind und das Verfahren für Kinder dieser Altersgruppe im oberen Bereich des Leistungsspektrums nur eingeschränkte Differenzierungsfähigkeit besitzt.

In der Studie von Weinhold Zulauf et al. (2003) stellte sich heraus, dass bei jüngeren Kindern noch keine, bei älteren Kindern aber signifikante Geschlechtsunterschiede in der Leistung bezüglich der Rechenfähigkeit zugunsten der Knaben bestehen. Dieses Ergebnis kann von der vorliegenden Untersuchung, in welcher die Geschlechtsunterschiede über die Altersgruppen hinweg ähnlich verliefen, nicht gestützt werden.

Die geringe Stichprobengröße (N=80) ist kritisch zu betrachten. Die Aufteilung der Jungen und Mädchen auf die vier Altersgruppen reduziert die Anzahl auf N=10 Kinder pro Altersgruppe. Durch den geringen Stichprobenumfang kann die Teststärke der angewendeten Verfahren beeinträchtigt werden. In kleinen Stichproben müssen die Unterschiede zwischen den Gruppen deutlich stärker ausgeprägt sein um ein signifikantes

Ergebnis zu erhalten. Einzelne Ausreißer wiederum verursachen in derartig kleinen Teilstichproben große Verzerrungen. Aufgrund von ökonomischen Überlegungen musste auf eine umfassendere Erhebung im Rahmen dieser Untersuchung verzichtet werden. Um den Geltungsbereich der getroffenen Aussagen auszuweiten wären weitere Studien mit einer größeren Anzahl an Kindern in den Teilstichproben zu empfehlen. Zudem wären Längsschnittstudien wünschenswert, um die Entwicklung der mathematischen Fähigkeiten der beiden Geschlechter hinsichtlich ihrer Stabilität zu verfolgen. Abschließend zeigt sich aufgrund des Deckeneffekts in der Altersgruppe der 4;6 bis 4;11-jährigen Kinder ein Bedarf an einer Überprüfung der Lösungswahrscheinlichkeit der Aufgaben in dieser Altersgruppe.

Im Zuge dieser Untersuchung konnten Daten gesammelt werden, die einen Beitrag zur Normierung der beiden Subtests *Rechen* und *Muster Legen* des Wiener Entwicklungstests darstellen sowie einen Beitrag zur Normierung des Handpräferenztests leisten. Auch die Frage nach Geschlechts- sowie Altersunterschieden im Subtest *Rechnen* konnte im Rahmen dieser Studie erwartungskonform beantwortet werden. Zu bedenken ist jedoch, dass in dieser Untersuchung nur der Altersbereich von 4;0 bis 5;11 untersucht wurde, und somit nicht die gesamte Zielgruppe des WET umfasst.

11 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit geht der zentralen Frage nach, ob Unterschiede zwischen den Geschlechtern in der Rechenfertigkeit, gemessen mit der Skala *Rechnen* des Wiener Entwicklungstests (WET; Kastner-Koller & Deimann, 2002), bei 4- bis 6-jährigen Kindern existieren. Weiters interessiert, ob sich ein Alterstrend in der Skala *Rechnen* des WET abzeichnet sowie, ob Geschlechtsunterschiede in Abhängigkeit des Alters festzustellen sind.

Im theoretischen Teil dieser Arbeit erfolgt eine eingehende Auseinandersetzung mit der Entwicklung mathematischer Fähigkeiten, wobei zwischen der kognitiven und neurologischen Entwicklung differenziert wird. Weiters werden Vorläuferfertigkeiten mathematischer Schulleistungen im Vorschulalter vorgestellt, wobei zwischen spezifisch-mathematischen und unspezifischen Faktoren, welche sich ebenso auf die Schriftsprachleistungen auswirken, unterschieden wird. Anschließend werden Studienergebnisse zum Kerngebiet der vorliegenden Arbeit, welche sich auf Geschlechtsunterschiede bezüglich numerischer Fähigkeiten beziehen, vorgestellt. Dabei wird deutlich, dass mit steigendem Alter, kognitiven Anspruchsniveau der Aufgaben sowie der Begabung Geschlechtsunterschiede zugunsten der Männer wachsen. Darauf folgend wird auf mögliche Ursachen von Geschlechtsunterschieden eingegangen, welche affektive, soziale und kognitive Faktoren beinhalten. Schließlich werden diagnostische Verfahren, welche zur Erhebung der mathematischen Fähigkeiten bei Kindern im Alter von vier bis sechs Jahren herangezogen werden können, beschrieben.

Im empirischen Teil dieser Arbeit wird die Untersuchung näher ausgeführt. Für die Studie der vorliegenden Arbeit wurden 80 Kinder im Alter von 4;0 bis 5;11 Jahren in Landeskinderärten in Niederösterreich untersucht. Zur Erfassung der mathematischen Fähigkeiten der Kinder wurde der neue Subtest *Rechnen* des Wiener Entwicklungstests vorgegeben.

Wie in zahlreichen vorhergehenden Untersuchungen von Geschlechtsunterschieden in Verfahren zu mathematischen Kompetenzen von Kindergartenkindern wurden keine signifikanten Leistungsunterschiede zwischen den Geschlechtern im Subtest *Rechnen* gefunden. Dieses Ergebnis von nichtsignifikanten Geschlechtsunterschieden im Kindergartenalter steht allerdings im Gegensatz zu den Ergebnissen anderer Untersuchungen, welche Geschlechtsunterschiede sowohl zugunsten der Mädchen als auch zugunsten der Jungen feststellten. Die Annahme von Leistungssteigerungen in der

Rechenfähigkeit mit zunehmendem Alter der Kinder, konnte in der vorliegenden Untersuchung bestätigt werden. Wobei anzumerken ist, dass in der Altersgruppe der 4;6 bis 4;11 jährigen Kinder ein Deckeneffekt festzustellen war, das bedeutet, dass das Verfahren für Kinder dieser Altersgruppe im oberen Bereich des Leistungsspektrums nur eingeschränkte Differenzierungsfähigkeit besitzt. Die Vermutung, dass bei jüngeren Kindern noch keine, bei älteren Kindern aber signifikante Geschlechtsunterschiede in der Rechenleistung bestehen, konnte in der vorliegenden Studie, in der die Geschlechtsunterschiede über die Altersgruppen hinweg ähnlich verliefen, nicht gestützt werden. Der Grund für die nicht signifikanten Ergebnisse könnte in der geringen Stichprobengröße der Jungen und Mädchen, aufgeteilt auf die vier Altersgruppen, liegen.

Die Ergebnisse dieser Arbeit sollen daher einen Anstoß dazu geben, eine größere Anzahl an Kindern in den Teilstichproben der beiden Geschlechter und Altersgruppen zu erheben. Zudem wären Längsschnittstudien wünschenswert, um die mathematische Entwicklung der beiden Geschlechter hinsichtlich ihrer Stabilität zu verfolgen. Abschließend wäre aufgrund des Deckeneffekts in der Altersgruppe der 4;6 bis 4;11-jährigen Kinder eine Überprüfung der Lösungswahrscheinlichkeit der Aufgaben in diesem Altersbereich anzuraten.

12 Literatur

- Aebli, H. (1976). Grundformen des Lehrens: Eine allgemeine Didaktik auf kognitionspsychologischer Grundlage (9., stark erw. und umgearb. Aufl.). Stuttgart: Klett.
- Ashcraft, M. H. (2002). Math anxiety. Personal, educational, and cognitive consequences. *Current Directions in Psychological Science*, 11, 181-185.
- Ashcraft, M. H. & Kirk, E. P. (2001). The relationship among working memory, math anxiety, and performance. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 224-237.
- Aster, M. G. von (2001). *ZAREKI. Testverfahren zur Dyskalkulie*. Frankfurt am Main: Swets & Zeitlinger.
- Aster, M. G. von (2005). Wie kommen Zahlen in den Kopf. In M. G. von Aster & J. H. Lorenz (Hrsg.), *Rechenstörungen bei Kindern* (S. 13-33). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Aster, M. G. von, Deloche, G., Dellatolas, G. & Meier, M. (1997). Zahlenverarbeitung und Rechnen bei Schulkindern der 2. und 3. Klassenstufe: Eine vergleichende Studie französischsprachiger und deutschsprachiger Kinder. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 24, 151-166.
- Aster, M. G. von, Bzufka, M. W. & Horn, R. R. (2009). *ZAREKI-K. Neuropsychologische Testbatterie für Zahlenverarbeitung und Rechnen bei Kindern – Kindergartenversion*, Zugriff am 20.02.2010 unter http://www.pearsonassessment.de/front_content.php?idart=171
- Aunola, K., Leskinen, E., Lerkkanen, M. K. & Nurmi, J. E. (2004). Developmental dynamics of math performance from preschool to grade 2. *Journal of Educational Psychology*, 96, 699-713.
- Bachot, J., Gevers, W., Fias, W. & Roeyers, H. (2005). Number sense in children with visuospatial disabilities: Orientation of the mental number line. *Psychology Science*, 47, 172-183.

- Baddeley, A. D. (1997). *Human memory. Theory and practice*. East Sussex: Psychology Press.
- Berch, D. B., Foley, E. J., Hill, R. J. & McDonough Ryan, P. (1999). Extracting parity and magnitude from arabic numerals: Developmental changes in number processing and mental representation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 74, 286-308.
- Bischof-Köhler, D. (2002). *Von Natur aus anders: Die Psychologie der Geschlechtsunterschiede*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Bruckner, J., Deimann, P. & Kastner-Koller, U. (in press). *Handpräferenztest für 4-6-jährige Kinder (HAPT 4-6)*. Göttingen: Hogrefe.
- Carpenter, T. P. & Moser, J. M. (1982). The development of addition and subtraction problem solving skills. In T. P. Carpenter, J. M. Moser & T. A. Romberg (Hrsg.), *Addition and subtraction: A cognitive perspective* (S. 9-24). Hillsdale: LEA
- Carr, M. & Jessup, D. L. (1997). Gender differences in first-grade mathematics strategy use: Social and metacognitive influences. *Journal of Educational Psychology*, 89, 318-328.
- Carr, M., Jessup, D. L. & Fuller, D. (1999). Gender differences in first-grade mathematics strategy use: Parent and teacher contributions. *Journal of Research in Mathematics Education*, 30, 20-46.
- Carr, M., Hettinger Steiner, H., Kyser, B. & Biddlecomb, B. (2008). A comparison of predictors of early emerging gender differences in mathematics competency. *Learning and Individual Differences*, 18, 61-75.
- Casey, M. B., Nuttall, R. L. & Pezaris, E. (1997). Mediators of gender differences in mathematics college entrance test scores: A comparison of spatial skills with internalized beliefs and anxieties. *Developmental Psychology*, 33, 669-680.
- Daseking, M. & Petermann, F. (2008). *Screening für kognitive Basiskompetenzen im Vorschulalter (BASIC-Preschool)*, Zugriff am 12.02.2010 unter <https://univpn.univie.ac.at/+CSCO+ch756767633A2F2F6269767166632E676B2E626976712E70627A++/sp2.3/ovidweb.cgi?&S=KDBFFPMGIFDDDGJONCELFBJENDBAA00&SELECT=S.sh%7c&R=1&Process+Action=display>

- Decker, R. (2004). *Konstruktion des Subtests "Rechnen" zum Wiener Entwicklungstest (WET) für 3 bis 6jährige Kinder und Validierung am K-ABC, WET und WPPSI*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Wien.
- Dehaene, S. (1992). Varieties in numerical abilities. *Cognition*, 44, 1-42.
- Dehaene, S., Bossini, S. & Giraux, P. (1993). The mental representation of parity and number magnitude. *Journal of Experimental Psychology: General*, 122, 371-369.
- Dehaene, S., Spelke, E., Pinel, P., Stanescu, R., Tsivkin, S. (1999). Sources of mathematical thinking: Behavioral and brain-imaging evidence. *Science*, 284, 970-974.
- Deimann, P. & Kastner-Koller, U. (2007). Entwicklungsdiagnostik. In M. Hasselhorn & W. Schneider (Hrsg.), *Handbuch der Entwicklungspsychologie* (S. 558-569). Göttingen: Hogrefe.
- Dickhäuser, O. & Plenter, I. (2005). „Letztes Halbjahr stand ich zwei“: Zur Akkuratheit selbst berichteter Noten. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 19, 219-224.
- Ehlert, A. (2007). *Arbeitsgedächtnis und Rechnen im Vorschulalter*. Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Feigenson, L., Carey, S., Spelke, E. (2002). Infants' discrimination of number vs. continuous extent. *Cognitive Psychology*, 44, 33-66.
- Feigenson, L., Dehaene, S., Spelke, E. (2004). Core systems of number. *Trends in Cognitive Sciences*, 8, 307-314.
- Freedman-Doan, C., Wigfield, A., Eccles, J. S., Blumenfeld, P., Arboreton, A. & Harold, R. D. (2000). What am i best at? Grade and Gender differences in childrens' beliefs about ability improvement. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21, 379-402.
- Friedrich, G. & Munz, H. (2006). Förderung schulischer Vorläuferfertigkeiten durch das didaktische Konzept „Komm mit ins Zahlenland“. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 53, 134-146.
- Fuson, K. C. (1988). *Children's counting and concepts of number*. New York: Springer.

- Geary, D. C. (1994). *Children's mathematical development*. Washington: American Psychological Association.
- Geary, D. C., Saults, S. J., Liu, F. & Hoard, M. K. (2000). Sex differences in spatial cognition, computational fluency, and arithmetical reasoning. *Journal of Experimental Child Psychology*, 77, 337-353.
- Gelman, R. (2000). The epigenesis of mathematical thinking. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 21, 27-37.
- Gelman, R. & Gallistel, C. R. (1978). *The child's understanding of number*. Cambridge: Harvard University Press.
- Heller, K. & Geisler, H.-J. (1982). *Kognitiver Fähigkeits-Test (Kindergartenform)*. Weinheim: Beltz Test.
- Hirschmann, N. (2004). *Die Entwicklung mathematischer Fähigkeiten im Kindergartenalter. Testanalyse der Subskala "Rechnen" für den Wiener Entwicklungstest (WET)*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Wien.
- Hyde, J. S., Fenneman, E. & Lamon, S. J. (1990). Gender differences in mathematics performance: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 107, 139-155.
- Jacobs, J. E. (1991). Influence of gender stereotypes on parent and child mathematics attitudes. *Journal of Educational Psychology*, 83, 518-527.
- Jacobs, J. E., Lanza, S., Osgood, W. D., Eccles, J. S. & Wigfield, A. (2002). Changes in children's self-competence and values: Gender and domain differences across grades one through twelve. *Child Development*, 73, 509-527.
- Jordan, K., Wüstenberg, T., Heinze, H.-J., Peters, M. & Jäncke, L. (2002). Women and men exhibit different cortical activation patterns during mental rotation tasks. *Neuropsychologia*, 40, 2397-2408.
- Kastner-Koller, U. & Deimann, P. (2002). *WET. Der Wiener Entwicklungstest. Ein Verfahren zur Erfassung des Entwicklungsstandes bei Kindern von 3 bis 6 Jahren* (2., überarbeitete und neu normierte Auflage). Göttingen: Hogrefe.

- Kaufmann, L., Nuerk, H. C., Graf, M., Krinzinger, H., Delazer, M. & Wilmes, K. (2009). *TEDI-MATH. Test zur Erfassung numerisch- rechnerischer Fertigkeiten vom Kindergarten bis zur 3. Klasse*, Zugriff am 14.02.2010 unter <http://www.hogrefe.at/?mod=detail&id=1369>
- Krajewski, K. (2003). *Vorhersage von Rechenschwäche in der Grundschule*. Hamburg: Kováč.
- Krajewski, K. (2005). Früherkennung und Frühförderung von Risikokindern. In M. G. von Aster & J. H. Lorenz (Hrsg.), *Rechenstörungen bei Kindern* (S.150-164). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Krajewski, K. (2007). Prävention der Rechenschwäche. In W. Schneider & M. Haselhorn (Hrsg.), *Handbuch der Pädagogischen Psychologie* (S. 360-379). Göttingen: Hogrefe.
- Krajewski, K. & Schneider, W. (2006). Mathematische Vorläuferfertigkeiten im Vorschulalter und ihre Vorhersagekraft für die Mathematikleistungen bis zum Ende der Grundschulzeit. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 53, 246-262.
- Krinzinger, H., Kaufmann, L., Dowker, A., Thomas, G., Graf, M., Nuerk, H.-C. & Willmes, K. (2007). Deutschsprachige Version des Fragebogens für Rechenangst (FRAU) für 6- bis 9-jährige Kinder. *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie*, 35, 341-351.
- Lachance, J. A. & Mazzocco, M. M. (2006). A longitudinal analysis of sex differences in math and spatial skills in primary school age children. *Learning and Individual Differences*, 16, 195-216.
- Linn, M. C. & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56, 1479-1489.
- Lummis, M. & Stevenson, H. W. (1990). Gender differences in beliefs and achievement: A cross-cultural study. *Developmental Psychology*, 26, 254-263.
- Melchers, P. & Preuß, U. (1994). *K-ABC. Kaufman-Assessment Battery for Children. Deutschsprachige Fassung. Interpretationshandbuch*. Amsterdam: Swets & Zeitlinger.

- Mischau, A., Daniels, J., Lehmann, J. & Petersen, K. (2004). *Geschlecht und „Fachkulturen“ in der Mathematik – Ergebnisse einer empirischen Studie an der Universität Bielefeld* (IFF-Forschungsreihe, Bd. 17). Bielefeld: IFF.
- Miura, J. T., Kim, C. C., Chang, C.-M. & Okamoto, Y. (1988). Effects of language characteristics on childrens` cognitive representation of number: Cross-national comparisons. *Child Development*, 59, 1445-1450.
- Mölle, M., Schwank, I., Marshall, L., Klöhn, A. & Born, J. (2000). Dimensional complexity and power spectral measures of the EEG during functional versus predicative problem solving. *Brain and Cognition*, 44, 547-563.
- Moyer, R. S., & Landauer, T. K. (1967). Time required for judgements of numerical inequality. *Nature*, 215, 1519-1520.
- Muzzatti, B. & Agnoli, F. (2007). Gender and mathematics: Attitudes and stereotype threat susceptibility in italian children. *Developmental Psychology*, 43, 747-759.
- OECD (2001). *Lernen für das Leben. Erste Ergebnisse der internationalen Schulleistungsstudie PISA 2000*. Paris: OECD.
- Petermann, F. & Macha, T. (2005). Entwicklungsdiagnostik. *Kindheit und Entwicklung*, 14, 131-139.
- Piaget, J. & Szeminska, A. (1975). *Die Entwicklung des Zahlbegriffs beim Kinde*. Stuttgart: Klett.
- Renziehausen, A. (2003). Testbesprechung: Wiener Entwicklungstest (WET), *Diagnostica*, 49, 140-145.
- Richter, W., Somorjai, R., Summers, R., Jarmasz, M., Menon, R. S., Gati, J. S. & et al. (2000). Motor area activity during mental rotation studied by time-resolved single-trial fMRI. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2000, 310-320.
- Schilling, S. R., Sparfeldt, J. R. & Rost, D. H. (2006). Facetten schulischen Selbstkonzepts. Welchen Unterschied macht das Geschlecht? *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 20, 9-18.

- Schwank, I. (1990). *Untersuchungen algorithmischer Denkprozesse von Mädchen. Abschlussbericht Band I*. Osnabrück: Forschungsinstitut für Mathematikdidaktik.
- Schwank, I. (2003). Einführung in prädiktives und funktionales Denken. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 35, 70-78.
- Schweiter, M. & Aster, M. G. von (2005). Neuropsychologie kognitiver Zahlenrepräsentationen. In M. G. von Aster & J. H. Lorenz (Hrsg.), *Rechenstörungen bei Kindern* (S. 34-53). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
- Schweiter, M., Weinhold Zulauf, M. & Aster, M. G. von (2005). Die Entwicklung räumlicher Zahlenrepräsentationen und Rechenfertigkeiten bei Kindern. *Zeitschrift für Neuropsychologie*, 16, 105-113.
- Schwenk, C. & Schneider, W. (2003). Der Zusammenhang von Rechen- und Schriftsprachkompetenz im frühen Grundschulalter. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 17, 261-267.
- Siegler, R. S. (1987). The perils of averaging data over strategies: An example from childrens' addition. *Journal of Experimental Psychology*, 116, 250-264.
- Spetch, M. L. & Parent, M. B. (2006). Age and sex differences in children's spatial search strategies. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13, 807-812.
- Stapf, A. (1992). Mathematisch hochbegabte Mädchen. In A. Grabosch & A. Zwölfer (Hrsg.), *Frauen und Mathematik* (S. 49-67). Tübingen: Attempto Verlag.
- Stern, E. (1998a). *Die Entwicklung des mathematischen Verständnisses im Kindesalter*. Lengerich: Papst Science Publishers.
- Stern, E. (1998b). Die Entwicklung schulbezogener Kompetenzen: Mathematik. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Entwicklung im Kindesalter* (S. 95-113). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Stern, E. (2005). Kognitive Entwicklungspsychologie des mathematischen Denkens. In M. G. von Aster & J. H. Lorenz (Hrsg.), *Rechenstörungen bei Kindern* (137-149). Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.

- Tiedemann, J. (1995). Geschlechtstypische Erwartungen von Lehrkräften im Mathematikunterricht der Grundschule. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 9, 153-161.
- Tiedemann, J. (2000). Parent's gender stereotypes and teacher's beliefs as predictors of children's concept of their mathematical ability in elementary school. *Journal of Educational Psychology*, 92, 144-151.
- Tratsch, M. (2003). *Konstruktion des Subtests "Rechnen" zum Wiener Entwicklungstest (WET) für 3 bis 6-jährige Kinder*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Wien.
- Trautwein, U. & Baeriswyl, F. (2007). Wenn leistungsstarke Klassenkameraden ein Nachteil sind: Referenzgruppeneffekte bei Übertrittsentscheidungen. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 21, 119-133.
- Van de Rijt, B. A. M. & Van Luit, J. E. H. (1999). Milestones in the development of infancy numeracy. *Scandinavian Journal of Psychology*, 40, 65-71.
- Van de Rijt, B. A. M., Van Luit, J. E. H. & Hasemann, K. (2000). Zur Messung der frühen Zahlbegriffsentwicklung. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 32, 14-24.
- Van Luit, J. E. H., Van de Rijt, B. A. M. & Hasemann, K. (2001). *Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung*. Göttingen: Hogrefe.
- Wechsler, D. (1990). WPPSI-R^{UK}. *Wechsler Preschool and Primary Scale of Intelligence – Revised. Manual*. London: The Psychological Corporation.
- Weinhold Zulauf, M., Schweiter, M. & Aster, M. G. von (2003). Das Kindergartenalter: Sensitive Periode für die Entwicklung numerischer Fertigkeiten. *Kindheit und Entwicklung*, 12, 222-230.
- Weißhaupt, S., Peucker, S. & Wirtz, M. (2006). Diagnose mathematischen Vorwissens im Vorschulalter und Vorhersage von Rechenleistungen und Rechenschwierigkeiten in der Grundschule. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 53, 236-245.
- Wynn, K. (1992). Addition and subtraction by human infants. *Nature*, 358, 749-750.

Xu, F., Spelke, E.S. (2000). Large number discrimination in 6-month-old infants. *Cognition*, 74, B1-B11.

13 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Versuchsanordnung bei Habituation nach Wynn (1992)	6
Abbildung 2: Die Repräsentation von „5“ in der intuitiven und der kulturellen Mathematik (Stern, 1998a)	7
Abbildung 3: Triple-Code-Model (Dehaene, 1992)	13
Abbildung 4: Entwicklung und Verknüpfung zahlenverarbeitender Hirnfunktionen (von Aster, 2005)	14
Abbildung 5: Entwicklungsmodell früher mathematischer Kompetenzen (Krajewski, 2007)	20
Abbildung 6: Strukturgleichungsmodell zur Vorhersage der Mathematikleistung in der 1. und 4. Klasse aus den im Vorschulalter erhobenen Prädiktoren (Krajewski, 2006)	22
Abbildung 7: Wachstumskurve bezüglich des Selbstkonzepts in den mathematischen Fähigkeiten bei Jungen und Mädchen über die Schulstufen (Jacobs et al., 2002)	36
Abbildung 8: Anwendungsbeispiel zur Untersuchung des logischen Denkens (Schwank, 2003)	45
Abbildung 9: Matrixaufgabe zur Untersuchung des logischen Denkens (Schwank, 2003)	47
Abbildung 10: Anzahl der Testtermine WET	63
Abbildung 11: Material des WET	67
Abbildung 12: Material zum Subtest Rechnen aus dem WET	68
Abbildung 13: Material zum Subtest Muster Legen aus dem WET	69
Abbildung 14: Anzahl der Geschwister	73
Abbildung 15: Berufe der Väter	74
Abbildung 16: Berufe der Mütter	75
Abbildung 17: Gesamtentwicklungsscore (C-Werte)	76
Abbildung 18: Rohwerte im Subtest <i>Muster Legen</i>	78
Abbildung 19: Rohwerte im Subtest <i>Rechnen</i>	78
Abbildung 20: Alters- und Geschlechtsunterschiede (Totalrohscore der Subskala <i>Rechnen</i> des WET)	83

14 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Aufteilung der Kinder nach Geschlecht und Altersgruppe	71
Tabelle 2: Aufteilung der Rechts- und LinkshänderInnen auf die Altersgruppen laut Elternurteil	72
Tabelle 3: Halbtags- oder Ganztagsbesuch des Kindergartens	72
Tabelle 4: Zeitdauer des Kindergartenbesuchs	73
Tabelle 5: Muttersprache des Kindes	75
Tabelle 6: C-Werte der Gesamtstichprobe im WET	76
Tabelle 7: Rohwerte Muster Legen und Rechnen	77
Tabelle 8 : Überprüfung der Normalverteilung der Subtests <i>Muster Legen</i> und <i>Rechnen</i> über die Altersgruppen	78
Tabelle 9: Signifikante Unterschiede zwischen Kindern, die den Kindergarten halbtags bzw. ganztags besuchten	79
Tabelle 10: Kinder mit deutscher Muttersprache vs. Kinder mit nichtdeutscher Muttersprache	80
Tabelle 11: Mittelwerte der Jungen und Mädchen über die vier Altersgruppen	81
Tabelle 12: Ergebnisse der zweifaktoriellen Varianzanalyse	82
Tabelle 13: Ergebnisse des Tukey-HSD-Tests	82

15 Anhang

A) Elternbrief/ Einverständniserklärung



universität
wien

Liebe Eltern!

Um Kindern mit Problemen helfen zu können, muss man das übliche Verhalten normal entwickelter Kinder kennen. Zu diesem Zweck werden in österreichischen Kindergärten Erhebungen über den allgemeinen Entwicklungsstand und die Entwicklung der Lateralität (Händigkeit) von Kindergartenkindern im Alter von 4-6 Jahren durchgeführt.

Dazu möchten wir Kindern den Wiener Entwicklungstest und einen, ebenfalls an der Universität Wien entwickelten, Händigkeitstest vorgeben. Beim Wiener Entwicklungstest handelt es sich um ein Verfahren zur Erfassung des allgemeinen Entwicklungsstandes für Kindergartenkinder, der folgende Entwicklungsbereiche abdeckt: Motorik, Visumotorik/Visuelle Wahrnehmung, Gedächtnis, kognitive Entwicklung, Sprache und emotionale Entwicklung.

Die Erhebung wird im Kindergarten stattfinden und ist selbstverständlich anonym. Alle Aufgaben sind spielerisch gestaltet und machen den Kindern erfahrungsgemäß viel Spaß.

Für Sie bietet die Untersuchung die Möglichkeit, Informationen über den Entwicklungsstand Ihres Kindes zu erhalten. Wir stehen Ihnen diesbezüglich gerne für Rückmeldungen und Gespräche zur Verfügung.

Wir würden uns sehr freuen, wenn Ihr Kind an unserer Untersuchung teilnehmen darf!

Mit freundlichen Grüßen

Madeleine Puchebner

Ass. Prof. Dr. Ursula Kastner-Koller

Ass. Prof. Dr. Pia Deimann

EINVERSTÄNDNISERKLÄRUNG

Ich bin einverstanden, dass mein Kind.....

geboren am....., an der Untersuchung teilnimmt.

Mein Kind ist ☐ weiblich ☐ männlich (bitte ankreuzen)

Ich denke mein Kind ist ☐ LinkshänderIn ☐ RechtshänderIn

☐ Ich möchte Informationen über den Entwicklungsstand meines Kindes.

Name:.....

Adresse:.....

Telefon/Email:.....

.....
Unterschrift des Erziehungsberechtigten

B) Brief an die Kindergartenpädagoginnen

UNIVERSITÄT



WIEN

Fakultät für Psychologie

**Institut für Entwicklungspsychologie
und Psychologische Diagnostik**

Ass. Prof. Dr. Pia Deimann (Tel.: 01/427747867, e-mail: pia.deimann@univie.ac.at)
Ass. Prof. Dr. Ursula Kastner-Koller (Tel.: 01/427747861, e-mail: ursula.kastner-koller@univie.ac.at)

Sehr geehrte Kindergartenpädagoginnen,

Um Kindern mit Problemen helfen zu können, ist es notwendig, das übliche Verhalten normal entwickelter Kinder zu kennen. Zu diesem Zweck werden in Kindergärten in Wien, Niederösterreich und Burgenland Erhebungen über den allgemeinen Entwicklungsstand von Kindergartenkindern im Alter von 4-6 Jahren durchgeführt.

Das hierfür entwickelte Verfahren, der Wiener Entwicklungstest (WET) wurde im Jahr 1997 von den Autorinnen Fr. Dr. Kastner-Koller & Fr. Dr. Deimann an der Universität Wien entwickelt und wurde seitdem immer wieder weiterentwickelt und verbessert. Es handelt sich dabei um ein allgemeines Entwicklungstestverfahren für Kinder von 4-6 Jahren zur Abklärung des allgemeinen Entwicklungsstandes. Erfasst wird mit diesem Individualtestverfahren ein breiter Bereich an Fähigkeiten, wie etwa die motorische Entwicklung, die visuelle Wahrnehmung, Lernen und Gedächtnis sowie die kognitive, sprachliche und emotionale Entwicklung. Insgesamt verfügt der WET über mittlerweile 14 Subtests und einen Elternfragebogen, zur Erfassung der Selbstständigkeit der Kinder bei Alltagsroutinen. Beispielitems finden Sie im Anhang.

Im Weiteren wird an der Uni Wien an einem Verfahren zur Erfassung der Lateralität (Funktionelle Bevorzugung von Organen oder Gliedmaßen einer Körperseite. Beispiel: die Bevorzugung der linken Hand beim Malen, Kochen, Essen usw.) bei Kindern im Alter von 4-6 Jahren gearbeitet. Es zeigen sich deutliche Zusammenhänge zwischen der Lateralität, der Raumwahrnehmung sowie fein- und grobmotorischen Fähigkeiten bei Vorschulkindern. Bei diesem - an der Universität Wien - entwickelten „Händigkeitstest“ (HAPT 4-6; Bruckner, Deimann & Kastner-Koller, in press) zur Feststellung der Handdominanz bei Kindern von 4 – 6 Jahren handelt es sich ebenfalls um ein Individualtestverfahren. Insgesamt besteht dieses Verfahren aus 17 verschiedenen Tätigkeiten, die in unterschiedlicher Reihenfolge jeweils in dreimaliger Ausführung durchzuführen sind. Die Anweisungen erfolgen dabei über Kassette und sind in Form einer spielerischen Schatzsuche verpackt.

Beispielitems finden Sie im Anhang.

Im Rahmen meiner Diplomarbeit möchte ich diese Testungen, mit den beiden oben genannten Verfahren, an 40 Kindergartenkindern in Niederösterreich in den Gemeinden Gänserndorf und Strasshof an der Nordbahn durchführen.

Alle Aufgaben sind spielerisch gestaltet und auf Kindergartenkinder abgestimmt, sodass sie den Kindern erfahrungsgemäß viel Spaß machen. Die Untersuchung dauert pro Kind in etwa 3 Stunden, wobei ich mich natürlich immer an der Ausdauer und den Bedürfnissen des jeweiligen Kindes orientieren werde. D. h. gerade bei den kleineren Kindern kann es auch möglich sein, dass ein zweiter Testtermin benötigt wird.

Wie bereits erwähnt setzt sich meine Stichprobe aus 40 Kindern zusammen.

Ziel ist es, eine in ihrer Entwicklung möglichst unauffällige Population mit guten Deutschkenntnissen zu untersuchen.

Das schriftliche Einverständnis der Eltern für die Teilnahme ihres Kindes an der Testung wird selbstverständlich eingeholt. Zudem erhalten die Eltern ein kurzes Info-Schreiben über den Zweck und Inhalt der Testung. Ich hoffe hier auf Ihre Unterstützung, indem Sie die von mir verfassten Einverständniserklärungen an die Eltern der Kinder austeilen und im Anschluss die unterschriebenen Bestätigungen wieder einsammeln.

Für die Eltern gibt es die Möglichkeit Informationen über den Entwicklungsstand ihres Kindes zu erhalten.

Alle Daten der Kinder werden selbstverständlich vertraulich behandelt und können nur in Absprache mit den Eltern an die Kindergartenpädagoginnen weitergegeben werden.

Starten sollte die Untersuchung Anfang Oktober 2008. Die Testungen werden nur an Vormittagen stattfinden.

Geplant ist diese Erhebung in sechs verschiedenen Landeskindergärten in den Gemeinden Gänserndorf und Strasshof an der Nordbahn. Die Zustimmung von der für den Bezirk Gänserndorf zuständigen Kindergarteninspektorin Frau Waltraud Matz ist bereits erfolgt.

Ich würde mich sehr freuen wenn Sie als Kindergarten an der Untersuchung teilnehmen!
Vielen Dank im Voraus.

Madeleine Puchebner

Für Fragen stehe ich natürlich gerne zur Verfügung. Sie erreichen mich unter folgender E-Mailadresse: a017150@unet.univie.ac.at



Wiener Entwicklungstest

(WET; Kastner-Koller und Deimann; 2.Auflage, 2002)

Itembeispiele für die einzelnen Funktionsbereiche:

Bereich Motorik: Fein- vs. Grobmotorik

- Druckknopf und Gürtelschleife an einem Teddybären schließen.
- Auf einem Bein stehen.

Bereich Visumotorik/Visuelle Wahrnehmung

- z. b. sollen geometrische Figuren abgezeichnet werden.

Bereich Lernen und Gedächtnis:

- Das Kind soll versteckte Gegenstände wieder finden.

Bereich Kognitive Entwicklung:

- Das Kind muss z. b. aus fünf vorgegebenen Lösungsmöglichkeiten dasjenige Element finden, welches eine 3x3 Matrize sinnvoll ergänzt.

Bereich Sprache:

- Das Kind soll mit dem Spielmaterial die vorgesprochenen Sätze darstellen: z. b. „Die Mutter erlaubt, dass das Mädchen sich hinlegt.“

Bereich Sozial-emotionale Entwicklung

- Fotos von Kindern und Erwachsenen werden vorgegeben und das Kind soll den Gesichtsausdruck der Person auf dem Foto benennen (ist traurig, ist lustig....)

Bereich Rechnen

Testmaterial sind Marienkäfer, Schmetterlinge usw. Das Kind soll z. B. aus einer Menge an Marienkäfer und Schmetterlingen 5 Käfer heraussuchen.

Handpräferenztest für 4-6-jährige

(HAPT 4-6; Bruckner, Deimann & Kastner-Koller, in press)

Beispielitems:

Das Kind soll...	mit einem Ball werfen
	würfeln
	zeichnen
	eine Kette aufnehmen
	stempeln
	einen Reißverschluss öffnen
	einen Lichtschalter betätigen

C) Überprüfung der Normalverteilung mittels Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest

Überprüfung der Normalverteilung für Jungen und Mädchen über die Altersgruppen für den Subtest *Rechnen*

	Kolmogorov-Smirnov	
	Jungen	Mädchen
4;0 bis 4;5 Jahre	Statistik: 0,126; p = 0,200	Statistik: 0,192; p = 0,200
4;6 bis 4;11 Jahre	Statistik: 0,289; p = 0,018	Statistik: 0,289; p = 0,018
5;0 bis 5;5 Jahre	Statistik: 0,181; p = 0,200	Statistik: 0,181; p = 0,200
5;6 bis 5;11 Jahre	Statistik: 0,244; p = 0,093	Statistik: 0,217; p = 0,947

Abstract

The aim of this study was to analyse possible gender differences in math competency of children aged between four and six.

For this purpose, a study with 80 children of the ages 4;0 and 5;11 was conducted in Lower Austria kindergartens. The mathematics competency was assessed with the newly developed scale *Computation*, which is designed as an extension of the Wiener Entwicklungstest (WET; Kastner-Koller & Deimann, 2002).

As reported in many previous studies regarding gender differences in mathematical abilities in this study there were no significant differences between girls and boys found. However this non-significant result is in contrast to studies, which found differences with an advantage for girls or boys. An increase in achievement with rising ages of the children got due to a ceiling-effect in the age group 4;6-4;11 years only partial confirmed. Regarding the rest of the age groups there was a constant growth of mathematical abilities found. The assumption that younger children show hardly any gender differences but older significant differences in math competency found in this study no support. The differences between girls and boys ran over the age groups similarly. One is inclined to presume, that very low numbers of children (boys and girls divided into four age groups) in this study have led to the non-significant results.

The findings therefore are supposed to motivate further studies with a larger number of children to prove a satisfying analysis. In addition, more longitudinal studies concerning the development of mathematical skills of boys and girls would be desirable in consideration of stability. Furthermore due to the ceiling-effect in the age group 4;6-4;11 years there should occur an examination of the problem difficulty for this age group.

16 Lebenslauf

Persönliche Daten

Name	Madeleine Puchebner
Geburtsdatum und -ort	30.12.1980, Wien
StaatsbürgerInnenschaft	Österreich
E-Mail	a0101780@unet.univie.ac.at

Ausbildung

seit 10/2001	Diplomstudium der Psychologie an der Universität Wien Schwerpunkte: - Angewandte Kinder- und Jugendpsychologie: Absolvierung der kinderpsychologischen Beratungspraxis (Klein- und Vorschulkinder) im Zentrum für kinder-, jugend- und familienpsychologische Intervention der Universität Wien im SS 2008 - Klinische Psychologie - Psychiatrie Freies Wahlfach, Vertiefung in die Themenbereiche Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik, Sexualpsychopathologie, Sucht Diplomarbeit im Arbeitsbereich Entwicklungspsychologie – Betreuung Univ. Ass. Prof. Dr.ⁱⁿ Pia Deimann und Univ. Ass. Prof. Dr.ⁱⁿ Ursula Kastner-Koller
1997 - 2001	Bundesoberstufenrealgymnasium Mistelbach Matura im Juni 2001

Berufsrelevante Tätigkeiten

06/2006 – 07/2006	Praktikum an der Kinder- und Jugendpsychiatrie, Univ. Klinik für Psychiatrie / AKH Wien Kinder- und jugendpsychologische Testdiagnostik, Teilnahme an psychologischen Anamnesegesprächen / Station für Suizidgefährdung und SVV (Selbstverletzendes Verhalten)
seit 08/2003	Freie Dienstnehmerin beim Verein GIN – Gemeinwesenintegration und Normalisierung Ambulante Betreuung und Begleitung von Menschen mit intellektueller und mehrfacher Behinderung