



Wie können mathematische Fähigkeiten im Kindergarten gefördert werden?

Ein Förderprogramm und seine Evaluation

Jeanne Rademacher Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Nicole Trautewig Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Antje Günther Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Wolfgang Lehmann Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Claudia Quaiser-Pohl Universität Trier

Zusammenfassung

Vorgestellt werden die Konzeption, die Erprobung und die Evaluation eines Programms zur altersgemäßen Förderung kognitiver, insbesondere mathematischer Fähigkeiten im Vorschulalter. Das Förderprogramm besteht aus 17 Fördereinheiten zu acht kognitiven Fähigkeitsbereichen (visuelle Differenzierungsfähigkeit, räumliches Vorstellen, Mengenauffassung, Zahlbegriff, einfache Rechenoperationen, Umgang mit Symbolen, Erfassen abstrakt-logischer Zusammenhänge, Ursache-Wirkungs-Beziehungen) und wurde mit Vorschulkindern aus acht Magdeburger Kindergärten in spielerischer Form durchgeführt. Die Förderung erfolgte über einen Zeitraum von acht Wochen. An der als Prä-/Posttest-Design angelegten Evaluationsstudie nahmen insgesamt 97 Vorschulkinder (54 Jungen, 43 Mädchen) im durchschnittlichen Alter von sechs Jahren und drei Monaten teil. Diese wurden einer Versuchs- bzw. einer Kontrollgruppe zugeordnet. Die Vortestung ergab zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe keine signifikanten Unterschiede in den acht Fähigkeitsbereichen. In den Nachtests zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe in den Bereichen räumliches Vorstellen, Mengenauffassung und einfache Rechenoperationen. Schlussfolgerungen für die Umsetzung mathematischer Bildung im Kindergarten werden diskutiert.

Bildung im Kindergarten: PISA und die Folgen

Aktuelle Diskussionen zur Leistungsfähigkeit deutscher Schülerinnen und Schüler in den Bereichen Lesen, Mathematik und Naturwissenschaft (vgl. PISA und IGLU) werfen die Frage nach förderlichen Bedingungen der Entwicklung intellektueller Fähigkeiten neu auf (Baumert, 2001; Bos et al., 2003). Die Erkenntnis der Notwendigkeit anregender Lernumwelten bereits im Kleinkindalter hat zur Idee einer Wiedereinführung der Vorschule und zur Entwicklung von Bildungsplänen für Kindertageseinrichtungen in Ländern wie Baden-Württemberg, Bayern, Berlin, Brandenburg, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und Sachsen-Anhalt geführt (Eichhorn, 2005). Eine gezielte vorschulische Förderung kognitiver Fähigkeiten wird in Norwegen, Schweden, Finnland, England, Schottland und über Europa hinaus in Ländern wie Chile und Neuseeland in Form von Rahmencurricula schon seit längerem praktiziert (Oberhuemer, 2003). In den Niederlanden beispielsweise wird in Kindergärten ein besonderes Förderprogramm zur Zahlbegriffsentwicklung bei den Kindern eingesetzt, die in der Zahlbegriffsentwicklung den Gleichaltrigen nachstehen.

Zu den in Deutschland bekannten Programmen zur Förderung kognitiver Fähigkeiten im Vorschulalter gehören das von Sydow und Meincke (1994) entwickelte »DenkMit« sowie das Denktraining I und Denktraining II von Klauer (1989, 1991). Domel (1993) trainierte punktuell den Zahlbegriff im Vorschulalter. Eine Wirkungsstudie (Sydow & Schmude, 2001) zu diesen Programmen ergab bei allen drei Trainings Effekte hinsichtlich der Erhöhung allgemeiner kognitiver Fähig-

keiten (gemessen mit dem CFT 1). Bezogen auf den mathematischen Bereich, ergaben sich Effekte hinsichtlich des Zahlbegriffs, die beispielhaft in Tabelle 1 dargestellt sind.

Tab. 1: Mittelwerte (M), Stichprobenumfänge (N) und Standardabweichungen (SD) für die Ergebnisse im Zahlbegriffstest zu den Messzeitpunkten Prätest und Posttest für die Trainingsgruppen und die Kontrollgruppe (nach Sydow & Schmude, 2001)

		Prätest	Posttest
DenkMit	M	16,20	22,90
	N	10	10
	SD	5,01	2,60
Denktraining	M	16,20	21,90
	N	10	10
	SD	5,01	4,53
Zahlbegriff	M	17,50	27,89
	N	10	9
	SD	4,14	1,69
Kontrollgruppe	M	15,69	16,13
	N	51	47
	SD	5,30	5,9

Anmerkung: Maximale Punktzahl 32

Die Kontrollgruppe erzielt signifikant geringere Werte im Posttest als alle drei Trainingsgruppen. Im Vergleich der drei Trainingsgruppen untereinander zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Prä- und Posttest. Eine Kombination der drei Trainingsmethoden erbrachte keinen zusätzlichen Effekt (Sydow und Schmude, 2001). Friedrich (2003) sowie Preiss (2004) verfolgen mit ihren Programmen »Zahlenland« konkret die Idee mathematischer Frühförderung. Im Rahmen dieser Förderprogramme wurden vor und nach dem Training Mengenauffassung, Farb- und Formwahrnehmung, Zahlengedächtnis, allgemeine Denkfähigkeit und differenzierende Wahrnehmung mit Hilfe des Kie-ler Einschulungsverfahrens erfasst, ohne die Effekte des Förderprogramms differenziert herauszustellen (Friedrich & Munz, 2004).

Ziel des hier vorgestellten Projekts »Förderung mathematischer und allgemeiner intellektueller Fähigkeiten im Vorschulalter« war die Konzeption, Erprobung und Evaluation eines Programms zur altersgemäßen Förderung kognitiver und hierbei insbesondere mathematischer Fähigkeiten in ihrer Vielfältigkeit.

Mathematische Fähigkeiten und ihre Entwicklung

Tagtäglich nutzen wir Dinge und vollziehen Handlungen, die nur durch mathematische Kenntnisse erklärbar und nutzbar sind, z.B. die Uhr lesen, mit Geld bezahlen, Hausnummern oder den richtigen Bahnsteig finden, Handys oder Fernbedienungen benutzen, Lotto spielen, Bundesligaergebnisse oder die Wettervorhersage verstehen usw.

Es gibt Belege dafür, dass die Sensibilität für Quantitäten angeboren ist (Hasher & Zacks, 1984; Wynn, 1990). Schon Säuglinge sind zur Mengendiskriminierung fähig

(Starkey, Spelke & Gelman, 1990; Wynn, 1998), und Neugeborene können Mengen bis zu vier Gegenständen vergleichen (Antell & Keating, 1983). Bis zum Vorschulalter haben Kinder bereits ein beträchtliches Wissen über numerische und nicht numerische Quantitäten (nicht auf Ziffern bezogene Mengen) erworben (Fuson, 1988; Geary, 1994; Luit, Rijt & Hasemann, 2001), und wesentliche Voraussetzungen für mathematisches Denken wie die Entwicklung des Zahlbegriffs bestehen bereits im Kleinkindalter. So beginnt das Erkennen von Zahlwörtern schon mit etwa zwei Jahren, wobei sich das Kind in diesem Alter über die eigentliche Bedeutung der Zahlwörter noch nicht im Klaren ist. Durch sprachliche Kontexteffekte lernen Kinder, dass unterschiedliche Zahlwörter unterschiedliche Mengen bezeichnen, z.B.: »Du bekommst nicht drei Kekse, sondern zwei.« (Wynn, 1990, 1992). Bis zum Alter von drei Jahren nutzen Kinder beim Zählen das Prinzip des »Subitizing«, der Mengenschätzung, welches das spontane Erfassen der Größe konkreter Mengen bis zu vier Gegenständen erlaubt (Wynn, 1990; Stern, 1998a). Im Alter von drei Jahren beginnen Kinder mit dem so genannten verbalen Zählen, wobei das Zählen noch stark dem Aufsagen eines Gedichtes ähnelt. Die weitere Zählentwicklung ist durch die drei Dogmen Sequenz, Zählen und kardinale Bedeutung geprägt (Moser Opitz, 2001). Mit der Sequenz ist die Beherrschung der Zahlwortreihe gemeint, welche zunächst durch Nachahmung Älterer und durch Auswendiglernen erworben wird. Bei dreieinhalbjährigen Kindern konnte Fuson (1984) eine eindeutige Dreiteilung in dem bereits gelernten Bereich der Zahlwortreihe belegen. Demnach steht am Anfang eine stabile und korrekte Zahlwortfolge wie z.B. 1, 2, 3, 4. Dann folgt eine ebenfalls stabile, jedoch nicht korrekte Folge von Zahlwörtern, die vor allem durch das Auslassen von Zahlwörtern gekennzeichnet ist (z.B. 6, 8, 9), und dann schließen sich Zahlwörter an, die bei jedem neuen Zählversuch unterschiedlich ausfallen können (z.B. 14, 16, 13, 5 und dann 12, 15, 16, 13). Bei Kindern mit etwa dreieinhalb Jahren sind erste Einblicke in das Kardinalitätsprinzip zu beobachten, wobei das zuletzt genannte Zahlwort die Größe der Menge angibt. Dies bedeutet jedoch nicht, dass die Kinder das Prinzip sicher und uneingeschränkt verwenden können. Die meisten vierjährigen Kinder sind jedoch in der Lage, die Anzahl der Elemente einer Menge von acht bis zehn Gegenständen mühelos zu ermitteln (Stern, 1998a).

Dann folgt die Phase des asynchronen Zählens im Alter von vier Jahren. Kinder sind dann in der Lage, Zahlwörter in der korrekten Reihenfolge zu benutzen, wobei sie beim Abzählen oft Objekte vergessen oder Objekte mehrfach zählen. Es schließt sich die Periode des synchronen Zählens an, in der Kinder fähig sind, beim Zählen genau auf ein Objekt zu zeigen. Im Alter von etwa fünf Jahren, in der Phase des resultativen Zählens (Luit, Rijt & Hasemann, 2001), wissen Kinder dann, dass jedes Objekt genau einmal gezählt wird, man mit der eins beginnt und das letzte Zahlwort der Gesamtzahl der Objekte entspricht.

Nachdem dieses Kardinalitätsprinzip einmal verinnerlicht wurde, sind bald auch einfache Additions- und Subtraktionsoperationen im kleinen Zahlenbereich möglich. Carpenter und Moser (1983) belegten bereits bei vierjährigen Kindern die Fähigkeit zur Addition und Subtraktion im kleinen Zahlenbereich, wenn auch mit Hilfe von Gegenständen oder Fingern zur Bestimmung der Gesamtmenge. Im Alter von fünf bis sechs Jahren erkennen Kinder dann in mehr oder weniger geordneten Mengen von Objekten Strukturen (z.B. das Zahlbild der Fünf auf einem Würfel) und sind in der Lage, von dieser Zahl an aufwärts zu zählen.

In einer Studie von Fuson (1988) konnte gezeigt werden, dass die meisten Kinder bis zum Alter von dreieinhalb Jahren die Zahlwörter bis zehn und bis zum Alter von viereinhalb Jahren von zehn bis zwanzig lernen. Allerdings sind viele Kinder zwischen viereinhalb und sechs Jahren noch unsicher im Umgang mit den Zahlwörtern von 14 bis 20.

Im Alter von etwa fünf Jahren beherrschen Kinder jedoch die fünf zugrunde liegenden funktionalen Prinzipien des Zählens (Gelman & Meck, 1986; Wynn, 1990, 1992). Es handelt sich dabei um das Eindeutigkeitsprinzip, das Prinzip der stabilen Reihenfolge der Zahlsymbole, das Kardinalitätsprinzip, das Abstraktionsprinzip des Zählvorgangs sowie das Prinzip der Irrelevanz der Reihenfolge der zu zählenden Objekte.

Vorstellungen über Zahlen und Größen entwickeln sich also bereits bei Vorschulkindern. Dabei zeigen sich erhebliche interindividuelle Unterschiede in der Art und im Tempo der Entwicklung der Zählfertigkeit (Hasemann, 2003).

Automatisiertes Wissen wie das Zahlenwissen ist eine wesentliche Voraussetzung für das Verständnis mathematischer Beziehungen. Studien zeigen, dass der frühzeitige Erwerb von Basisfertigkeiten entscheidend für die späteren schulischen Leistungen ist (Stern, 1998a). Den Einfluss der vorschulischen Entwicklung belegt beispielsweise die Längsschnittstudie LOGIK und SCHOLASTIK (Weinert & Helmke, 1997). Sie zeigt, dass der spätere Schulerfolg in hohem Maße davon abhängt, wie viel bereichsspezifisches Vorwissen Kinder im Vorschulalter ausbilden. Deshalb sollte Mathematik so früh wie möglich in sinnstiftende Aktivitäten eingebettet und gefördert werden (Stern, 1998b).

Das Förderprogramm

Kinder entwickeln früh ein Interesse an Formen, Mustern, Zahlen und Größen (Hasemann, 2003) und signalisieren durch häufig gestellte »Warum-Fragen« ihren Wissensdurst nach Erklärungen für Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge in ihrer Umwelt. Das Förderprogramm greift dieses Interesse auf und möchte vor allem die Lernfreude anregen. Im Gegensatz zu ähnlichen Programmen, die sich z.B. eher auf den Umgang mit Zahlen konzentrieren (Preiß, 2004; Friedrich & Bordihn, 2003), wird hier der Fokus auf unterschiedliche kognitive Fähigkeitsbereiche gerichtet. Ausgewählt wurden solche Bereiche, die entweder zentrale Bestandteile mathematischen Denkens sind, notwendige Voraussetzungen dafür darstellen oder eng damit assoziiert und somit für das

Adresse

Dr. phil.
JEANNE RADEMACHER
Institut für Psychologie I
Otto-von-Guericke-
Universität Magdeburg
PF 4120
39016 Magdeburg

Hogrefe

Verstehen mathematischer und naturwissenschaftlicher Zusammenhänge relevant sind. Das Programm umfasst folgende acht kognitiven Bereiche: visuelle Differenzierungsfähigkeit (1), räumliches Vorstellen (2), Mengenauffassung (3), Zahlbegriff (4), einfache Rechenoperationen (5), Umgang mit Symbolen (6), Erfassen abstrakt-logischer Zusammenhänge (7) und Ursache-Wirkungs-Beziehungen (8). Zu jedem dieser acht Bereiche wurden zwei Fördereinheiten zusammengestellt, die sich wiederum aus einzelnen Förderelementen zusammensetzen. Wesentliches Merkmal der Fördereinheiten ist, dass die mathematischen Inhalte den Kindern in altersadäquater Weise und vor allem in spielerischer Form nahe gebracht werden. Dies wird im Folgenden anhand ausgewählter Beispiele erläutert.

Beispiel 1: »Zahlen würfeln«

Ein Element, das verschiedene der genannten kognitiven Fähigkeiten gleichzeitig fördert, ist das »Zahlenwürfeln«. Dabei würfelt das Kind mit einem Zahlen- und einem Farbwürfel gleichzeitig und legt dann die Anzahl der Augen des Würfels mit Muggelsteinen nach. Die Muggelsteine sollen zudem der gewürfelten Farbe entsprechen. Der Schwierigkeitsgrad dieses Spiels kann dadurch erhöht werden, dass man nach jeder Runde einen Zahlenwürfel hinzunimmt oder das Kind die Anzahl der Punkte, die es gewürfelt hat, verdoppeln lässt (vgl. Abbildung 1). Dieses Förderelement kombiniert die Mengenauffassung mit dem Zahlbegriff und dient der Verdeutlichung einfacher Rechenoperationen.



Abb. 1: Zahlen würfeln und mit farbigen Muggelsteinen legen

Beispiel 2: »Pferderennen«

Die Begriffe »rechts« und »links« als Aspekte des räumlichen Vorstellens werden durch das »Pferderennen« gefördert. Dabei sitzen alle Kinder im Kreis und ahmen die Bewegungen und Laute eines Jockeys nach. Die Kinder schlagen dabei mit den Händen im Trab-Rhythmus leicht auf die Oberschenkel und legen sich nach rechts, wenn eine Rechtskurve, und nach links, wenn eine Linkskurve kommt (vgl. Abbildung 2).



Abb. 2: Das »Pferderennen«, ein Bewegungsspiel zum räumlichen Vorstellen

Beispiel 3: Mengenzuordnung

Zur Förderung der Mengenauffassung machen sich die Kinder zunächst mit den Perlengläsern vertraut. Dann steht das Erfassen einer gemeinsamen Beziehung zwi-

schen zwei unterschiedlichen Mengen im Vordergrund. Die Kreisscheiben mit einer unterschiedlichen Anzahl an Punkten werden den Gläsern mit einer unterschiedlichen Perlenmenge zugeordnet. Dabei gehört zu dem Glas mit den wenigsten Perlen die Kreisscheibe mit den wenigsten Punkten (Abb. 3). Im Anschluss werden zwei Perlengläser von den Kindern so befüllt, dass in allen Gläsern gleich viele Perlen sind.

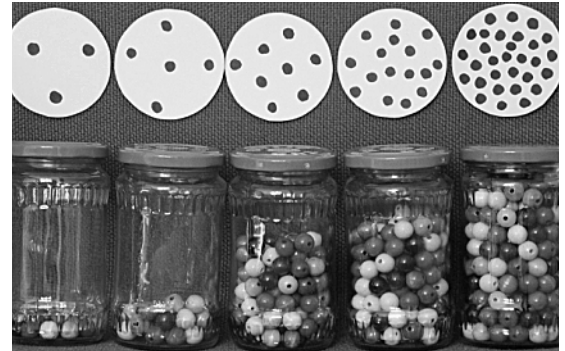


Abb. 3: Zuordnung von Kreisscheiben zu Perlengläsern

Die erste Erprobung des Programms erfolgte in acht Kindergärten der Stadt Magdeburg in der Zeit von Februar bis April 2004. Die Förderung war in den Kindergartenalltag integriert und erstreckte sich über einen Zeitraum von acht Wochen, wobei die Fördereinheiten zweimal wöchentlich vormittags durchgeführt wurden.

Die Evaluationsstudie

Zur Überprüfung der Wirksamkeit des Förderprogramms verwendeten wir einen Versuchs-Kontrollgruppen-Plan kombiniert mit einem Prä-/Posttest-Design. Die Evaluation des Förderprogramms erfolgte im Rahmen einer sog. Zwei-Ebenen-Evaluation, d.h. zum einen anhand des Effektnachweises auf der Lernebene (Prä-/Posttest), zum anderen auf der Akzeptanzebene (Elternfragebögen). Darüber hinaus wird derzeit nach der Einschätzung des Förderprogramms durch die Erzieher und Erzieherinnen, die mit der pädagogisch-didaktischen Handreichung arbeiten, gefragt, so dass zukünftig noch weitere Informationen zur Akzeptanz vorliegen.

Stichprobe

An der Untersuchung nahmen insgesamt 97 Kinder teil. Die Kontrollgruppe besteht aus 45, die Versuchsgruppe aus 52 Kindern. Es nahmen 54 Jungen und 43 Mädchen an der Studie teil (vgl. Tabelle 2).

Tab 2: Untersuchungsdesign und Stichprobenzusammensetzung

	Versuchsgruppe	Kontrollgruppe	Gesamt
Jungen	31	23	54
Mädchen	21	22	43
Gesamt	52	45	97

Das Durchschnittsalter der Kinder betrug sechs Jahre und drei Monate ($M = 74.71$ Monate, $SD = 4.22$ Monate, $Min = 65$ Monate, $Max = 85$ Monate).

Angaben über den sozioökonomischen Hintergrund der Stichprobe wurden über einen Elternfragebogen gewonnen, der Variablen wie den Familienstand, die

Anzahl der in der Familie lebenden Kinder, den Bildungsgrad, die berufliche Tätigkeit und das Einkommen erfragte. Dabei zeigte sich, dass die Stichprobe vorwiegend aus der Mittelschicht stammt und über ein durchschnittliches Bildungsniveau verfügt. Ein Großteil der Kinder wächst als Einzelkind (50%) bzw. mit einem Geschwisterkind (37%) auf. Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen der Versuchsgruppe und der Kontrollgruppe hinsichtlich der sozioökonomischen Variablen.

Ablauf

Zur Bestimmung des kognitiven Ausgangsniveaus der Kinder wurden von Oktober bis Dezember 2003 Vortests mit verschiedenen für die Altersgruppe geeigneten Leistungstests (z.B. HAWIVA, CFT 1) durchgeführt. Anhand dieser Daten wurden leistungsäquivalente Gruppen gebildet.

Die Versuchsgruppe nahm dann von Februar bis April 2004 an dem Förderprogramm teil, das aus jeweils zwei Fördereinheiten pro Fähigkeitsbereich sowie einer Kennenlernstunde bestand. Aufgrund von Krankheit, Urlaub etc. konnte eine Teilnahme aller Kinder der Versuchsgruppe an allen Fördereinheiten nicht realisiert werden. Um eine angemessene Auswertung der Ergebnisse zu ermöglichen, wurden die Kinder, die an mindestens zehn Fördereinheiten teilgenommen haben, in die Auswertung einbezogen.

Die Fördereinheiten fanden zweimal pro Woche statt und wurden von verschiedenen Versuchsleitern durchgeführt. Die Versuchsleiter wurden vor Beginn jeder einzelnen Fördereinheit im Umgang mit den Arbeitsmaterialien geschult sowie in die standardisierte Vorgehensweise eingewiesen (z.B. durch ausformulierte Instruktionen). Hierbei wurden die einzelnen Fördereinheiten den Versuchsleitern demonstriert und von ihnen selbst gegenseitig durchgeführt. Im Anschluss erfolgte eine unmittelbare Rückmeldung und Auswertung zum Verlauf der Fördereinheit. Um Versuchsleitereffekte zu vermeiden, wurden verschiedene Versuchsleiter eingesetzt: Die Zuweisung der Kinder zu den einzelnen Trainern erfolgte bei jeder Trainingsstunde zufällig.

Die einzelnen Fördereinheiten dauerten in der Regel 30 bis 45 Minuten und fanden zum Teil in der Großgruppe, in der Regel aber in kleinen Gruppen von ca. fünf Kindern statt. Die Durchführung der Nachtests erfolgte in der Zeit von Mai bis Juli 2004.

Ergebnisse in den Vortests

Bezogen auf die Diagnostik kognitiver Fähigkeiten im Vorschulalter, ist anzumerken, dass für eine umfangreiche Testung im Vorschulalter kaum empirische Erfahrungen vorlagen. Um eine Überlastung der Kinder zu vermeiden, wurden einige Tests verkürzt dargeboten, was zur Verringerung der Reliabilität führte. Als Grundlage für die statistischen Analysen dienten die Rohwerte der in den Vortests verwendeten acht Testverfahren. Die internen Konsistenzen (Cronbachs alpha) variierten zwischen $\alpha = .45$ und $\alpha = .84$ und weisen auf eine ungenügende Zuverlässigkeit einiger Testverfahren hin. Es

Huber

traten zudem Deckeneffekte bei zwei der eingesetzten Verfahren auf (zu geringer Schwierigkeitsgrad der Testitems), die dazu führten, dass die Gruppe der leistungstärkeren Kinder in diesen Bereichen nicht genügend differenziert werden konnte. Um eine ausreichende Unterscheidung zu ermöglichen und die Leistungsfähigkeit aller Kinder reliabel abzubilden, wurde daher ein Summenscore aller Testwerte gebildet (Testverlängerung). Mit diesem Summenscore wurde ein reliables Vergleichsmaß geschaffen ($\alpha = .80$), mit dem Versuchs- und Kontrollgruppe hinsichtlich mathematischer Leistungsfähigkeit vergleichbar waren.

Der Summenscore aller durchgeführten Vortests ergab keine signifikanten Leistungsunterschiede zwischen der Versuchsgruppe ($M = 38.95$, $SD = 8.55$) und der Kontrollgruppe ($M = 38.65$, $SD = 11.00$), was für ein gleiches Ausgangsniveau der mathematischen Leistungsfähigkeit beider Gruppen spricht ($t = -.132$, $df = 77$, $p = .895$, $d = .03$). Ebenso existierten keine signifikanten Unterschiede ($t = .128$, $df = 75$, $p = .899$, $d = .03$) zwischen Jungen ($M = 38.93$, $SD = 9.77$) und Mädchen ($M = 38.64$, $SD = 9.70$). Zum Vortestzeitpunkt unterschieden sich die Kinder jedoch untereinander in ihrem kognitiven Entwicklungsstand, was sich in der Variabilität der erreichten Gesamtpunktzahl (Min = 16, Max = 60; Range = 44) widerspiegelt. Die Gesamtpunkte im Vortest waren normal verteilt ($M = 38.81$, $SD = 9.68$, Kolmogorov-Smirnov-Z = .920, $p = .365$) (vgl. Abbildung 4).

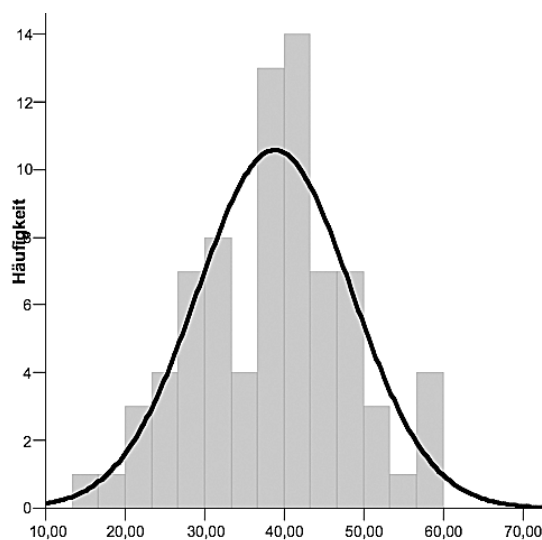


Abb. 4 : Verteilung der Gesamtpunkte im Vortest

Ergebnisse in den Nachtests

Als Grundlage für die statistischen Analysen dienten die Rohwerte der in den Nachtests verwendeten acht Testverfahren. Um im Posttest Testeffekte (Übungseffekte) auszuschließen, wurden z.T. ähnliche, aber andere Verfahren benutzt. Da keine Parallelförmigkeiten existieren, musste auf andere Testverfahren zurückgegriffen werden. Aus den Erfahrungen der Vortestung konnten für den Nachtest wichtige Verbesserungen realisiert und damit eine Reliabilitätssteigerung erreicht werden. Die internen Konsistenzen (Cronbachs alpha) der im Nachtest verwendeten Verfahren waren ausreichend hoch und variierten zwischen $\alpha = .73$ und

$\alpha = .89$. Im Gegensatz zu den Vortests ergaben sich hier signifikante Leistungsvorteile der Versuchsgruppe gegenüber der Kontrollgruppe in den Bereichen räumliches Vorstellen ($t = -2.34$, $df = 91$, $p = .021$, $d = .48$; BiRT, Hinze & Quaiser-Pohl, in Vorb.), Mengenauffassung ($t = -3.56$, $df = 88$, $p = .001$, $d = .75$; KFT-k Untertest »Rechnerisches Denken«, Heller & Geisler, 1983) und einfache Rechenoperationen ($t = -2.11$, $df = 72$, $p = .038$, $d = .49$; K-ABC-Untertest »Rechnen«, Melcher & Preuß, 1991), dargestellt in Tabelle 3.

In vier weiteren Fähigkeitsbereichen erzielte die Versuchsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe deskriptiv höhere Mittelwerte, die jedoch zufallskritisch nicht abgesichert sind (vgl. Tab. 3). Es handelt sich hier um die Bereiche visuelle Differenzierungsfähigkeit (VLT-Untertest »Formen«, Roether, 1983), Zahlbegriff (OTZ, Luit, Rijt & Hasemann, 2001), Umgang mit Symbolen (CFT1-Untertest »Substitution«, Cattell, Weiß & Osterland, 1980) sowie Erfassen abstrakt-logischer Zusammenhänge (CFT1-Untertest »Matrizen«, Cattell, Weiß & Osterland, 1980). Für den Fähigkeitsbereich Ursache-Wirkungs-Beziehungen (Untertest »Fotoserie« des K-ABC, Melcher & Preuß, 1991) erzielte die Kontrollgruppe ($M = 6.15$, $SD = 2.84$) im Vergleich zur Versuchsgruppe ($M = 5.56$, $SD = 3.11$) einen geringfügig höheren Mittelwert, der jedoch statistisch nicht signifikant war.

Auch in den Nachtests ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Jungen und Mädchen für alle acht kognitiven Fähigkeitsbereiche.

Diskussion der Ergebnisse und Ausblick

Das entwickelte Förderprogramm vermittelt Vorschulkindern mathematische Inhalte in altersangemessener Weise und verbessert dadurch insbesondere Fähigkeiten wie das räumliche Vorstellen, die Mengenauffassung und das Beherrschen einfacher Rechenoperationen. Die Nachtestergebnisse belegen die Wirksamkeit des Förderprogramms für diese drei Fähigkeitsbereiche, die besonders für erfolgreiches mathematisches Denken von Kindern verantwortlich sind (Lehmann & Jüling, 2002).

Auch in den anderen kognitiven Bereichen wie visuelle Differenzierungsfähigkeit, Zahlbegriff, Umgang mit Symbolen sowie Erfassen abstrakt-logischer Zusammenhänge erzielte die Versuchsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe im Nachtest höhere Mittelwerte, die jedoch statistisch nicht signifikant waren. Dies könnte auf den relativ kurzen Förderzeitraum von acht Wochen zurückzuführen sein. Hinzu kommt, dass aufgrund von Krankheit nicht alle Kinder an dem gesamten Förderprogramm teilnahmen und sich somit deren Förderungsintensität reduzierte. Im Rahmen einer Folgeuntersuchung mit einer wesentlich längeren Trainingsdauer in vier mathematisch relevanten Fähigkeitsbereichen kam es zu signifikanten Leistungsverbesserungen in allen geförderten Bereichen. Bemerkenswert ist der Befund, dass sich für keinen der acht Fähigkeitsbereiche weder im Vor- noch im Nachtest Geschlechtsunterschiede nachweisen ließen. Neben dem nachgewiesenen Leistungszuwachs im

Spectrum Verlag

Kognitive Fähigkeitsbereiche	Gruppe	N	M	SD	t	p	d
Visuelle Differenzierungsfähigkeit	KG	40	18.05	3.00	-1.05	.297	.22
	VG	46	18.63	2.10			
Räumliches Vorstellen	KG	43	8.44	2.93	-2.34	.021	.48
	VG	50	9.76	2.50			
Mengenauffassung	KG	41	6.85	3.01	-3.56	.001	.75
	VG	49	9.12	3.00			
Zahlbegriff	KG	43	27.70	7.81	-1.25	.215	.26
	VG	50	29.56	6.58			
Einfache Rechenoperationen	KG	34	15.91	3.79	-2.11	.038	.49
	VG	40	17.73	3.57			
Umgang mit Symbolen	KG	41	7.95	2.99	-0.89	.374	.19
	VG	48	8.48	2.60			
Abstrakt-logische Zusammenhänge	KG	41	5.76	3.18	-0.40	.688	.08
	VG	48	6.02	3.00			
Ursache-Wirkungs-Beziehungen	KG	41	6.15	2.84	0.92	.361	-.19
	VG	48	5.56	3.11			

Tab 3: Vergleich der Mittelwerte in den einzelnen Verfahren des Nachtests zwischen Versuchsgruppe (VG) und Kontrollgruppe (KG)

Anmerkungen: N: Anzahl der Kinder, M: Mittelwerte, SD: Standardabweichungen, t: Prüfgröße, p: Signifikanzniveau, d: Effektstärkemaß für die Bedeutsamkeit des Mittelwertunterschieds

mathematischen Bereich wurden von den Versuchsleitern zudem Fortschritte im sozialen Verhalten (Gruppenarbeit) und der Kommunikationsfähigkeit der Kinder berichtet. Da die Erfassung dieser Fähigkeiten in der vorliegenden Studie allerdings nicht in standardisierter Form erfolgte, kann dieses Beobachtungsergebnis lediglich als Hinweis gewertet werden, in nachfolgenden Studien sind auch diese Aspekte in die Wirkungskontrolle miteinzubeziehen.

Ein weiteres Anliegen der ersten Erprobung des Förderprogramms war die Frage nach der Akzeptanz bei den Kindern. Zu diesem Zweck wurden die Eltern gebeten einzuschätzen, ob und in welchem Maße das Kind zu Hause von dem Förderprogramm berichtete. Im Elternfragebogen gaben insgesamt 88 Prozent der Eltern an, dass sich ihre Kinder zu Hause positiv über das Förderprogramm äußerten. Zwölf Prozent antworteten, dass ihr Kind sich weder besonders positiv noch negativ über das Programm äußerte. Dies spricht für eine insgesamt sehr hohe Akzeptanz des Förderprogramms seitens der Kinder. Ferner ergab der Austausch mit den Leiterinnen der teilnehmenden Kindergärten, dass eine konzeptionelle Weiterentwicklung und inhaltliche Ausdehnung des Projekts ihrerseits ausdrücklich erwünscht sei und ein großes Interesse an pädagogischen Materialien zur Förderung mathematischer Fähigkeiten im Vorschulalter bestünde. Dies unterstreicht den Forschungs- und Handlungsbedarf hinsichtlich mathematischer Bildung im Vorschulbereich. Aufgrund der zeitlichen Begrenzung des Projekts konnte eine längerfristige wissenschaftliche Begleitung der teilnehmenden Kinder beim Übergang zur Grundschule im Rahmen einer Follow-up-Untersuchung nicht realisiert werden. Somit bleibt die Frage offen, ob sich die Teilnahme am Förderprogramm auch auf die schulischen Leistungen auswirkt. Die Erfahrungen bei der

Durchführung des von uns entwickelten Förderprogramms haben gezeigt, dass es möglich ist, Mathematik spielerisch und mit viel Spaß und Freude bereits Vorschulkindern nahe zu bringen. Die Vorschulkinder fühlten sich dabei keineswegs überfordert. In Anbetracht der vielfach geäußerten Vorbehalte gegenüber gezielten Bildungsmaßnahmen im Kindergarten lässt sich vermuten, dass Erwachsene den Wissensdurst und die Fähigkeiten von Kindern in diesem Alter unterschätzen. Lernen gilt jedoch als eine natürliche und nicht zu bremsende Lieblingsbeschäftigung unseres Gehirns (Spitzer, 2003) und die hirnpfysiologischen Voraussetzungen für Lernen bilden sich bereits früh aus (Lempert & Achtenhagen, 2000), wie unter anderem die kognitive Säuglingsforschung zeigt (Antell & Keating, 1983; Dehaene, 1997; Wynn, 1990, 1998; Gallistel & Gelman, 2000; Xu & Spelke, 2000; Lipton & Spelke, 2003). Nach Grossmann & Biritz (2002) scheint eine qualitativ hochwertige, bereits in frühester Kindheit ansetzende Bildung ein unverzichtbares Fundament für lebenslanges Lernen zu sein. Zumindest für den späteren Schulerfolg – aber nicht nur für diesen – sind die ersten Lebensjahre entscheidend. Sie sollten deshalb durch die Schaffung reichhaltiger Bildungsgelegenheiten ausgeschöpft werden, auch in den bisher eher vernachlässigten Bildungsbereichen der mathematischen und naturwissenschaftlichen Grunderfahrungen. Eine anregende Umwelt zu schaffen und dabei mathematische Konzepte in den Alltag der Kinder zu integrieren sollte deshalb zukünftig noch mehr im Mittelpunkt der vorschulischen Förderung stehen. Dabei sind Bildungsangebote im Kindergarten nicht als Ersatz für die elterlichen Angebote, sondern als deren Ergänzung zu verstehen.

ABSTRACT

The study presents the conception, the trial and the evaluation of a programme for the furtherance of cognitive abilities, especially mathematical abilities of preschoolers appropriate to their age. The supporting programme consists of 17 units allocated to eight fields of cognitive abilities (ability of visual differentiation, spatial visualization, grasping of sets, concept of figures, simple arithmetic operations, dealing of symbols, conceiving of abstract logical connections, relations of cause and effect) and it was performed in a playful way with children of preschool age in eight Magdeburg kindergartens. The furtherance happened over a period of eight weeks. A total of 97 preschoolers (54 boys, 43 girls) on the average age of 6 years and 3 months took part in the pre-post-test designed study of evaluation. The subjects were assigned to an experimental or a control group. The pretest did not yield significant differences between the experimental and control group in the eight fields of abilities. The posttest revealed significant differences between the two groups in spatial visualization, grasping of sets and simple arithmetic operations. Conclusions for the realisation of mathematical education in the kindergarten are discussed.

DPV

75x256

Sprin-
ger
Verlag

NACH
DIESER
ANGABE
gibt es
keinen
Beschnitt ??

L I T E R A T U R

- Antell, J. R. & Keating, D. P.** (1983). Perception of numerical invariance in neonates. *Child Development*, 54, 695-701.
- Baumert, J.** (2001). PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen: Leske + Budrich.
- Bos, W., Lankes, E.-M., Prenzel, M., Schwippert, K., Walther, G. & Valtin, R.** (Hrsg.) (2003). Erste Ergebnisse aus IGLU. Schülerleistungen am Ende der vierten Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich. Münster: Waxmann.
- Carpenter, T. P. & Moser, J. M.** (1983). The acquisition of addition and subtraction concepts. In R. Lesh & M. Landau (Hrsg.), *Acquisition of mathematics concepts and process* (S. 7-44). New York: Academic Press.
- Cattell, R.B., Weiß, R. H. & Osterland, J.** (1980). CFT 1. Grundintelligenztest Skala 1 (4. Aufl.). Braunschweig: Westermann.
- Dehaene, S.** (1997). *The number sense. How the mind creates mathematics*. New York: Oxford University Press.
- Domel, J.** (1993). Zur Entwicklung des Zahlbegriffs im Vorschulalter. Eine interventionsorientierte und sequenzanalytische Untersuchung auf der Grundlage von Trainingsprogrammen zum Konstruktionspiel. Unveröffentlichte Dissertation. Humboldt-Universität Berlin.
- Eichhorn, J.** (2005). Konsequenzen aus dem Schock: Eine Übersicht über den Stand der Bildungspläne und -empfehlungen in den Bundesländern (1). *Kindergarten heute*, 1, 20-26.
- Friedrich, G.** (2003). Die Zahlen halten Einzug in den Kindergarten. Ein Projekt zur mathematischen Frühförderung. *Kindergarten heute*, 1, 34-40.
- Friedrich, G. & Bördihn, A.** (2003). So geht's. Spaß mit Zahlen und Mathematik im Kindergarten. Sonderheft der Zeitschrift *Kindergarten heute*. Freiburg: Herder.
- Friedrich, G. & Munz, H.** (2004). Zahlenland im Kindergarten. Ein ganzheitliches Förderkonzept am Beispiel elementarer Mathematik. *KiTa aktuell*, 4, 86-89.
- Fuson, K. C.** (1988). *Children's counting and concepts of number*. New York: Springer.
- Gallistel, C. R. & Gelman, R.** (2000). Non-verbal numerical cognition. From reals to integers. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 59-65.
- Geary, D. C.** (1994). *Children's mathematical development. Research and practical applications*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Grossmann, R. & Biritz, H.** (2002). Österreichischer Länderbericht. Wie stellen sich Bildungspolitik und Bildungsverwaltung auf das Lernen in der Wissensgesellschaft ein? In Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur, Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (Hrsg.), *Lernen in der Wissensgesellschaft* (Schulentwicklung, 33, 62-99). Innsbruck: Studienverlag.
- Hasemann, K.** (2003). Ordnen, Zählen, Experimentieren. Mathematische Bildung im Kindergarten. In S. Weber (Hrsg.), *Die Bildungsbereiche im Kindergarten. Basiswissen für Ausbildung und Praxis* (S. 181-205). Freiburg im Breisgau: Herder.
- Hasher, L. & Zacks, R. T.** (1984). Automatic processing of fundamental information. *American Psychologist*, 39, 1372-1388.
- Heller, K. & Geisler, H.-J.** (1983). Kognitiver Fähigkeits-Test (Kindergartenform). Weinheim: Beltz.
- Hinze, S. & Quaiser-Pohl** (in Vorb.). Der Bilder-Rotations-Test (BiRT) ... Ein Test zur Erfassung der mentalen Rotation im Vorschulalter.
- Klauer, K. J.** (1989). *Denktraining für Kinder I. Ein Programm zur intellektuellen Förderung*. Göttingen: Hogrefe.
- Klauer, K. J.** (1991). *Denktraining für Kinder II. Ein Programm zur intellektuellen Förderung*. Göttingen: Hogrefe.
- Lehmann, W. & Jüling, I.** (2002). Raumvorstellungsfähigkeit und mathematische Fähigkeiten – unabhängige Konstrukte oder zwei Seiten einer Medaille? *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 49, 31-43.
- Lempert, W. & Achtenhagen, F.** (2000). *Psychologische Theorie, Empirie und Therapie*. Opladen: Leske + Budrich.
- Lipton, J. S. & Spelke, E. S.** (2003). Origins of number sense. Large number discrimination in human infants. *Psychological Science*, 14, 396-401.
- Luit, J. E. H. v., Rijt, B. A. M. v. d. & Hasemann, K.** (2001). *Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung. Manual*. Göttingen, Hogrefe.
- Melcher, P. & Preuß, U.** (1991). *Kaufman-Assessment Battery for Children*. Deutschsprachige Fassung. Amsterdam: Swets & Zeitlinger.
- Moser Opitz, E.** (2001). *Zählen Zahlbegriff Rechnen*. Stuttgart: Paul Haupt.
- Oberhuemer, P.** (2003). *Bildungsprogrammatik für die Vorschuljahre. Ein internationaler Vergleich*. In W. E. Fthenakis (Hrsg.), *Elementarpädagogik nach PISA. Wie aus Kindertagesstätten Bildungseinrichtungen werden können* (S. 38-56).
- Preiß, G.** (2004). *Guten Morgen, liebe Zahlen! Eine Einführung in die »Entdeckungen im Zahlenland«*. Kirchzarten: Zahlenland Prof. Preiß.
- Roether, D.** (1983). *Vorschul-Lerntest*. VLT. Berlin: Psychodiagnostisches Zentrum.
- Spitzer, M.** (2003). *Lernen. Gehirnforschung und die Schule des Lebens*. Heidelberg: Spektrum.
- Starkey, P., Spelke, E. S. & Gelman, R.** (1990). Numerical abstraction by human infants. *Cognition*, 36, 97-127.
- Stern, E.** (1998a). *Die Entwicklung des mathematischen Verständnisses im Kindesalter*. Lengerich: Pabst.
- Stern, E.** (1998b). Die Entwicklung schulbezogener Kompetenzen. Mathematik. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Entwicklung im Kindesalter* (S. 97-113). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Sydow, H. & Meincke, J.** (1994). *DenkMit. Das Berliner Programm zur Förderung des Denkens und der Wahrnehmung von drei- bis sechsjährigen Kindern*. Das Handbuch. Kirchdorf: ZAK.
- Sydow, H. & Schmude, C.** (2001). Training des analogen Denkens und des Zahlbegriffs im Vorschulalter. Analysen der Wirkung von drei Programmen zum kognitiven Training. In K. J. Klauer (Hrsg.), *Handbuch Kognitives Training* (S. 129-164). Göttingen: Hogrefe.
- Weinert, F. E. & Helmke, A.** (1997). *Entwicklung im Grundschulalter*. Weinheim, Beltz.
- Wynn, K.** (1990). Children's understanding of counting. *Cognition*, 36, 155-193.
- Wynn, K.** (1998). Psychological foundations of number. Numerical competence in human infants. *Trends in Cognitive Sciences*, 2, 296-303.
- Xu, F. & Spelke, E. S.** (2000). Large number discrimination in 6-month-old infants. *Cognition*, 74, B1-B11.

Oberberg
177x60