

# Förderung früher mathematischer Kompetenzen: Spielintegriert oder trainingsbasiert

Bernhard Hauser<sup>1</sup>, Franziska Vogt<sup>1</sup>, Rita Stebler<sup>2</sup>, Karin Rechsteiner<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pädagogische Hochschule St. Gallen

<sup>2</sup>Universität Zürich

**Zusammenfassung:** In dieser vergleichenden Interventionsstudie zu den frühen mathematischen Kompetenzen wurde eine spielintegrierte mit einer trainingsbasierten Frühförderung und einer Kontrollgruppe verglichen. Es nahmen 329 sechsjährige Kinder aus 35 zufällig den drei Gruppen zugeteilten Kindergartenklassen teil. Für die spielintegrierte Förderung wurden eigens entwickelte Spiele eingesetzt, für die trainingsbasierte Förderung das Programm „Mengen, zählen, Zahlen“ (Krajewski, Nieding & Schneider, 2007). Die zwei Förderbedingungen unterschieden sich im Hinblick auf die Lehrmethode (spielbasiert versus direkte Instruktion) und die durchschnittliche Gruppengröße in der Fördersituation (kleinere Gruppen in der spielintegrierten Förderung). Die Variablen kognitive Fähigkeiten, Bildungsnähe, sozio-ökonomischer Status und elterliche Erwartungen wurden kontrolliert. Vor sowie nach der Intervention wurden die mathematischen Kompetenzen gemessen. Für die spielintegrierte Förderung zeigte sich im Vergleich zur Kontrollgruppe ein signifikant größerer Lernzuwachs, ein Förderunterschied zwischen den beiden Interventionsbedingungen war nicht nachweisbar.

Schlüsselwörter: spielintegrierte Förderung, Training, frühe mathematische Kompetenzen.

**Abstract:** The effectiveness of two different interventions fostering early mathematical competences is compared with a control group in the context of kindergarten. One intervention group was given specially designed card and board games in a setting of guided play, the other intervention group followed the training programme for early number skills (Krajewski, Nieding & Schneider, 2007). The two interventions differed regarding the teaching method (play-based versus instruction) and the average group size of the intervention situation (smaller groups in the play-based situation). The sample of 35 Swiss kindergarten teachers was selected and assigned randomly. 329 children with a mean age of 6;03 years took part in pre- and post-tests. The two intervention groups and the control group were controlled for variables such as cognitive ability, socioeconomic background, home learning environment and parental expectations. Results on mathematical competences show significantly higher learning outcomes for the play-based intervention group compared with the control group, but no differences between the two intervention groups.

Key words: Early childhood education, early mathematics, guided play.

Dies ist die finale Fassung (Post-Print/accepted manuscript(AM)/Akzeptiertes Manuskript) der Autoren und Autorinnen.

Diese Artikelfassung entspricht nicht vollständig dem in der Zeitschrift veröffentlichten Artikel. Dies ist nicht die Originalversion des Artikels und kann daher nicht zur Zitierung herangezogen werden

Originalversion des Artikels (Publisher's Version/version of record (VoR)/Verlags-pdf):

Hauser, B., Vogt, F., Stebler, R., & Rechsteiner, K. (2014). Förderung früher mathematischer Kompetenzen. *Frühe Bildung*, 3 (3), 139-145. DOI:

<http://dx.doi.org/10.1026/2191-9186/a000144>

Frühe Bildung, Vol. 3, No. 3, © 2014: by hogrefe

Kinder verfügen schon beim Schuleintritt über beachtliche mathematische Kompetenzen wie das Aufsagen der Zahlreihe, das Abzählen von Objekten, das Vor- und Rückwärtszählen ab einer bestimmten Zahl, das Erkennen geschriebener Zahlen, Addition, Subtraktion und Mengenvergleich (Baroody, Lai & Mix, 2006, Ramani & Siegler, 2008). Wie zahlreiche Studien belegen, sind frühe mathematische Kompetenzen wie Zahlkenntnis, Zählfähigkeit, Ordinalität, Addition, Subtraktion und relative Mächtigkeit gute Prädiktoren für späteren Schulerfolg in Mathematik (Duncan, Dowsett, Claessens, Magnuson, Huston & Klebanov, 2007). Mathematische Kompetenzen sollten deshalb bereits im Kindergarten systematisch gefördert werden. Der vorliegende Beitrag geht der Frage nach, in welchem methodischen Setting und mit welchem Lernzuwachs mathematische Förderung im Kindergarten erfolgen kann.

### **Wirkungen unterschiedlicher Methoden mathematischer Frühförderung**

Das Wissen um die Bedeutung der frühen mathematischen Kompetenzen hat in den letzten Jahren auch im deutschsprachigen Raum zur Entwicklung von nachweislich wirksamen Förderprogrammen mit beachtlichen Effektstärken geführt (Friedrich & Munz, 2006; Krajewski, Nieding & Schneider, 2008; Pauen & Pahnke, 2008; Wittmann, 2010). Die Verfahren unterscheiden sich nicht nur bei den eingesetzten Tests, der Treatmentintensität und der Interventionsdauer, sondern auch bezüglich der didaktischen Arrangements. So betonen Friedrich und Munz (2006) für „Zahlenland“ die Einbettung der Mathematik in Märchen- und angeleitete Spielsequenzen. Wittmann (2010) favorisiert in „Mathe 2000“ eine frühe Aktivierung der Abstraktion, forschendes Lernen und die Beachtung von Mustern. Krajewski et al. (2008) verfolgen mit „Mengen, zählen, Zahlen“ (MZZ) einen angeleiteten, systematischen Aufbau von Mengen-Zahlen-Kompetenzen. Der Vergleich zwischen „Zahlenland“ und „Mathe 2000“ ergab (mit einer Ausnahme in einem Untertest) keine signifikanten Unterschiede, weshalb es nicht von Bedeutung sei, „mit welchen Methoden man Kindern der interessierenden Altersgruppe die Mathematik näher bringt“ (Pauen & Pahnke, 2008, S. 205). Hingegen fanden sich Unterschiede zugunsten von MZZ, dies allerdings gegenüber einer nicht im Rahmen einer Intervention kontrollierten „Zahlenland“-Gruppe (Krajewski et al., 2008). Aufgrund der erheblichen Unterschiede in Testsensitivität, Alterszielgruppe und didaktischer Ausrichtung sind die Programme nur begrenzt vergleichbar und Aussagen über deren Wirksamkeit nur eingeschränkt möglich.

### **Wirkungen von Förderung im Regelspiel**

Zum spielintegrierten Erwerb früher mathematischer Kompetenzen gibt es in der jüngeren Forschung vor allem für das Regelspiel ermutigende Befunde. Ein Verhalten gilt als Spiel, wenn es folgende Merkmale aufweist: Unvollständige Funktionalität, So-tun-als-ob, positive Aktivierung, Wiederholung und Variation, entspanntes Feld (für eine ausführliche Diskussion vgl. Burghardt, 2011; Hauser, 2013; Pellegrini, 2009). Die positive Aktivierung steht bei Menschen im Zusammenhang mit intrinsischer Motivation (Pellegrini, 2009) und Spaß, was im Spiel durch eine erhöhte Herzratenvariabilität (Hutt, 1979) nachgewiesen werden konnte. Der Aspekt des So-tun-als-ob zeigt sich im Spiel unter anderem in einer erhöhten Risikobereitschaft, die im Spiel mit erhöhter Dopaminausschüttung korreliert (Fiorillo, Tobler & Schultz, 2003). Im Gegensatz dazu zeigen Kinder beim schulischen Lernen eine geringe Risikobereitschaft: Sie wählen Aufgaben mit

geringerem Schwierigkeitsgrad und mit möglichst vorhersehbarem Erfolg (z.B. Clifford, 1988). Das Regelspiel unterscheidet sich von anderen Spielformen (wie Fantasie- oder Funktionsspiel) durch die schon vor dem Spiel feststehenden Regeln (Pellegrini, 2009) und durch die Nichtvorhersagbarkeit des Verlaufs (Howard-Jones & Demetriou, 2009; Pellegrini, 2009), welche z.B. durch das Würfeln der Anzahl Schritte in einem Brettspiel oder das Mischen der Karten bei einem Kartenspiel erzeugt wird. Regelspiele eignen sich unter anderem deshalb zum Lernen ausgewählter Kompetenzen, weil hier der Spielverlauf nicht wie in anderen Spielformen sehr frei gestaltet wird, sondern auf ausgewählte Aktivitäten fokussiert bleibt.

Positive Wirkungen von Regelspielen auf frühe mathematische Kompetenzen finden sich für Karten- und Videospiele und insbesondere für numerische Brettspiele wie das Leiterspiel (Siegler & Ramani, 2009). Beim Brettspiel „the great race“ mit aufsteigend von 1 bis 10 nummerierten Feldern beispielsweise konnten schon nach viermaligem Spielen signifikante Lernfortschritte im Vergleich zu einer Kontrollgruppe nachgewiesen werden (Ramani & Siegler, 2008). Numerische Brettspiele beschleunigen auch den Übergang von der logarithmischen zur linearen Zahlvorstellung. So fanden Whyte und Bull (2008) mit einer Intervention von nur sechs Regelspielsitzungen in sechs Wochen bei Vorschulkindern ein überzufälliges Wechseln von der logarithmischen zur linearen Zahlrepräsentation. Des Weiteren fördert das Kartenspiel „Lining Up the Fives“ die Konstruktion logisch-mathematischer Beziehungen nachhaltig (Kamii & Yaduhiko, 2005), wie eine Nachuntersuchung sechs Monate nach der vierwöchigen Intervention zeigte.

## **Forschungsziel und Hypothesen**

Offensichtlich lassen sich also frühe mathematische Kompetenzen mit sehr unterschiedlichen Methoden fördern. Allerdings sind die Wirkungen bei Förderprogrammen breiter als bei einzelnen Regelspielen. Noch nicht untersucht wurde, ob eine Spielesammlung gleich gut oder gar besser in der Lage ist, diese Fertigkeiten zu fördern.

Zur Klärung der Frage, ob eine spielintegrierte Förderung (SpiF) früher mathematischer Kompetenzen ebenso wirksam sein kann wie eine instruktionale Methode, wurde eine Spielesammlung zusammengestellt beziehungsweise entwickelt. Als Vergleichsmethode wurde das Training MZZ (Krajewski et al., 2007) gewählt, weil dieses replizierte Effekte hat, curriculare Züge aufweist und mit einer eher instruktionalen und wenig spielerischen Methode arbeitet. Aufgrund der Empfehlung, wonach „die Förderung mit MZZ möglichst nahe an den Schulanfang gelegt werden sollte“ (Krajewski et al., 2007, S. 14), wurde als Interventionszeit das letzte Quartal des zweiten Kindergartenjahres ausgewählt.

Mit der Studie wurden folgende Hypothesen geprüft:

- (1) Kinder mit spielintegrierter mathematischer Förderung (SpiF) machen größere Lernfortschritte als Kinder der Kontrollgruppe.
- (2) Die spielintegrierte Förderung (SpiF) führt zu ähnlichen Lernfortschritten wie die Förderung mit MZZ.

## **Methode**

### **Stichprobe**

Die Stichprobe umfasste zwei Interventionsgruppen (MZZ, SpiF) und eine Kontrollgruppe. Die MZZ-Gruppe wurde mit dem Programm „Mengen, zählen, Zahlen“ (Krajewski et al., 2007) gefördert, die SpiF-Gruppe mit einer eigens entwickelten Spielesammlung. Die Kontrollgruppe (KG) wurde unterrichtet wie bis anhin, wobei anzumerken ist, dass die Förderung mathematischer Kompetenzen schon seit einigen Jahren Bestandteil des Lehrplans dieses Kantons ist (Bildungsdepartement des Kantons St. Gallen, 2008).

Die Zuweisung der Klassen zu den Gruppen erfolgte zufällig. Von den 36 rekrutierten Kindergärtnerinnen aus dem Kanton St. Gallen fiel eine zu Beginn der Intervention aus und konnte nicht ersetzt werden. Die Stichprobe umfasste 329 Kinder des zweiten Kindergartenjahres aus 35 Klassen (MZZ: 12 Klassen,  $n = 111$ ; SpiF: 11 Klassen,  $n = 91$ ; KG: 12 Klassen;  $n = 127$ ).

Zum Zeitpunkt  $t_1$  waren die Kinder im Mittel 75 Monate alt ( $M_{SpiF} = 74.33$ ; 47 Mädchen, 44 Jungen;  $M_{MZZ} = 75.01$ ; 48 Mädchen, 63 Jungen;  $M_{KG} = 75.41$ ; 62 Mädchen, 65 Jungen). Die drei Gruppen unterscheiden sich weder bezüglich Alter der Kinder ( $F [2,326] = 1.400$ ;  $p > .05$ ) noch bezüglich Geschlechterverteilung ( $Chi^2 = 1.516$ ;  $df = 2$ ;  $p > .05$ ).

### **Förderprogramm „Mengen, zählen, Zahlen“ (MZZ)**

Das Trainingsprogramm MZZ bezieht sich auf das Entwicklungsmodell von Krajewski (vgl. Krajewski et al., 2008). Gefördert werden die Basiskompetenzen (Mengenverständnis, Zählfertigkeiten, Zahlenkenntnis), das Anzahlkonzept (Verbindung der Ziffern mit den dahinter stehenden Anzahlen), die Anzahlordnung (richtige Reihenfolge der Anzahlen), die Zahlzerlegung und Zahldifferenz (z.B. dass der Unterschied zwischen zwei Zahlen wieder eine Zahl ist). Der MZZ-Trainingskoffer (Krajewski et al., 2007) beinhaltet unter anderem ein zweidimensionales Zahlenhaus, Chips und Ziffer-Karten, Holzwürfel und -körper für die Anzahlen 1-10. Als wichtiges Mittel zur Veranschaulichung der Anzahlordnung dient die Zahlentreppe, weil die räumlich aufsteigende Größe der Zahlen und die gleichzeitige Unterteilung der einzelnen Zahlenstufen in abzählbare Abschnitte den Kindern die quantitative Ordnung der Zahlenfolge vermittelt und eine anschauliche Darstellung von Zahlzerlegung und Zahldifferenz darstellt. Weiter wird die Verbalisierung mathematischer Inhalte betont, um eine bewusste Einsicht in mathematische Gesetzmäßigkeiten und Prinzipien zu ermöglichen. Das Programm wird in Gruppen von vier bis sechs Kindern während 24 halbstündigen Sitzungen in acht Wochen durchgeführt. Da im Kanton St. Gallen eine Kindergartenklasse von 16-24 Kindern der beiden Jahrgänge vor Schuleintritt in der Regel von einer Kindergärtnerin alleine unterrichtet wird, wurde zur Sicherstellung von ausreichend Übungsmöglichkeiten in Klassen mit mehr als sieben Kindern ein zweiter MZZ-Koffer angeboten. Dieses Angebot haben sieben von neun Kindergärtnerinnen mit eher großen Klassen angenommen.

### **Spielintegrierte frühe Matheförderung (SpiF)**

Die spielintegrierte Förderung orientierte sich am gleichen Entwicklungsmodell mathematischer Kompetenzen (Krajewski et al., 2008) wie das MZZ. Der mathematische Gehalt der Spiele wurde durch eine am Programm MZZ (Krajewski et al., 2007) orientierte

mathematikdidaktische Aufgabenanalyse bestimmt. Die Spielesammlung wurde so zusammengestellt, dass jede im MZZ geförderte Kompetenz durch mindestens ein Spiel abgedeckt war. Weiter sollten die Spiele mit möglichst wenig mathematischer Instruktion der Lehrperson auskommen. Im Zentrum stand das selbständige Spielen bzw. die Eigenaktivität der Kinder. Als einziges Hilfsmittel erhielt jedes Kind eine Zahlentabelle. Darauf waren in aufsteigender Folge die Mengen von 1 bis 10 (in Fünfergruppen angeordnete Punkte) den entsprechenden arabischen Ziffern zugeordnet. Den Kindergärtnerinnen war es freigestellt, die Kinder ein Spiel frei wählen zu lassen oder ihnen eines zuzuweisen. Die zeitliche Vorgabe war mit dem MZZ identisch: Innerhalb von acht Wochen spielten die Kinder dreimal eine halbe Stunde pro Woche Mathematikspiele der Sammlung.

Die Sammlung enthielt zwölf Spiele für jeweils zwei bis sieben Kinder. Es handelte sich dabei zum Teil um bekannte und im Handel erhältliche Spiele wie „Shut the box“ oder „Halli galli“, zum Teil um adaptierte Spiele wie das aus dem „Elferraus“ abgeleitete „Fünferraus“ und zu einem weiteren Teil aus selbst entwickelten Spielen wie beispielsweise dem Muggelspiel.

Beim adaptierten Kartenspiel „Fünferraus“ für bis zu vier Kinder, in welchem die Zahlen von 1-10 in vier verschiedenen Farben vorlagen (40 Karten), erhielt jedes Kind zehn Karten, die es auf eine vor ihm liegende Steckleiste steckte, damit es alle eigenen Karten im Blick hatte und mit den auf dem Tisch liegenden vergleichen konnte. Mit einer „5“ durfte die Farbe eröffnet werden. Es konnten stets alle eigenen zu den auf dem Tisch liegenden anschließbaren Karten angelegt werden. Wer zuerst alle Karten gelegt hatte, hatte gewonnen. In diesem Spiel für mehrere Kinder wurde die Automatisierung der Einordnung von Zahlen in die Zahlenreihe geübt, indem die Kinder immer wieder die eigenen Karten mit den schon auf dem Tisch liegenden vergleichen mussten, um anschließbare Zahlen legen zu können. Bei längerem Spielen begannen die Kinder auch, Strategien zu entwickeln (Kamii & Yasuhiko, 2005).

Eigens entwickelt wurde das Muggelsteinspiel, in welchem ein Kind eine Menge zwischen 1 und 10 (mit 2 Fünferwürfeln) würfeln konnte. Der Spielpartner musste dann mit Hilfe einer Waage die gewürfelte Menge in zwei Teilmengen zerlegen und diese Zerlegung mit der Waage überprüfen. Ziel war es, für die Zerlegung eine Teilmengenkombination zu wählen, die auf der eigenen Spielunterlage abgedeckt werden konnte. (z.B. für die Menge 7:  $2+5$ ,  $3+4$ ,  $1+6$ ). Damit wurden vor allem die Zahlzerlegung beziehungsweise die Teil-Ganzes-Beziehungen geübt.

Auf das im MZZ vorgeschriebene standardisierte Verbalisieren mathematischer Inhalte wurde verzichtet, weil dies die Anwesenheit der Kindergärtnerin erfordert und damit den für Spiele typischen eher spontanen Verlauf beeinträchtigt hätte.

### ***Untersuchungsverfahren***

*Die mathematischen Kompetenzen* wurden mit dem Subtest für numerisch-mathematische Fähigkeiten von „wortgewandt & zahlenstark“ (Moser & Berweger, 2007) erhoben. Dieser prüft Ordinal- und Kardinalzahlaspekt, den Mengenvergleich, die Zahlensymbole und den Rechenzahlaspekt. Er basiert auf den Arbeiten zu den frühen numerischen und mathematischen Fähigkeiten von Krajewski (2003), auf den Messverfahren mit bildlicher Darstellung von van den Heuvel-Panhuizen (1995) und auf den Arbeiten zu einfacheren pränumerischen und darüber hinausgehenden Fertigkeiten von Moser Opitz

(2001). Der Test wurde auch aufgrund der Einbettung der Aufgaben in die Geschichte eines Zoobesuchs der Protagonisten Nina und Michael eingesetzt.

*Die kognitiven Fähigkeiten* wurden mit dem sprachfreien und an den Grundintelligenztest CFT 1 (Weiss, Cattell & Osterland, 1997) angelehnten „Test zur Erfassung der allgemeinen kognitiven Grundfähigkeit“ aus LEst4-7 (Lern- und Entwicklungsstand bei 4- bis 7-jährigen Kindern; Moser & Berweger, 2007) erhoben.

Demografische Angaben sowie Angaben zur Familie, zum Migrationshintergrund, zur Schulausbildung, zu den elterlichen Bildungsaspirationen in Bezug auf ihr Kind, zu familiären Spielpräferenzen, zu Ausbildung und aktueller Berufstätigkeit der Eltern (soziale Schicht) wurden in Anlehnung an Vogt, Zumwald, Urech und Abt (2010) sowie Neuenchwander, Balmer, Gasser, Goltz, Hirt, Ryser und Wartenweiler (2003) mit Hilfe von *Elternfragebögen* erfasst.

Zur Analyse der Lehr-/Lernsituation wurde in allen Interventionsklassen eine ganze Fördersequenz gefilmt.

## **Durchführung der Intervention**

Die Intervention erfolgte in verschiedenen Etappen: Sie startete im März 2010 mit einem zweitägigen Kurs für die Kindergärtnerinnen der beiden Interventionsgruppen. Am ersten Kurstag wurden die Kindergärtnerinnen beider Interventionsgruppen gemeinsam mit den theoretischen Grundlagen der Entwicklung der Mengen-Zahlen-Kompetenzen im Vorschulalter vertraut gemacht. Am zweiten Kurstag wurden sie nach Interventionsgruppen gesondert und anhand eines detaillierten Manuals in die jeweilige Fördermethode eingeführt. Die Einführung ins MZZ wurde von einer darin erfahrenen Kursleiterin durchgeführt. Ebenfalls im März wurden die Kinder durch geschulte Testadministratoren einzeln getestet (t1) und die Eltern mit einem Elternfragebogen befragt. Zwischen Frühlings- und Sommerferien wurden die acht Wochen dauernden Interventionen durchgeführt. In dieser Zeit fanden pro Interventionsgruppe zwei halbtägige Austauschtreffen mit den Kindergärtnerinnen statt, welche der Sicherung der Umsetzungstreue und der Informationsgewinnung zum Verlauf der Interventionen dienten. In allen Interventionsklassen wurde innerhalb der mittleren vier Interventionswochen eine vollständige Fördersequenz gefilmt. Nach Abschluss der Intervention (Juni 2010) wurden die Kinder zum zweiten Mal getestet (t2).

## **Ergebnisse**

### ***Ausgangsbedingungen***

Es fanden sich zwischen den drei Gruppen SpiF, MZZ und KG beim ersten Testzeitpunkt t1 keine Unterschiede in den kognitiven Fähigkeiten (ANOVA):  $F [2,325] = 0.622, p > .05$ . ( $M_{SpiF} = 14.5, SD = 3.3$ ;  $M_{MZZ} = 14.8, SD = 3.1$ ;  $M_{KG} = 14.3, SD = 3.4$ ; Tab. 1). Damit können die kognitiven Lernvoraussetzungen der Kinder in den drei Gruppen als vergleichbar betrachtet werden.

Tabelle 1: Ergebnisse der Interventionsgruppen und der Kontrollgruppe in den Ausgangsbedingungen (t1)

	MZZ n = 111		SpiF n = 91		KG n = 127		Max <sup>2</sup>
	M	SD	M	SD	M	SD	
Kognitive Fähigkeiten <sup>1</sup>	14.8	(3.1)	14.5	(3.3)	14.3	(3.4)	24
Mathematische Fähigkeiten	65.2	(19.7)	64.4	(17.5)	60.6	(17.8)	120
	MR <sup>3</sup>		MR		MR		
Sozial-ökonomischer Status	143.24 (n = 91)	-	131.72 (n = 82)	-	141.03 (n = 104)	-	-
Migrationshintergrund	138.34 (n = 94)	-	150.94 (n = 83)	-	136.87 (n = 105)	-	-
Elterliche Bildungsaspirationen	131.91 (n = 87)	-	140.26 (n = 76)	-	127.17 (n = 101)	-	-

Anmerkungen:

<sup>1</sup>für ein Kind der Kontrollgruppe konnte dieser Test nicht ausgewertet werden.

<sup>2</sup>Max = maximal erreichbarer Wert in diesem Test

<sup>3</sup>Sozial-ökonomischer Status, Migrationshintergrund und elterliche Bildungsaspirationen sind rangskalierte Variablen, weshalb hier mittlere Ränge (MR) aufgeführt sind.

Ähnliche Ergebnisse fanden sich für das mathematische Vorwissen<sup>1</sup>: Die Testung der SpiF-, MZZ- und Kontrollgruppe auf Vergleichbarkeit der Lernvoraussetzungen zum Testzeitpunkt t1 ergab folgende Werte: SpiF ( $n = 91$ ):  $M = 64.4$ ,  $SD = 17.5$ ; MZZ ( $n = 111$ ):  $M = 65.2$ ,  $SD = 19.7$ ; KG ( $n = 127$ ):  $M = 60.6$ ,  $SD = 17.8$ . Die Varianzanalyse zeigte keine signifikanten Unterschiede:  $F [2,326] = 2.088$ ,  $p > .05$ .

In die Variable „sozial-ökonomischer Status“ (SES) wurden vier Items des Elternfragebogens einbezogen: Der Schulabschluss der Eltern, der von den Eltern momentan ausgeübte Beruf, die Anzahl Bücher im Haushalt und das elterliche Einkommen. Die drei Gruppen SpiF, MZZ und KG unterschieden sich bezüglich SES nicht voneinander ( $Chi^2 = 1.009$ ,  $df = 2$ ,  $p > .05$ ). In der viergestuften Variable „Migrationshintergrund“ wurden Kinder, deren Eltern beide fremdsprachig sind, nicht in der Schweiz geboren wurden und zuhause die deutsche Sprache nicht häufig sprechen, einem hohen Migrationshintergrund (Rang 4) zugeordnet. Für Kinder, deren Eltern in der Schweiz geboren wurden, welche gleichzeitig beide deutschsprachig sind und die zuhause häufig deutsch sprechen, wurde der Rang 1 gesetzt, für Zwischenformen die Ränge 2 und 3. Die drei Gruppen SpiF, MZZ und KG unterschieden sich in den mittleren Rängen zum Migrationshintergrund nicht ( $Chi^2 = 2.429$ ,  $df = 2$ ,  $p > .05$ ).

Die Variable „elterliche Bildungsaspirationen“ besteht aus den elterlichen Bedeutungszuschreibungen zum Lernen im Kindergarten (Beispielitem: „Solides Lernen ist schon vor der 1. Klasse wichtig.“), dem für das Kind angestrebten höchsten Bildungsabschluss und den für die kommende Schulzeit erwarteten Leistungen (Beispielitem: „Ich wünsche, dass mein Kind zu den Besten der Klasse gehört.“). Die drei Gruppen SpiF, MZZ und KG unterschieden sich in den mittleren Rängen der Bildungsaspirationen nicht ( $Chi^2 = 1.284$ ,  $df = 2$ ,  $p > .05$ ).

<sup>1</sup> Von den ursprünglich 335 Kindern fielen 3 Kinder wegen fehlender Testergebnisse aus. Weiter wurden drei Kinder in t1 (Ausreißer in den mathematischen Lernvoraussetzungen) mit dem dafür im Statistikpaket SPSS vorgesehenen Kriterium ausgeschlossen: (mittlere Quartile minus Mittelwert) \* 2.5 = 1.687 z (bei Normalverteilung).

## Fördereffekte

Aufgrund der zwar nicht signifikant so doch moderat unterschiedlichen Ausgangsbedingungen wurde die Mathematikleistung t2 in den einzelnen Gruppen durch eine Kovarianzanalyse<sup>2</sup> mit den Kovariaten Mathematikleistung t1 und kognitive Fähigkeiten t1 analysiert. Die Mathematikleistung t1 wirkte sich signifikant auf die Mathematikleistung in t2 aus:  $F [1,325] = 1088.0, p < .01$ . Die Kovariate kognitive Fähigkeiten t1 hat ebenfalls einen signifikanten Einfluss auf die spätere Mathematikleistung t2:  $F [1,324] = 78.8, p < .01$ . Die Unterschiede in den Mathematikleistungen t2 werden zusätzlich zu den Mathematikleistungen im Vortest t1 durch die Gruppenzugehörigkeit der Kinder erklärt:  $F [2,325] = 3.9, p < .05$ .

Die post hoc Testung durch paarweise Vergleiche mit Bonferroni-Adjustierung zeigt bei Berücksichtigung der Kovariate Mathematikleistung t1 signifikant höhere Mathematikleistungen zum Zeitpunkt t2 für die Gruppe SpiF gegenüber der Kontrollgruppe:  $SpiF > KG, p < .05$ . Damit kann Hypothese 1 angenommen werden. Jedoch finden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen der Gruppe SpiF und der Gruppe MZZ sowie zwischen der Gruppe MZZ und der Kontrollgruppe. (vgl. Abb. 1). Damit kann auch Hypothese 2 angenommen werden.

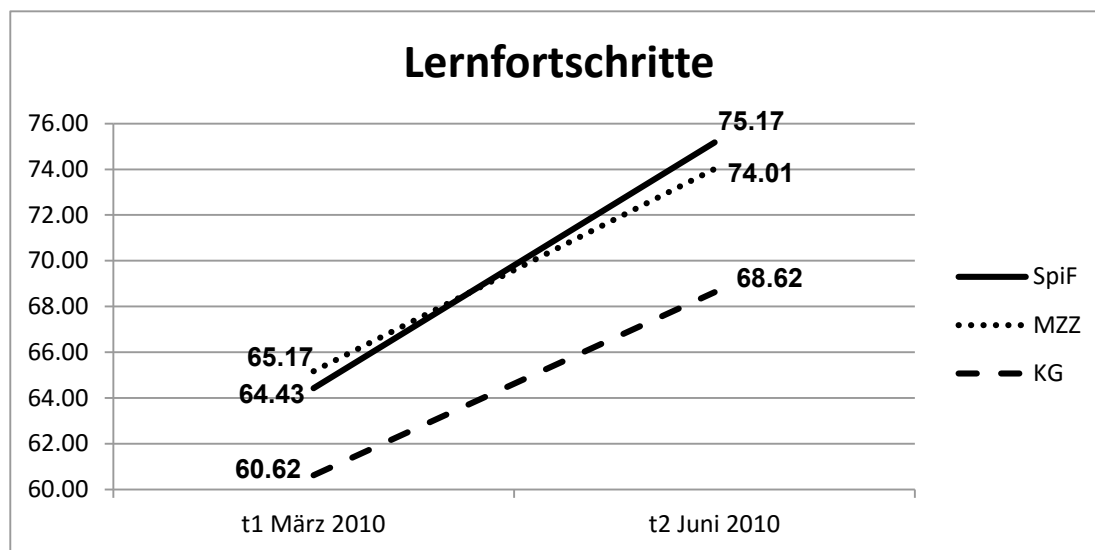


Abb.1: Zuwachs der mathematischen Kompetenzen im letzten Quartal des zweiten Kindergartenjahrs in den beiden Interventionsgruppen (SpiF und MZZ) und in der Kontrollgruppe (KG).

Die Berechnung der Effektstärke der Lernzuwächse (Zuwachs Mathematikleistung Vortest-Nachtest) ergibt für die Gruppe SpiF:  $M = 10.74, SD = 9.90$ ) gegenüber der Kontrollgruppe (Zuwachs:  $M = 8.00, SD = 8.32$ ) einen Wert nach Cohen von  $d = 0.30$ .

Aufgrund des wider Erwarten ausgebliebenen Effekts zugunsten der MZZ-Gruppe gegenüber der Kontrollgruppe wurde das Ergebnis der Gruppe MZZ auf Unterschiede bezüglich der Gruppengrößen (Anzahl Kinder pro Koffer) untersucht. Es zeigte sich für die kleinen Gruppen (max. 6 Kinder pro Koffer,  $n = 59$ ) im Vergleich zu den großen Gruppen

<sup>2</sup> Für diese Berechnungen war ursprünglich aufgrund wiederholter identischer Testung eine Varianzanalyse mit Messwiederholung vorgesehen. Aufgrund der jedoch nicht unerheblichen Mathematikleistungsunterschiede in t1 sowie auf Anraten eines Gutachters wurden hinsichtlich der Wirksamkeit Kovarianzanalysen durchgeführt.

(mehr als 6 Kinder pro Koffer,  $n = 52$ ) ein signifikant größerer Lernfortschritt ( $M_{klGr} = 11.1$ ;  $SD = 9.4$ ;  $M_{grGr} = 6.3$ ,  $SD = 7.7$ ;  $T = 2.94$ ,  $p < .01$ ). Werden die Lernzuwächse um die Vortestleistung bereinigt, dann wird der Unterschied im Lernfortschritt zu Ungunsten der kleinen Gruppen mit einem Koffer nicht mehr signifikant ( $T = 1.71$ ,  $p > .05$ ). Dabei ist zu beachten, dass alle kleinen Gruppen (pro Koffer) zu den Kindergartenklassen mit zwei Koffern gehören, also zu den großen Gruppen pro Kindergärtnerin.

In drei der sieben Untertests (Kardinalzahlaspekt, Mengenvergleich und Rechnen mit Bildern) fanden sich Deckeneffekte: Schon zum Zeitpunkt t1 konnten mehr als zwei Drittel der Kinder diese Untertests zu mindestens 80% lösen.

## Diskussion

Ziel dieser Studie war die Überprüfung der Wirksamkeit einer spielintegrierten mathematischen Frühförderung. Wie schon in anderen Studien (z.B. Krajewski et al., 2008) fand sich für alle drei Gruppen (SpiF, MZZ und KG) ein starker Einfluss des mathematischen Vorwissens. Darüber hinaus zeigten die Kinder der SpiF-Gruppe bei Kontrolle der Ausgangsbedingungen einen stärkeren Lernzuwachs als die Kontrollgruppe. Die spielintegrierte Förderung hatte demnach einen Effekt auf die mathematischen Kompetenzen der Kinder. Damit ist die für alle Kinder des zweiten Kindergartenjahres verbindliche spielintegrierte mathematische Förderung der herkömmlichen mathematischen Förderung des Kindergartens überlegen.

Wider Erwarten fanden sich im mathematischen Lernzuwachs keine Unterschiede zwischen der Kontroll- und der MZZ-Gruppe, wofür verschiedene Ursachen in Frage kommen. Ein möglicherweise wesentlicher Unterschied bestand in den unterschiedlichen Gruppenkontexten zwischen und innerhalb der beiden Interventionsgruppen. Weil in der SpiF-Gruppe die Anzahl der jeweils um ein Spiel versammelten Kinder zwischen zwei und sieben variierte und eine Protokollierung dieser immer wieder wechselnden Gruppengrößen durch die schon ohne diese Aufgabe ausreichend ausgelasteten Kindergärtnerinnen als nicht zumutbar eingeschätzt wurde, konnte der Einfluss dieser im Vergleich mit der MZZ-Gruppe im Mittel kleineren Gruppengröße in der SpiF-Gruppe nicht ermittelt werden. Innerhalb der MZZ-Gruppe bestanden zwar deutliche Unterschiede in den Gruppengrößen, welche jedoch keinen bedeutsamen Einfluss auf die Lernfortschritte der Kinder hatten. Denkbar ist, dass die Verfügbarkeit des Lernmaterials, die bei den großen Gruppen durch den Einsatz von einem zweiten MZZ-Koffer erhöht wurde, den Effekt der Gruppen- bzw. Klassengröße kompensierte. Es bleibt offen, ob bei noch kleineren Gruppen (von vier bis sechs Kindern) wie von Krajewski et al. (2007) empfohlen die MZZ-Gruppe besser abgeschnitten hätte.

Ein weiterer Grund für den im Vergleich zu Krajewski et al. (2008) geringeren Unterschied zwischen Kontroll- und MZZ-Gruppe könnte darin liegen, dass im Kanton St. Gallen die mathematische Frühförderung schon seit mehr als zehn Jahren Bestandteil des Kindergartenlehrplans (Bildungsdepartement des Kantons St.Gallen, 2008) und damit auch des herkömmlichen Unterrichts ist.

Zusätzlich kann die intensive Diskussion, die in der Schweiz im Zuge der Versuche zur Veränderung des Übergangs vom Kindergarten in die Schule (Birri, Grossenbacher, Moser, Bayer, Vogt, Zumwald, Urech, Abt & Wiederkehr Steiger, 2010) im gesamten Berufs-

feld seit nun schon mehr als zehn Jahren geführt wird, sowohl zu Einstellungsänderungen bei den Kindergärtnerinnen wie auch zu Änderungen in deren Praxis vorab in der Förderung der Kompetenzen in Sprache und Mathematik geführt haben. Als Ursache kommt auch die fehlende „einfache Blindheit“ des Versuchs in Frage, welche darin besteht, dass die Kindergärtnerinnen der Kontrollgruppe über das Interventionsziel informiert waren, weil eine Verheimlichung innerhalb der eher kleinräumigen Region nicht realisierbar gewesen wäre. Als weiterer Unterschied ist das höhere Alter der Kinder in der vorliegenden Untersuchung zu nennen, waren sie doch fast ein halbes Jahr älter als die Kinder der Studie von Krajewski et al. (2008), was zu mehr Unterforderung in der MZZ-Gruppe geführt haben könnte. Diese Gründe könnten insgesamt den im Vergleich mit der Studie von Krajewski verhältnismäßig größeren Lernzuwachs in der Kontrollgruppe bewirkt haben, was den Interventionseffekt des MZZ so stark reduzierte, dass er nicht mehr signifikant wurde.

Weitere Forschung ist nötig, um die Zusammenhänge zwischen Gruppengröße, didaktischer Methode, landesspezifischen curricularen Vorgaben, Verfügbarkeit von Lernmaterial und Lernzuwachs im Kindergarten zu erklären.

Insgesamt liefert die vorliegende Studie Hinweise dafür, dass sich im letzten Quartal vor Schuleintritt die frühen mathematischen Kompetenzen in Gruppen mit bis zu sieben Kindern pro Spiel beziehungsweise mit bis zu 14 Kindern pro Kindergärtnerin durch eine spielintegrierte frühe Mathematikförderung, welche weitgehend frei ist von fachspezifischen Instruktionen seitens der Kindergärtnerin, fördern lassen. Damit bestätigen die hier vorliegenden Untersuchungsergebnisse Befunde zur Wirksamkeit von „guided play“ (Hirsh-Pasek, Golinkoff, Berk & Singer, 2009), wonach Kinder bei Spielen, in welchen die Lehrperson fachliche Lernziele anstrebt, die den Kinder aber nicht bewusst gemacht werden müssen, erhebliche Lernfortschritte erzielen können. Die weitere Entwicklung und Erforschung der fachspezifisch spielintegrierten Förderung erscheint damit ebenso Erfolg versprechend wie notwendig.

## Literatur:

- Baroody, A. J., Lai, M. & Mix, K. S. (2006). The development of young children's early number and operation sense and its implication for early childhood education. In B. Spodek & O. L. Saracho (Hrsg.), *Handbook of research on the education of young children* (S. 187–221). Mahwah, N.J.: Erlbaum.
- Bildungsdepartement des Kantons St.Gallen (2008). *Bildungs- und Lehrplan Volksschule des Kantons St. Gallen*. Rorschach: Kantonaler Lehrmittelverlag St. Gallen.
- Birri, T., Grossenbacher, S., Moser, U., Bayer, N., Vogt, F., Zumwald, B., Urech, C., Abt, N. & Wiederkehr Steiger, B. (2010). *EDK-Ost 4 bis 8. Projektschlussbericht. Erziehung und Bildung in Kindergarten und Unterstufe im Rahmen der EDK-Ost und Partnerkantone*. Bern: Schulverlag.
- Burghardt, G. M. (2011). Defining and recognizing play. In A. D. Pellegrini (Hrsg.), *The Oxford handbook of play* (S. 9–18). New York: Oxford University Press.
- Clifford, M. M. (1988). Failure tolerance and academic risk-taking in ten- to twelve-year-old students. *British Journal of Educational Psychology*, 58, 15–27.
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C. & Klebanov, P. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43, 1428–1446.

- Fiorillo, C. D., Tobler, P. N. & Schultz, W. (2003). Discrete coding of reward probability and uncertainty by dopamine neurons. *Science*, 299, 1898–1902.
- Friedrich, G. & Munz, H. (2006). Förderung schulischer Vorläuferfertigkeiten durch das didaktische Konzept „Komm mit ins Zahlenland“. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 53, 134–146.
- Hauser, B. (2013). *Spielen. Frühes Lernen in Familie, Krippe und Kindergarten*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Hirsh-Pasek, K., Golinkoff, R. M., Berk, L. E. & Singer, D. G. (2009). *A mandate for playful learning in preschool*. Oxford: Oxford University Press.
- Howard-Jones, P. A. & Demetriou, S. (2009). Uncertainty and engagement with learning games. *Instructional Science*, 37, 519–536.
- Hutt, C. (1979). Exploration and play. In Sutton-Smith, B. (Hrsg.), *Play and learning* (S. 175–194). New York: Gardner.
- Kamii, C. & Yasuhiko, K. (2005). Fostering the development of logico-mathematical thinking in a card game at ages 5-6. *Early Education & Development*, 16, 367–383.
- Krajewski, K. (2003). *Vorhersage von Rechenschwäche in der Grundschule*. Hamburg: Kovac.
- Krajewski, K., Nieding, G. & Schneider, W. (2007). *Mengen, zählen, Zahlen: Die Welt der Mathematik verstehen (MZZ)*. Berlin: Cornelsen.
- Krajewski, K., Nieding, G. & Schneider, W. (2008). Kurz- und langfristige Effekte mathematischer Frühförderung im Kindergarten durch das Programm „Mengen, zählen, Zahlen“. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 40, 135–146.
- Moser Opitz, E. (2001). *Zählen, Zahlbegriff, Rechnen. Theoretische Grundlagen und eine empirische Untersuchung zum mathematischen Erstunterricht in Sonderklassen*. Bern: Paul Haupt.
- Moser, U. & Berweger, S. (2007). *Wortgewandt & zahlenstark. Lern- und Entwicklungsstand bei 4- bis 6-jährigen*. St. Gallen und Zürich: ilz (interkantonale Lehrmittelzentrale).
- Neuenschwander, Balmer, T., M.P., Gasser, A, Goltz, St., Hirt, U., Ryser, H., Wartenweiler, H.(2003). *Eltern, Lehrpersonen und Schülerleistungen. Dokumentation des Schülerfragebogens. Stelle für Forschung und Entwicklung, Lehrerinnen- und Lehrerbildung, Kanton und Universität Bern*. Verfügbar unter: <http://www.fhnw.ch/ph/zse/publikationen/forschungsberichte/forschungsberichte-fase-b> [29. 03. 2010].
- Pauen, S. & Pahnke, J. (2008). Mathematische Kompetenzen im Kindergarten: Evaluation der Effekte einer Kurzzeitintervention. *Empirische Pädagogik*, 22, 193-208.
- Pellegrini, A. D. (2009). *The role of play in human development*. New York: Oxford University Press.
- Ramani, G. B. & Siegler, R. S. (2008). Promoting broad and stable improvements in low-income children's numerical knowledge through playing number board games. *Child Development*, 79, 375-394.
- Siegler, R. S., & Ramani, G. B. (2009). Playing linear number board games - but not circular ones - improves low-income preschoolers' numerical understanding. *Journal of Educational Psychology*, 101, 545-560.
- Van den Heuvel-Panhuizen, M. (1995). Leistungsmessung im aktiv-entdeckenden Mathematikunterricht. In H. Brügelmann, H. Balhorn & I. Füssenich (Hrsg.), *Am Rande der Schrift. Zwischen Sprachenvielfalt und Analphabetismus* (S. 87-107). Lengwil am Bodensee: Libelle.

- Vogt, F., Zumwald, B., Urech, C. & Abt, N. (2010). *Schlussbericht der formativen Evaluation. Grund-/Basisstufe: Umsetzung, Unterrichtsentwicklung und Akzeptanz bei Eltern und Lehrpersonen*. Bern: Schulverlag.
- Weiss, R.H., Cattell, R.B. & Osterland, J. (1997). *CFT 1. Grundintelligenztest Skala 1*. Göttingen: Hogrefe.
- Whyte, C. J. & Bull W. (2008). Number games, magnitude representation, and basic number skills in preschoolers. *Developmental Psychology*, 44, 588–596.
- Wittmann, E. Ch. (2010). Grundsätzliche Überlegungen zur frühkindlichen Bildung in der Mathematik. In M. Stamm & D. Edelmann (Hrsg.), *Frühkindliche Bildung, Betreuung und Erziehung. Was kann die Schweiz lernen?* (S. 177-195). Zürich: Rüegger.

Das hier vorgestellte Projekt Nr 100014\_124485 „Förderung der Vorläuferfertigkeiten in Mathematik im sechsten Lebensjahr: Trainingsprogramme oder spielintegrierte Förderung“ (SpIF) wurde unterstützt vom Schweizerischen Nationalfond zur Unterstützung wissenschaftlicher Forschung.

### **Anschriften:**

Dr. Bernhard Hauser, Projektleiter  
Institut Lehr- und Lernforschung  
Notkerstrasse 27, CH-9000 St.Gallen  
Telefon +41 (0) 71 243 94 80  
Bernhard.Hauser@phsg.ch

Prof. Dr. Franziska Vogt  
Leiterin Institut Lehr- und Lernforschung,  
Notkerstrasse 27, CH-9000 St.Gallen  
Telefon +41 (0) 71 243 94 80  
[Franziska.Vogt@phsg.ch](mailto:Franziska.Vogt@phsg.ch)

Dr. Rita Stebler  
Universität Zürich  
Institut für Erziehungswissenschaft  
Freiestrasse 36; CH-8032 Zürich  
Tel.: +41 44 634 45 65  
stebler@ife.uzh.ch

Lic. phil. Karin Rechsteiner,  
Institut Lehr- und Lernforschung  
Notkerstrasse 27, CH-9000 St.Gallen  
Telefon +41 (0) 71 243 94 80  
Karin.Rechsteiner@phsg.ch