

## **16-107-R "Iv MAiK: Intervention Mathematisches Argumentieren im Kindergarten"**

Prof. Dr. Esther Brunner, Pädagogische Hochschule Thurgau (PHTG), Kreuzlingen CHF 67'000.-

Mathematisches Argumentieren gilt als eine bedeutsame und von allen Lernenden sämtlicher Bildungsstufen zu erwerbende, aber zugleich anspruchsvolle Kompetenz. Während mathematisches Argumentieren im Sinne des Beweisens in der Sekundarstufe und im Hochschulkontext insbesondere hinsichtlich der Leistung der Lernenden und Studierenden breit erforscht wurde, liegen zur Förderung frühen mathematischen Argumentierens bzw. zur fachlichen Kompetenzentwicklung von Lehrpersonen der frühen Bildungsstufen vergleichsweise wenige Erkenntnisse vor. Hier setzt die Studie "Iv MAiK" an. In einem Pilotprojekt der PHTG wurde zum einen die Entwicklung der Fähigkeit des mathematischen Argumentierens fünfjähriger Kinder während eines Schuljahres untersucht und zum anderen die Möglichkeit ausgelotet, Lehrpersonen des Kindergartens in einer mehrteiligen gezielten Weiterbildung in ihrer professionellen Entwicklung hinsichtlich der Gestaltung von altersgerechten Sequenzen zum mathematischen Argumentieren im Kindergarten zu unterstützen. Ziel des Pilotprojektes war es, im Rahmen einer Intervention mit neun Kindergärtnerinnen, die am Anfang ihrer beruflichen Laufbahn standen, während eines Schuljahres je vier Lernumgebungen zum mathematischen Argumentieren zu entwickeln, zu erproben und zu evaluieren. Aus Forschungssicht interessieren sowohl die professionelle Entwicklung der Lehrpersonen und deren Argumentationspraxis als auch die (differenzielle) Leistungsentwicklung der Kinder im Zeitraum eines Schuljahres.

### **Forschungsfragen und Ergebnisse**

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurden folgende fünf Fragestellungen bearbeitet, die auf der Basis der Ergebnisse der Studie kurz beantwortet werden:

#### **1. Inwiefern zeigen sich Veränderungen relevanter Überzeugungen sowie des Fach- und fachdidaktischen Wissens der Kindergartenlehrpersonen vor und nach der Intervention?**

Im Zusammenhang mit den geprüften Überzeugungen zum Lehren und Lernen von Mathematik sowie zum Wesen des Faches zeigte sich, dass diese im Zeitraum eines Schuljahres weitgehend stabil blieben. Die Lehrpersonen zeigten bereits zu Beginn des Schuljahres eine deutlich ausgeprägtere Sicht von Mathematik als Prozess des Erforschens, denn als Anwendung von Regeln und Prozeduren sowie eine stärker ausgeprägte konstruktivistische Sicht und eine geringe Überzeugung, wonach Mathematiklernen am besten durch Vermittlung erfolgt. Auch wenn sich die leichten Veränderungen über den Zeitraum eines Schuljahres nicht als statistisch signifikant erwiesen, erfolgten diese in der Tendenz in der erwünschten Richtung: Hin zu einer stärker konstruktivistischen Sicht und einem Verständnis von Mathematik als Prozess des Erforschens, was beides günstige Überzeugungen sind für eine die Kinder aktiv am Prozess des Argumentierens beteiligende Unterrichtsgestaltung. Als deutlicher durch die Weiterbildung beeinflussbar zeigte sich das Fach- und das fachdidaktische Wissen der Lehrpersonen. Diesbezüglich konnte ein für mehrere Aspekte statistisch signifikanter Wissenszuwachs festgestellt werden, der auch mit der Selbsteinschätzung der Kenntnisse zum mathematischen Argumentieren der Kindergartenlehrpersonen und dem Lehrplan übereinstimmt. Vor der Intervention schätzten die Kindergartenlehrpersonen ihr eigenes Fach- und fachdidaktische Wissen als ungenügend ein, nach der Intervention hingegen als gut.

#### **2. Inwiefern zeigt sich eine Veränderung der selbst berichteten argumentativen Praxis der Kindergärtnerinnen im Verlauf des Schuljahrs bzw. vor und nach der Intervention?**

Vor der Intervention gaben die Lehrpersonen an, relativ selten (weniger als einmal pro Quartal) mit den Kindergartenkindern mathematisch zu argumentieren. Nach der Intervention stieg dieser Wert statistisch hoch signifikant an und die Kindergärtnerinnen berichteten, dass sie nun drei- bis viermal einen Anlass zum mathematischen Argumentieren im Kindergarten durchführen würden.

#### **3. Wie gestaltet und entwickelt sich die Praxis mathematischen Argumentierens der Kindergartenlehrpersonen während der Intervention?**

In den gefilmten Argumentier-Sequenzen jeder Kindergärtnerin zeigte sich, dass im Mittel rund 20 % der Einheiten für mathematisches Argumentieren eingesetzt wurde, weitere rund 40 % wurden für den Aufbau einer entsprechenden mathematischen Wissensbasis eingesetzt und die restlichen 40 % umfassten Aktivitäten im Bereich thematischer Rahmung (z. B. dem Erzählen einer passenden Geschichte). Die gefilmten Einheiten wiesen somit einen relativ hohen Anteil mathematischer Tätigkeiten sowie mathematischen Argumentierens auf. Dies ist insbesondere deshalb sehr erfreulich, weil die frühe Bildungsstufe oft als wenig fachorientiert (z. B. Wustmann Seiler und Simoni 2012) verstanden wird.



Innerhalb des mathematischen Argumentierens traten zudem in allen Klassen an beiden Messzeitpunkten unterschiedliche spezifische Argumentationstätigkeiten auf, was auf eine relativ spezifische fachliche Sicht hindeutet, die im Unterricht handlungsleitend wird. Aufschlussreich ist darüber hinaus die teils hohe Partizipation der Kinder, die sich in den Klassen bei der Produktion der Argumente zeigt. So stammten im Mittel etwa gleich viele Argumente bzw. Teilargumente von den Kindern wie von

der Kindergärtnerin. Diesbezüglich scheint die frühe Bildungsstufe in den neun Klassen durch eine diskursiv geprägte Didaktik gekennzeichnet zu sein. Gerade die im Kindergarten meist fehlende Schriftlichkeit von Anweisungen, Aufgaben u. Ä. erweist sich hier als diskursiv fruchtbar. Dass überwiegend mathematische Argumente beobachtet werden konnten, erstaunt angesichts des Alters der Kinder. Den Kindergärtnerinnen ist es offensichtlich in ihrer täglichen Praxis gelungen, mathematische Argumente als zulässig zu etablieren und auf Alltagsargumente weitgehend zu verzichten. Den Lehrpersonen scheint klar zu sein, dass mathematisches Argumentieren anderen Gesetzmässigkeiten unterliegt, als dies bei Alltagsargumenten der Fall ist (Reiss 2002), wie dies im Rahmen der Weiterbildung wiederholt thematisiert wurde. Dieser Befund deutet deshalb darauf hin, dass die frühe Bildungsstufe für mathematisches Argumentieren keine grundsätzliche Einschränkung darstellt, sondern dass dessen Förderung vielmehr eine Frage einer altersgemässen didaktischen Umsetzung sein dürfte. Die Argumente wurden nur selten handlungsbasiert und nie zeichnerisch, dafür aber bisweilen in einer Mischform narrativ und in Ergänzung dazu handlungsbasiert repräsentiert. Es ist den beteiligten Lehrpersonen somit gelungen, Argumente zu "versprachlichen". Dass die Argumente mehrheitlich in narrativer Form vorgebracht wurden, kann zum einen entwicklungspsychologisch begründet werden, wonach junge Kinder eine Präferenz für narrative und handlungsbasierte Repräsentationen ihres Denkens aufweisen (Bruner 1971; Piaget 2003) und zum anderen didaktisch, weil mathematisches Argumentieren in den Fortbildungseinheiten jeweils am Beispiel eines Bilderbuches konkretisiert wurde.

#### **4. Inwiefern zeigen sich Leistungsveränderungen bei Kindergartenkindern des zweiten Kindergartenjahres im Verlauf eines Schuljahrs bzw. vor und nach der Intervention?**

Die Leistungen der fünfjährigen Kinder nahmen im Zeitraum eines Schuljahrs bzw. vor und nach der Intervention markant und statistisch teils höchst signifikant zu. Dies gilt für ihre mathematischen Kompetenzen, für die Leistungen beim mathematischen Argumentieren, für die sprachlichen Voraussetzungen sowie für die Fortschritte im Arbeitsgedächtnis. Zu Beginn des Schuljahrs, d.h. vor der Intervention, zeigte sich ein statistisch hoch signifikanter Zusammenhang zwischen den sprachlichen Voraussetzungen und den mathematischen Kompetenzen, nicht aber mit den Leistungen im mathematischen Argumentieren. Die Leistung im mathematischen Argumentieren hing eng mit den mathematischen Kompetenzen zusammen. Wer ein gutes Arbeitsgedächtnis hat, zeigte höhere mathematische Kompetenzen sowie höhere Leistungen beim mathematischen Argumentieren. Nach der Intervention am Ende des Schuljahrs zeigten sich diese Zusammenhänge ebenfalls, allerdings mit einer Ausnahme: Es konnte kein Zusammenhang mehr zwischen den Leistungen des Arbeitsgedächtnisses und denjenigen des mathematischen Argumentierens festgestellt werden.

#### **5. Inwiefern profitieren unterschiedlich leistungsfähige Kindergartenkinder differenziell von den Lernumgebungen zum mathematischen Argumentieren?**

Unterschiedliche Leistungsgruppen (jeweils niedrige, mittlere und hohe sprachliche bzw. mathematische Voraussetzungen) der fünfjährigen Kinder profitierten von der Förderung in vergleichbarem Masse, wobei bei der leistungsstärksten Gruppe Deckeneffekte beobachtet werden konnten. Dennoch kann zusammenfassend festgehalten werden, dass die Entwicklung mathematisch unterschiedlich leistungsfähiger Kinder bezüglich mathematischen Argumentierens ähnlich verläuft.

Die Erkenntnisse münden einerseits in die Entwicklung einer Handreichung zum mathematischen Argumentieren im Kindergarten und andererseits in eine breiter angelegte Studie zum mathematischen Begründen in der Mittelstufe (MaBeLL-INT).