Anke LINDMEIER, Kristina REISS, Stefan UFER, Petra BARCHFELD, Beate SODIAN, München/Kiel

Umgang mit wissenschaftlicher Evidenz in den Jahrgangsstufen 2, 4 und 6: Stochastische Basiskonzepte und Kontingenztafelanalyse[1]

Im Rahmen der Mathematical Literacy Konzeption ist es ein Ziel mathematischer Bildung, den Anforderungen des „gegenwärtigen und künftigen Lebens“ als „konstruktivem, engagiertem und reflektierendem Bürger“ gerecht zu werden (Baumert et al., 2001). Dazu gehört etwa, aus Ergebnissen von Experimenten oder Umfragen fundierte Urteile abzuleiten. Stochastische Kompetenzen sind dabei vermutlich für das Verständnis besonders wichtig, ihr Aufbau also ein wichtiger Aspekt der mathematischen Bildung. Im Zentrum der hier berichteten Studien steht entsprechend die Entwicklung stochastischer Fähigkeiten in den Klassenstufen 2 bis 6.

1. Theoretischer Hintergrund

Der Umgang von Kindern mit stochastischen Basiskonzepten wurde in zahlreichen Studien betrachtet. Dabei kann man die entwicklungspsychologische und die mathematikdidaktische Perspektive unterscheiden, doch beide Sichtweisen führen zu einer eher uneinheitlichen Befundlage. Auf der einen Seite berichtet Wollring (2007) intuitiv unangemessene Strategien und zeigen Shtulman und Carey (2007), dass Kinder Probleme haben, unwahrscheinliche Ereignisse von unmöglichen zu unterscheiden. Auf der anderen Seite belegen Anderson und Schlottmann (1991) auch bei jüngeren Kindern eine Sensitivität für Anteile von Gewinnelementen und beschreiben Martignon und Wassner (2005) frühe Vorläuferfähigkeiten stochastischer Kompetenz.

Den Untersuchungen ist gemeinsam, dass sie entweder einen entwicklungspsychologischen oder einen mathematikdidaktischen Hintergrund haben und damit eine der beiden Perspektiven einseitig betonen. Die hier beschriebene Studie zielte entsprechend auf die Verbindung beider Seiten. Insbesondere sollte der Umgang mit stochastischen Basiskonzepten betrachtet werden. Im Fokus stand, inwiefern Schülerinnen und Schüler über ein grundlegendes Verständnis stochastischer Basiskonzepte verfügen und ob sie in Form von Vierfeldertafeln präsentierte empirische Evidenz evalu-

[1] Dieses Projekt wird im Rahmen des Schwerpunktprogramms „Wissenschaft und Öffentlichkeit: Das Verständnis fragiler und konfligierender wissenschaftlicher Evidenz“ durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft gefördert.

ieren können. Beide Fragestellungen wurden in einem eher alltagsnahen und in einem eher formalen Kontext betrachtet.

2. Methoden

An der Studie nahmen 158 Schülerinnen und Schüler (davon 68 weiblich) aus den Jahrgangsstufen 2 (n = 52, 26 weiblich), 4 (n = 53, 24 weiblich) und 6 (n = 53, 14 weiblich) teil. Sie bearbeiteten in Einzelinterviews Aufgaben zu stochastischen Basiskonzepten und zur Evaluation von Vierfeldertafeln in einem formalen bzw. einem alltagsbezogenen Kontext.

Die Aufgaben zu stochastischen Basiskonzepten im alltagsbezogenen Kontext beruhten auf der Unterscheidung von unmöglichen und unwahrscheinlichen Ereignissen (Shtulman & Carey, 2007). Im formalen Kontext wurde die Fähigkeit zur Unterscheidung sicherer, unwahrscheinlicher und unmöglicher Ereignisse in einem Urnenkontext realisiert.

Zur Evaluation von Vierfeldertafeln im alltagsbezogenen Kontext sollten die Schülerinnen und Schüler die Wirksamkeit zweier Düngersorten auf verschiedene Pflanzen einschätzen. Es wurden Kontingenztafeln gezeigt, die Auswirkungen von blauem bzw. gelbem Dünger auf je 40 Pflanzen einer Sorte darstellten. Die Impulsfrage lautete: „Welcher Dünger wirkt bei Bäumen am besten?“ Zur Erfassung der Strategien wurde zudem eine Begründung verlangt.

Im formalen Kontext wurden den Schülerinnen und Schülern Beutel mit roten und blauen Würfeln und Muggelsteinen gezeigt. Sie sollten entscheiden, was sie blind ziehen würden, wenn ein blauer Gegenstand gewünscht war. Die Zusammensetzung des Beutels war nicht bekannt, aber die Ergebnisse von 40 vorangegangenen Spielrunden wurden im Vierfeldertafeldesign als Entscheidungsgrundlage präsentiert. Die Impulsfrage lautete: „Stell Dir vor, ich ziehe einmal und möchte etwas Blaues ziehen. Ist es besser einen Würfel oder einen Muggelstein zu nehmen?“ Auch in diesem Kontext wurde eine Begründung eingefordert.

3. Ausgewählte Ergebnisse

Die akkumulierten Lösungsraten der Aufgaben zum Verständnis stochastischer Basiskonzepte (Abbildung 1) lassen erkennen, dass die Schülerinnen und Schüler sowohl im formalen als auch im alltagsbezogenen Kontext über ein grundlegendes Verständnis stochastischer Grundbegriffe verfügten. Die Zuwächse sind von Klasse 4 nach Klasse 6 signifikant (Univariate Varianzanalysen, formaler Kontext: $F(2,155) = 13.66$, $p < .01$, Post-Test nach Tukey: $p < .01$ für Klassen 4-6 und 2-6; alltagsbezogener Kontext: $F(2,155) = 11.51$, $p < .01$, Post-Test nach Tukey: $p = .03$ für Klasse 4-6, p < .01 für Klasse 2-6). Insgesamt zeigte sich ein leichter Vorteil für die Aufgaben in formalem Kontext, die im Gegensatz zu den rein sprachlich repräsentierten alltagsbezogenen Aufgaben auch numerische Angaben enthielten wurden ($t(157) = -3.71$, $p < .01$, Cohens $d = .36$).

Eine vertiefte Analyse der Teilskalen zu unwahrscheinlichen Ereignissen offenbarte allerdings, dass selbst in Klasse 6 noch Verständnisschwierigkeiten vorlagen (Abbildung 2). Im formalen Kontext lagen die Lösungsraten für die Teilskala „unwahrscheinlich“ bei ca. 65%, im alltagsbezogenen Kontext bei ca. 40%.

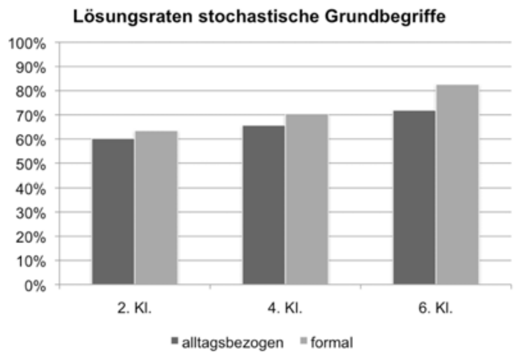

Abbildung 1

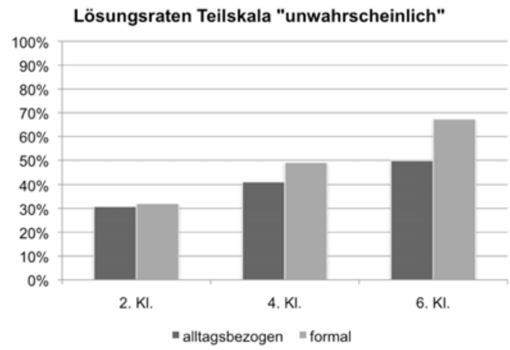

Abbildung 2

Die Aufgaben zur Evaluation von Vierfeldertafeln variierten im Schwierigkeitsgrad stark. Es zeigte sich, dass Tafeln, bei denen eine der präsentierten Wahrscheinlichkeiten gleich 0 oder 1 war, von allen Schülerinnen und Schülern gut gelöst wurden. Tafeln mit komplexerer Struktur wurden allerdings selbst in Klasse 6 kaum gelöst. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Lösungsraten der einzelnen Aufgaben nach Klassenstufe. Es zeigen sich keine einheitlichen Kontexteffekte.

Eine erste Annäherung an verwendete Schülerstrategien erfolgte über die vertiefte Analyse der Schülerbegründungen. Verwendet man konzeptionell adäquate Strategien zur Vierfeldertafelanalyse, so müssen dabei die Informationen aus allen vier Feldern berücksichtigt und integriert werden. Die Analysen der Schülerbegründungen zeigen allerdings, dass Schülerinnen und Schüler ihre Begründungen häufig auf ein oder zwei Felder stützen (ca. 55% im formalen Kontext, ca. 50% im alltagsbezogenen Kontext). Im alltagsbezogenen Kontext werden signifikant häufiger alle vier Felder in die Begründungen einbezogen als im formalen Kontext (ca. 25% im formalen Kontext, ca. 50% im alltagsbezogenen Kontext). Dies führt jedoch nicht zu höheren Lösungsraten, da die korrekte Integration der betrachten Information meist noch nicht gelingt.

Tabelle 1: Lösungsraten der Aufgaben zur Evaluation von Vierfeldertafeln

Item	*Lösungsraten formal*			*Lösungsraten alltagsbezogen*		
	Jgst. 2	*Jgst. 4*	*Jgst. 6*	*Jgst. 2*	*Jgst. 4*	*Jgst. 6*
*1**	*0.62 (0.49)*	*0.58 (0.50)*	*0.58 (0.50)*	*1.00 (0.00)*	*0.96 (0.19)*	*0.98 (0.14)*
2	*0.79 (0.41)*	*0.75 (0.43)*	*0.83 (0.38)*			
3	*0.63 (0.49)*	*0.75 (0.43)*	*0.87 (0.34)*			
*4**	*0.06 (0.24)*	*0.17 (0.38)*	*0.21 (0.41)*	*0.04 (0.19)*	*0.13 (0.34)*	*0.21 (0.41)*
5	*0.85 (0.36)*	*0.81 (0.39)*	*0.87 (0.34)*			
*6**	*0.15 (0.36)*	*0.28 (0.45)*	*0.43 (0.50)*	*0.15 (0.36)*	*0.40 (0.49)*	*0.60 (0.49)*
*7**	*0.13 (0.34)*	*0.19 (0.39)*	*0.26 (0.45)*	*0.04 (0.19)*	*0.09 (0.30)*	*0.15 (0.36)*
8	*0.08 (0.27)*	*0.11 (0.32)*	*0.19 (0.39)*			

Grau: Vierfeldertafeln mit einer der Wahrscheinlichkeiten 0 oder 1

** Parallelitems in beiden Kontextbedingungen*

4. Diskussion

Es zeigt sich, dass trotz eines gewissen Verständnisses stochastischer Grundbegriffe die Evaluation von Vierfeldertafeln in diesen Klassenstufen noch nicht komplett geleistet werden kann. Erstaunlich sind dabei die eher geringen Unterschiede zwischen alltagsbezogenem und formalem Kontext. Bemerkenswert sind darüber hinaus die großen individuellen Unterschiede, die sich bereits in der zweiten und vierten Jahrgangsstufe zeigen.

Literatur

Anderson, N. H., & Schlottmann, A. (1991). Developmental study of personal probability. In N. H. Anderson (Ed.), *Contributions to information integration theory: Vol. I. Cognition.* Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schneider, W., Stanat, P., Tillmann, K.J. & Weiß, M. (Hrsg.) (2001). *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich.* Opladen: Leske + Budrich.

Martignon, L. & Wassner, C. (2005). Schulung frühen stochastischen Denkens von Kindern. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaften, 8,* 202–222.

Shtulman, A. & Carey, S. (2007). Improbable or impossible? How children reason about the possibility of extraordinary events. *Child Development, 78,* 1015 – 1032.

Wollring, B. (2007). Den Zufall festhalten – Spielräume und Dokumente bei Zufallsexperimenten für die Grundschule. Lernumgebungen und Versuchsumgebungen zur Stochastik. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2007,* 472–475.