

STOCHASTIK MIT KINDERN?

WIE GUT SIND SPITZENSCHÜLER/INNEN IN STOCHASTIK UND PROFITIEREN SIE VON HANDLUNGSORIENTIERTEM UNTERRICHT?

In der Lebenswelt von Kindern finden sich viele Situationen, in denen stochastisches Wissen (Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik) vorteilhaft ist: Kinder spielen Brettspiele, sie wetten, lösen Rätsel, spielen Glücksrad, kaufen Lose etc.. All diese Tätigkeiten benötigen Kenntnisse in den Bereichen Wahrscheinlichkeit, Kombinatorik und Statistik. Einige dieser Bereiche werden auch im österreichischen Lehrplan für die Grundschule abgedeckt.

Trotz dieser Tatsachen gibt es bislang kaum umfassende Studien zu den stochastischen Fähigkeiten von Kindern im Grundschulalter. Es ist unklar, ob Spitzenschüler/innen in Mathematik auch gleichzeitig im Teilbereich der Stochastik sehr gute Leistungen erbringen und welche Unterrichtsform zur Vermittlung stochastischer Inhalte geeignet ist. Zudem wäre interessant, ob Spitzenschüler/innen und Nicht-Spitzenschüler/innen unterschiedlich stark auf handlungsorientierten Unterricht ansprechen. Als Spitzenschüler/innen werden in diesem Beitrag jene Schüler/innen bezeichnet, die neben sehr guten mathematischen Fähigkeiten (Beurteilung der Lehrperson) auch ein sehr hohes mathematisches Interesse (Beurteilung der Lehrperson) aufweisen und in Mathematik die Note „sehr gut“ erreichen.

Zur Beantwortung dieser Fragen wurde im Rahmen eines vom ehemaligen Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur (bm:ukk) finanzierten Projekts ein Erhebungsinstrument zur Erfassung der stochastischen Fähigkeiten im Grundschulalter entwickelt (KI(D)S-Quiz) und ein Unterrichtskonzept erarbeitet, mit dem Kinder im Grundschulalter handlungsorientiert in Stochastik unterrichtet werden können (Unterrichtsmaterialien und KI(D)S-Koffer)¹.

Der vorliegende Beitrag berichtet von einer im Rahmen dieses Projekts durchgeführten Studie, bei der ein Teil der Kinder handlungsorientiert mit den Materialien des KI(D)S-Koffers unterrichtet wurde. Als Kontrollgruppen dienten zum einem Schüler/innen, die mithilfe von Stochastik-Arbeitsblättern unterrichtet wurden und zum anderen Schüler/innen, die keinen speziellen Stochastikunterricht erhielten. Vor und nach der Intervention wurden die Kinder mit dem KI(D)S-Quiz (Form A und Form B) getestet. Die Ergebnisse jener Schüler/innen, die nicht speziell in Stochastik unterrichtet wurden, werden in diesem Bericht aus Platzgründen ausgespart. Näheres dazu findet sich in Kipman, Pletzer & Kühberger (im Review).

BEGRIFFSKLÄRUNGEN

Stochastik – Statistik – Wahrscheinlichkeit – Kombinatorik

Die Stochastik im Elementarbereich gliedert sich in drei Teilbereiche:

- (1) Daten und Häufigkeit/Statistik,
- (2) Wahrscheinlichkeit und
- (3) Kombinatorik (Lehner & Mehlretter, 2009).



KI(D)S-Koffer mit Materialien für den handlungsorientierten Unterricht im Bereich Stochastik

Der Teilbereich *Daten und Häufigkeit* ist folgendermaßen definiert: „Daten sammeln, strukturieren und in Tabellen, Schaubildern und Diagrammen darstellen, aus Tabellen, Schaubildern und Diagrammen Informationen entnehmen.“

Der Teilbereich *Wahrscheinlichkeit* umfasst „Wahrscheinlichkeiten von Ereignissen in Zufallsexperimenten vergleichen, Grundbegriffe kennen (z.B. sicher, unmöglich, wahrscheinlich) und Gewinnchancen bei einfachen Zufallsexperimenten (z.B. Würfelspielen) einschätzen“.

Der Bereich *Kombinatorik* umfasst die Kompetenzen „Sachsituationen mit kombinatorischem Inhalt nachvollziehen, systematisch erschließen und verbalisieren“ (Bildungsstandards im Fach Mathematik, S. 11).

DIE STUDIE

STICHPROBE UND FORSCHUNGSDESIGN

Insgesamt nahmen 704 Schüler/innen (8.52 ± 1.17 Jahre, 50.1 % weiblich) aus Österreich, Ungarn, Deutschland und der Schweiz im Alter von 6 bis 12 Jahren an der Studie teil.

230 der 704 teilnehmenden Schüler/innen (32,7 %) erfüllten die bereits oben genannten Kriterien für Spitzenschüler/innen: „Note *sehr gut* in Mathematik, *sehr hohes mathematisches Interesse* und *sehr hohe mathematische Fähigkeiten*“ (Angaben der Lehrperson).

¹ Das Erhebungsinstrument und das Unterrichtskonzept werden in diesem Bericht im Abschnitt „Materialien“ kurz vorgestellt.

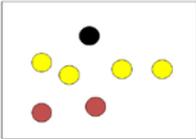
	Spitzen- schüler/in	Nicht- Spitzen- schüler/in	Gesamt
Interventionsgruppe <i>(handlungsorien- tierter Unterricht)</i>	129	241	370
Kontrollgruppe 1 <i>(Arbeitsblatt- unterricht)</i>	59	158	217
Kontrollgruppe 2 <i>(kein spezieller Unterricht in Stochastik)</i>	42	75	117
Gesamt	230	474	704

Tabelle 1: Verteilung von Spitzenschülerinnen/-schülern und Nicht-Spitzenschülerinnen/-schülern auf die Unterrichtsformen

Begriffe

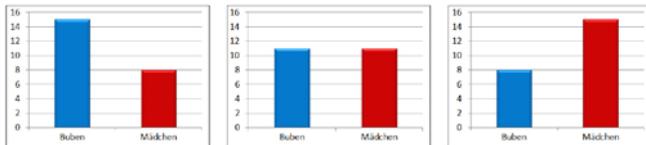
Felix zieht mit geschlossenen Augen Kugeln aus einer Kiste. Welche Aussagen treffen zu?

- Es ist **möglich** eine rote Kugel zu ziehen.
- Es ist **wahrscheinlicher** eine gelbe Kugel zu ziehen als eine rote.
- Es ist **sicher** eine gelbe Kugel zu ziehen.
- Es ist **unmöglich** eine schwarze Kugel zu ziehen.



Grafiken

Welche Grafik passt zu der Aussage: „In der Klasse sind 15 Buben und 8 Mädchen.“?



Tabellen

Martin hat die Fahrzeuge vor seinem Haus gezählt und eine Tabelle gemacht. Schau dir die Tabelle genau an.

- Welches Fahrzeug hat er am öftesten gesehen?
- Welches am wenigsten oft?
- Wie viele Radfahrer hat er gesehen?

Fahrzeug	Wie oft?
Auto	
Fahrrad	
LKW	
Motorrad	
Bus	
Sonstige	

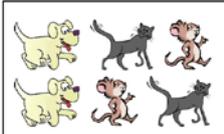
Zufallsexperimente




Schwarz kommt öfter			
Weiß kommt öfter			
Schwarz und Weiß kommen gleich oft			

Thomas spielt an einem Glücksrad. Kreuze an, was öfter gedreht wird!

Kombinatorik



Hund, Maus und Katze gehen in einer Reihe. Wie viele Möglichkeiten haben die **drei** Tiere, sich in einer Reihe aufzustellen?

Wie viele Möglichkeiten hätten vier Tiere, sich in einer Reihe aufzustellen?

Abb. 1–5 (von oben nach unten): Aufgabenbeispiele aus dem KI(D)S-Quiz: „Begriffe“, „Tabellen“, „Grafiken“, „Zufallsexperimente“ und „Kombinatorik“

Zu Beginn der Studie wurden die stochastischen Fähigkeiten aller Kinder mit dem KI(D)S-Quiz erfasst. Danach wurden die Klassen, in denen die Kinder unterrichtet wurden, zufällig einer von drei Gruppen zugeteilt:

- In der Interventionsgruppe wurden die Kinder im Ausmaß von 8 Unterrichtseinheiten handlungsorientiert unterrichtet.
- In der Kontrollgruppe 1 arbeiteten die Kinder während der 8 Unterrichtseinheiten mit verschiedenen Arbeitsblättern zum Thema Stochastik (Lehner & Mehlretter, 2009).
- In der zweiten Kontrollgruppe wurden die Kinder in den acht Unterrichtseinheiten nicht in Stochastik unterrichtet.

Mit allen Kindern wurde nach der Intervention noch einmal eine Parallelversion des KI(D)S-Tests (dieselben Aufgabentypen und Schwierigkeiten, allerdings in anderen Texteingleidungen) durchgeführt. Die Lehrpersonen wurden nach dem Projekt zu ihren Erfahrungen und zu den Rückmeldungen der Kinder befragt.

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Verteilung der teilnehmenden Schüler/innen auf die unterschiedlichen Gruppen.

Vor der Intervention zeigten sich keine Unterschiede zwischen den Gruppen, weder in der Testleistung noch im Alter oder in der Geschlechterverteilung und auch nicht im sozialen Hintergrund, den mathematischen Fähigkeiten, dem mathematischen Interesse oder der Lesefähigkeit.

MATERIALIEN

KI(D)S-Koffer

Dieser Koffer enthält Unterrichtsmaterialien (u.a. Steckwürfel, Rechenstäbchen, Kartenspiele, Plastiktiere), mit denen Kinder im Grundschulalter handlungsorientiert in Stochastik unterrichtet werden können. Generell versteht man unter handlungsorientiertem Unterricht ein didaktisch-methodisches Konzept, bei dem durch einzelne Aufgaben und Übungen allgemeine Gesetzmäßigkeiten abgeleitet werden. Dies geschieht unter Einbeziehung der verschiedenen Sinne: Ansprechen von visuellen, haptischen und intellektuellen Lerntypen gleichermaßen unter Einbeziehung aller Repräsentationsebenen. Handlungsorientierter Unterricht greift dabei das Interesse der Kinder auf und vertieft es. Aus der Literatur ist bekannt, dass eine auf Interesse beruhende Lernmotivation zu einer qualitativ höherwertigen Wissensstruktur führt, die sich durch eine tiefere (kognitive) Verarbeitung und höhere Transferierbarkeit auszeichnet (Wild, Hofer & Pekrun, 2006, S. 224ff).

KI(D)S-Quiz

Beim KI(D)S-Quiz handelt es sich um einen fünfteiligen Test, in dem kindgerechte Aufgaben zu den Themenbereichen „Begriffe“, „Tabellen“, „Grafiken“, „Zufallsexperimente“ und „Kombinatorik“ enthalten sind. Der Test liegt in zwei Parallelversionen (Form A und Form B) vor.

Die Aufgaben zu den Themenbereichen wurden alle gleich gewichtet und mit jeweils 12 Punkten im Test berücksichtigt. Im Folgenden werden die Testteile und die darin enthaltenen Aufgaben kurz beschrieben.

Testteil „Begriffe“

Im ersten Teil des Tests finden sich 16 Aufgaben zu den Begriffen „sicher“, „möglich“, „unmöglich“ und „wahrscheinlich“. Es wird geprüft, ob ein adäquates Verständnis dieser Begriffe vorliegt. Den Kindern werden dazu vier geöffnete Schachteln präsentiert, die mehrere Kugeln unterschiedlicher Farben enthalten. Die Kinder werden aufgefordert, Aussagen wie „Es ist möglich, eine rote Kugel zu ziehen“ oder „Es ist wahrscheinlicher, eine gelbe Kugel zu ziehen als eine rote“ mit „richtig“ oder „falsch“ zu beantworten (Abb. 1).

Testteil „Grafiken“

Im zweiten Teil des Tests finden sich 6 Aufgaben zum Thema Grafiken. Es geht dabei um die Kompetenz der Kinder, Informationen aus verschiedenen Darstellungen zu entnehmen, zu verbalisieren und zu interpretieren. Für die Messung des Verständnisses von Balkendiagrammen müssen die Kinder zwei kurze Texte lesen (z.B. „In der Klasse sind 8 Buben und 15 Mädchen“) und dem jeweiligen Text die richtige Grafik aus jeweils 3 Alternativen zuordnen (Abb. 2). Für die Messung des Verständnisses von Kuchendiagrammen bekommen die Kinder ein Kuchendiagramm vorgegeben und sollen verschiedene Informationen herauslesen (z.B. „Wie viele Stunden Sport hat die Klasse?“).

Testteil „Tabellen“

Im dritten Teil des Tests finden sich 13 Aufgaben zum Themenbereich Tabellen. Hier wird die Kompetenz, eine Anzahl durch eine Strichliste in einer Tabelle zu erfassen und Daten aus Beobachtungen richtig zu interpretieren, abgefragt. Die Kinder lesen einen kurzen Text und sollen daraus eine Tabelle erstellen. Andererseits bekommen sie eine Tabelle vorgegeben und sollen aus dieser verschiedene Informationen herauslesen (z.B. „Wie viele Radfahrer hat das Kind gesehen?“, Abb. 3).

Testteil „Zufallsexperimente“

In diesem Teil des Tests werden die Kinder mit Zufallsexperimenten konfrontiert (Würfeln, Glücksrad). Hier geht es um die Kompetenz, Gewinnchancen bei einfachen Zufallsexperimenten einzuschätzen. Die Kinder sollen vorhersagen, wie ein Zufallsexperiment wahrscheinlich ausgehen wird (z.B. bei der Vorgabe von Glücksrädern: „Schwarz wird öfter gedreht werden“ (Abb. 4) oder bei der Vorgabe eines Würfelexperimentes „Die ACHT wird öfter gewürfelt werden als die ZEHN“).

Testteil „Kombinatorik“

Im letzten Testteil werden die kombinatorischen Probleme „Ziehen mit Zurücklegen“, „Ziehen ohne Zurücklegen“ und „n über k“ in 7 ver-

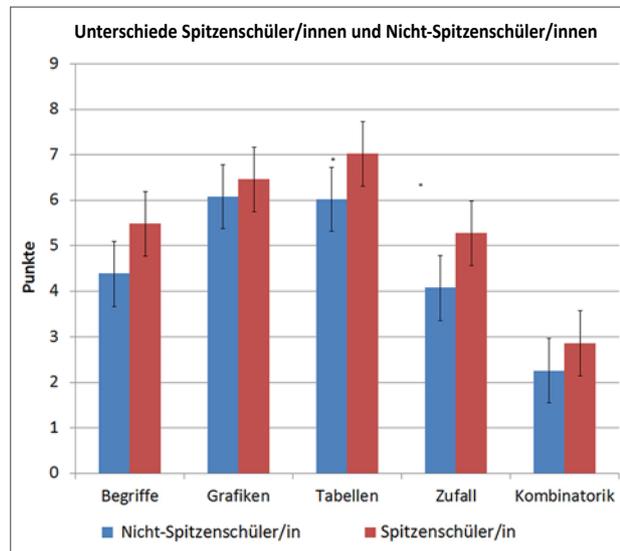


Abb. 6: Unterschiede zwischen Spitzenschülerinnen/-schülern und Nicht-Spitzenschülerinnen/-schülern in den Stochastikleistungen getrennt nach den einzelnen Subtests

schiedenen Aufgaben behandelt. Ein Item lautet z.B. „Hund, Maus und Katze gehen in einer Reihe. Wie viele Möglichkeiten haben die drei Tiere, sich in einer Reihe aufzustellen?“, „Wie viele Möglichkeiten hätten vier Tiere, sich in einer Reihe aufzustellen?“ (Abb. 5).

BERECHNUNGEN

Um herauszufinden, ob sich Spitzenschüler/innen von Nicht-Spitzenschülerinnen und -schülern hinsichtlich ihrer Stochastikleistung unterscheiden, wurden T-Tests für unabhängige Stichproben berechnet (bonferronikorrektiert). Zusätzlich wurde mittels T-Tests analysiert, wie sich der Lernzuwachs in Abhängigkeit von der Unterrichtsart in den beiden Gruppen unterscheidet und welche Unterrichtsart bei den Spitzenschülerinnen und -schülern zu größeren Lernzuwächsen führt. Die Testleistung der beiden Gruppen nach der Intervention wurde ebenfalls mithilfe von T-Tests für unabhängige Stichproben verglichen.

ERGEBNISSE

Spitzenschüler/innen bringen im KI(D)S-Test signifikant bessere Leistungen als Nicht-Spitzenschüler/innen (Abb. 6).

Spitzenschüler/innen erreichen im Gesamt-Testscore höhere Werte als Nicht-Spitzenschüler/innen ($t(702) = 4.94$; $p < .001$). Sieht man sich die Testleistungen für die 5 Subtests getrennt an, zeigen sich in allen Bereichen außer beim Lesen von Grafiken signifikante Unterschiede: Spitzenschüler/innen bringen also in 4 der 5 Subtests signifikant bessere Leistungen als Kinder, die nicht der Spitzengruppe angehören ($t > 3.33$; $p < .01$).

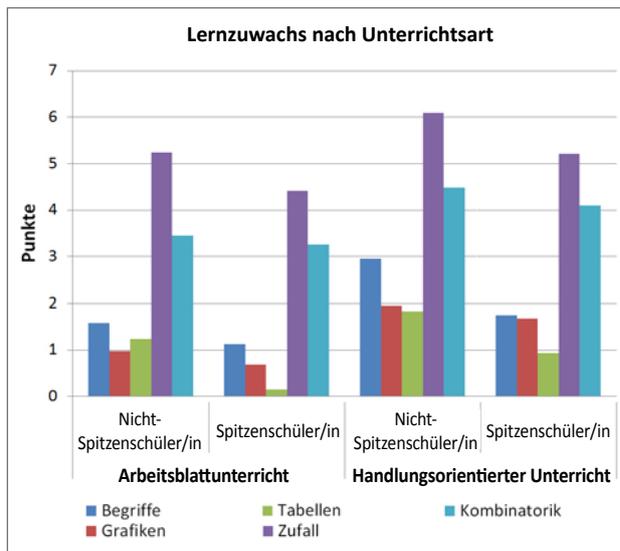


Abb. 7: Lernzuwachs nach Unterrichtsform in den beiden Gruppen, getrennt nach den einzelnen Subtests

Handlungsorientierter Unterricht führt in beiden Gruppen (Spitzenschüler/innen und Nicht-Spitzenschüler/innen) zu größeren Lernzuwächsen als Arbeitsblattunterricht (s. Abb. 7).

Vergleicht man die Lernzuwächse innerhalb der Gruppen getrennt nach Unterrichtsart, ergeben sich in beiden Gruppen signifikante Unterschiede. Arbeitsblattunterricht führt zu einem signifikant geringeren Lernzuwachs als handlungsorientierter Unterricht. Dieses Ergebnis zeigt sich in beiden Gruppen ($t(397) = 3.85, p < .001$ bei den Schülerinnen/Schülern, die nicht der Spitzengruppe angehören; $t(186) = 2.07, p < .05$ bei den Spitzenschülerinnen und -schülern).

Spitzenschüler/innen profitieren im geringeren Ausmaß vom handlungsorientierten Unterricht (s. Abb. 7).

Sieht man sich den Lernzuwachs im Gesamtttestscore getrennt für die Unterrichtsformen an, so zeigt sich, dass sich beim handlungsorientierten Unterricht jene Kinder, die nicht der Spitzengruppe angehören, signifikant stärker verbessern als Kinder, die der Spitzengruppe angehören ($t(368) = 3.65, p < .001$). Betrachtet man die Ergebnisse auf der Ebene der Subtests, so zeigt sich, dass dieser Trend nur in den Subtests Begriffe, Tabellen und Zufall signifikant wird, in den Subtests Grafiken und Kombinatorik jedoch kann der Unterschied nicht statistisch abgesichert werden ($t < 1.15, p > .05$). Beim Arbeitsblattunterricht ist der Lernzuwachs zwischen den beiden Gruppen in allen Subtests vergleichbar ($t < 1.79, p > .05$).

Handlungsorientierter Unterricht bereitet den Schülerinnen/Schülern mehr Freude.

Im Zuge der strukturierten Interviews nach Abschluss der Studie mit allen Lehrpersonen berichteten mehr als 90 % der Lehrpersonen, die handlungsorientiert unterrichteten, positive Rückmeldungen seitens der Kinder. Die Kinder hatten – unabhängig, ob sie der Spitzengruppe angehörten oder nicht – Freude am Unterricht, stellten Fragen und entwarfen eigene Aufgaben. Von den Lehrpersonen, die mit Arbeitsblättern unterrichteten, berichteten nur 50 % positive Rückmeldungen der Schüler/innen.

ZUSAMMENFASSUNG UND DISKUSSION

Die vorliegende Studie zeigt, dass Spitzenschüler/innen in Mathematik auch gleichzeitig im Teilbereich der Stochastik sehr gute Leistungen erbringen und andere Schüler/innen übertreffen.

Des Weiteren deuten die Ergebnisse darauf hin, dass handlungsorientierter Unterricht sehr gut geeignet ist, um stochastische Inhalte zu vermitteln. Die Lernzuwächse sind in beiden Gruppen (Spitzenschüler/innen und Nicht-Spitzenschüler/innen) beim handlungsorientierten Unterricht höher als beim Unterricht mit Arbeitsblättern, allerdings scheinen die Schüler/innen, die nicht der Spitzengruppe angehören, noch einmal zusätzlich vom handlungsorientierten Unterricht zu profitieren. Dass handlungsorientierter Unterricht in der Spitzengruppe zu verhältnismäßig geringeren Lernzuwächsen führt, ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass diese Kinder schon mehr Strategien des abstrakten, symbolischen Lernens ausgebildet haben und nicht mehr auf die haptische, enaktive Ebene angewiesen sind. Trotzdem zeigten die Kinder, die handlungsorientiert unterrichtet worden waren – unabhängig ob sie der Spitzengruppe angehörten oder nicht – mehr Freude am Unterricht als jene, die mit Arbeitsblättern geübt hatten.

LITERATUR

- Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Primarbereich (Jahrgangsstufe 4). Beschlüsse der Kultusministerkonferenz. Abrufbar unter http://nibis.ni.schule.de/~infosos/ftp/cuvo/bs_gs/bs_gs_kmk_mathe.pdf [03.06.2014].
- Kipman, U., Pletzer, B. & Kühberger, A. (im Review). Activity-Oriented Teaching of Stochastics in Elementary School. Activity-oriented education is most effective in teaching stochastics to elementary school children. Learning & Instruction.
- Lehner, S. & Mehlretter, K. (2009). Kinder entdecken Stochastik. Daten, Wahrscheinlichkeit und Kombinatorik. Berlin: Oldenbourg.
- Wild, E., Hofer, M. & Pekrun, R. (2006). Lernmotivation. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), Pädagogische Psychologie (5. Aufl., S. 212-238). Weinheim: Beltz.

MMAG. DDR. ULRIKE KIPMAN, B.SC.
Projektleiterin Statistik KI(D)S
ulrike.kipman@phsalzburg.at

ZUR AUTORIN

ULRIKE KIPMAN, MMag. DDr. B.Sc., ist Professorin für Diagnostik und Bildungsforschung an der PH Salzburg. Sie leitet den Bereich Forschung am Bundeszentrum für Begabungsforschung und Inklusion und unterrichtet Diagnostik, Lern-/Entwicklungspsychologie, Mathematik und Statistik an verschiedenen tertiären Einrichtungen.