

Friederike Bayer, Christa Kleindienst-Cachay, Thomas Rottmann

Mit Bewegungsspielen mathematische Grundvorstellungen zur Multiplikation fördern

Theoretische Begründung, unterrichtspraktische Umsetzung und Evaluation eines Unterrichtsversuchs in einer jahrgangsübergreifenden Schuleingangsstufenklasse

Auch wenn das Lernen *durch* Bewegung heute allgemein anerkannt ist und aus unterschiedlichen Fachrichtungen theoretisch begründet wurde, gibt es doch immer noch zu wenig unterrichtspraktische Vorschläge, vor allem für das Fach Mathematik. Darüber hinaus fehlt es an wissenschaftlichen Forschungen, die die Effekte dieser Lernform belegen. Der vorliegende Artikel will einen Beitrag zur Schließung dieser Lücke leisten. In einem mehrstündigen Unterrichtsversuch wurden Bewegungsspiele, die auf den Erwerb der Grundvorstellungen der Multiplikation als wiederholte Addition abzielen, durchgeführt und die Lerneffekte überprüft. Im Folgenden werden zunächst die theoretischen Grundlagen des Lernens *durch* Bewegung und ihre Verbindung zu Lerntheorien dargestellt. Sodann werden der Verlauf des Unterrichtsversuchs und dessen Ergebnisse beschrieben. Ausführliche Spielbeschreibungen, deren didaktische Umsetzung im Unterricht sowie eine Darstellung des Diagnoseinstrumentes folgen in den „Lehrhilfen“ dieser Ausgabe.

Learning through physical activity – a teaching experiment in physical education in primary school to foster “Grundvorstellungen” of multiplication

“Lernen durch Bewegung” is generally accepted and its positive impact on the learning process is theoretically grounded. Nevertheless, ideas for the practical application in mathematics instruction are still missing and so does scientific research. This paper aims to close this research gap. In order to do so, movement games, which support the development of “Grundvorstellung” of multiplication as repeated addition, were developed and scientifically evaluated during a teaching lesson lasting several hours. In this paper the theoretical principles of “Lernen durch Bewegung” will be presented as well as the design and the findings of the study conducted. A detailed description of the diagnostic tool and of the movement games plus their didactic implementation will be part of the “Lehrhilfen” in this edition.

Einleitung

In den letzten Jahren hat die Idee des Bewegten Lernens, insbesondere im Rahmen des Konzepts der Bewegten Schule, an Aktualität gewonnen (vgl. Müller, 2003; Thiel, Teubert & Kleindienst-Cachay, 2006). Dabei können zwei Formen des Bewegten Lernens unterschieden werden: Das Lernen *in* Bewegung, bei dem Bewegung lediglich zeitlich mit der Bewegung verknüpft wird, und das Lernen *durch* Bewegung, bei dem darüber hinaus eine inhaltliche Verknüpfung mit dem Lerngegenstand erfolgt. Während zum Lernen *in* Bewegung bereits vielfältige unterrichtspraktische Vorschläge vorliegen, mangelt es für das Lernen *durch* Bewegung im Mathematikunterricht an praktischen Anregungen und insbesondere an wissenschaftlichen Belegen für dessen Effektivität – und dies, obwohl eine theoretisch fundierte Begründung aus unterschiedlichen Fachrichtungen möglich ist.

Um diesem Desiderat zu begegnen, wurden einige Spiele neu konzipiert bzw. bekannte Spiele abgeändert, mithilfe derer mathematische Inhalte *durch* Bewegung erlernt werden können und der Lernerfolg mithilfe eines Vorher-Nachher-Tests überprüft. Die Bewegungsspiele wurden unter Berücksichtigung sportpädagogischer und mathematikdidaktischer Überlegungen fächerübergreifend entwickelt. Sie zielen darauf ab, den Aufbau von Grundvorstellungen zur Multiplikation zu unterstützen, Freude am Bewegungsspiel erfahrbar zu machen und gleichzeitig die motorischen Fähigkeiten der Kraft, der Ausdauer und der Schnelligkeit zu fördern. Die Erprobung und Evaluation der Spiele erfolgte in einer jahrgangsübergreifenden, inklusiven Schuleingangsstufenklasse in Nordrhein-Westfalen.

Lernen *durch* Bewegung versus Lernen *in* Bewegung

Beim Lernen *in* Bewegung wird Bewegung auf zeitlicher Ebene mit dem Lerngegenstand verknüpft. Entweder wird während des Lernprozesses eine Bewegung durchgeführt, ohne dass eine inhaltliche Verknüpfung mit dem Lerngegenstand gegeben ist (z.B. Laufdiktat), oder es wird der Lernprozess für eine Bewegungspause unterbrochen (z.B. Flitze-Pause, vgl. Beckmann & Riegel, 2014, S. 6). In dieser *lernbegleitenden* Funktion wird Bewegung zumeist mit dem Ziel eingesetzt, die Konzentration zu steigern (vgl. Baur-Fettah, 2007, S. 188). Diese Annahme konnte durch Forschungen belegt werden, denn Bewegung bedingt u.a. eine Steigerung der regionalen Gehirndurchblutung und einen damit einhergehenden erhöhten Sauerstoff- und Nährstoffaustausch, was die Konzentrationsfähigkeit positiv beeinflusst (vgl. Voll & Buuck, 2005, S. 1). Einige empirische Studien haben diesen neurophysiologisch bestätigten Zusammenhang im Schulalltag beforscht, indem sie den Einfluss von Bewegung auf die Konzentration und/oder Schulleistung unter Berücksichtigung verschiedener Faktoren (Alter, Bewegungsart, (Effekt-)Dauer) untersucht haben. Auch wenn sich insgesamt in den Ergebnissen noch kein einheitliches Bild zeigt, konnte in den Studien mehrheitlich ein eher positiver Wirkzusammenhang festgestellt werden (vgl. Fleig, 2008). Darüber hinaus zeigen neurophysiologisch gewonnene Erkenntnisse, dass körperliche Aktivität Veränderungen im Hippocampus hervorruft¹ – einem Gehirnareal, das für das Lernen bedeutsam ist, weil es dabei hilft, Inhalte in das Langzeitgedächtnis zu überführen (vgl. Voll & Buuck, 2005, S. 2).

Beim Lernen *durch* Bewegung wird Bewegung dagegen nicht nur auf zeitlicher, sondern auch auf inhaltlicher Ebene mit dem Lerngegenstand verknüpft – mit dem Ziel, das Verstehen zu vereinfachen und somit den Lernprozess zu unterstützen (vgl. Beckmann & Riegel, 2014, S. 6f.). Bewegung erhält so nicht nur eine *lernbegleitende*, sondern eine *lerner-schließende* Funktion (vgl. Baur-Fettah, 2007, S. 193). Ergänzend zu der Begründung für das Lernen *in* Bewegung können bei dieser Form weitere Vorzüge festgestellt werden: Durch die Nutzung des kinästhetischen Analysators wird einer im Schulalltag meist vorherrschenden Reduktion auf den auditiven und den visuellen Informationskanal entgegengewirkt. So können Lernchancen besser genutzt werden, denn je mehr Handlungsanteile ein Lernprozess hat und je mehr Wahrnehmungskanäle aktiviert werden, desto besser und langfristiger kann Wissen gespeichert werden (vgl. Weidenmann, 2009, S. 78). Da die Rezeptoren des kinästhetischen Analysators über den ganzen Körper in den Gelenken, Muskeln, Bändern und Sehnen verteilt liegen, erfolgt Lernen nun ganzheitlich. Der Körper selbst wird so zu einem Medium der Informationsaufnahme, wodurch es den Kindern ermöglicht wird „Lerngegenstände leiblich zu durchdringen“ (Baur-Fettah, 2007, S. 185). Abstrakte Lerninhalte werden durch die konkrete Bewegung körperlich erfahrbar, was Liechti (2000, S. 5) treffend wie folgt beschreibt: „Dort, wo die sprachlichen Symbole nicht mehr ausreichen, Bedeutungsträger entstehen zu lassen, Verständnis zu vermitteln, kann die Handlung, die bewusst erlebte körperliche Reaktion, zum Bedeutungsträger werden“. So kann durch den Einbezug des Lernens *durch* Bewegung in den Schulalltag das kindliche Bewegungsbedürfnis nicht nur befriedigt, sondern darüber hinaus auch gewinnbringend für den Lernprozess genutzt werden. Zahlreiche Forschungsarbeiten belegen diesen positiven Zusammenhang zwischen dem Lernen *durch* Bewegung und den kognitiven Fähigkeiten. Mehrheitlich thematisieren diese Arbeiten jedoch den Einfluss auf die Sprachverarbeitung – im mathematischen Bereich wird zumeist lediglich der Zusammenhang zur visuell-räumlichen Kognition, zur Zahlenverarbeitung oder zum Zeitverständnis

¹ Die Veränderungen zeigen sich in einer erhöhten Anzahl neugebildeter Nervenzellen, einer verbesserten Verzweigung der Dendriten sowie der Bildung neuer Synapsen und Dornfortsätze (vgl. Voll & Buuck, 2005, S. 2).

herausgearbeitet (vgl. Jansen & Richter, 2016, S. 213ff.). Empirische Untersuchungen, die den Einfluss *lernalschließender* Bewegungstätigkeiten auf den Erwerb der Grundvorstellungen der Multiplikation erforschen, gibt es im deutschsprachigen Raum bisher nicht.

Für Kinder mit Lernschwierigkeiten wird das Lernen *in* und *durch* Bewegung als besonders erfolgsversprechend eingeschätzt, da durch die Bewegung Konzentrationsschwierigkeiten vorgebeugt und durch veränderte Aufgabenstellungen neue Lernchancen eröffnet werden (vgl. Link, Moeller, Huber, Fischer & Nuerk, 2015, S. 1).

Lernen *durch* Bewegung im Mathematikunterricht

Die Implementation des Lernens *durch* Bewegung in den Mathematikunterricht kann durch die Lerntheorien von Piaget, Aebli und Bruner, die wesentliche theoretische Grundlagen der Mathematikdidaktik für die Grundschule bilden (vgl. Käpnick, 2014, S. 47ff.), begründet werden:

Piaget erläutert in der Stufentheorie der Intelligenzentwicklung, wie die konkrete Handlung schrittweise von der Motorik abgekoppelt wird, sodass im Laufe der Lernentwicklung Denkhandlungen entstehen, die nur noch aus dem mathematischen Kern der Handlung bestehen. Auch bei Aebli und Bruner, deren Lerntheorien auf Piagets Annahmen fußen, stellen Handlungen den Ausgangspunkt des Lernens dar (vgl. ebd., S. 67ff.). In der Mathematikdidaktik werden diese in der Regel als feinmotorische Handlungen (z.B. an mathematikdidaktischem Arbeitsmaterial) interpretiert und in den Mathematikunterricht implementiert. Das theoretische Modell Piagets schließt jedoch nicht aus, dass die Ausbildung von Denkhandlungen auch auf Grundlage von großmotorischen Handlungszusammenhängen erfolgen kann. Aus mathematikdidaktischer Perspektive gilt es dabei zwei Aspekte zu berücksichtigen: Zum einen sollte die Handlung strukturell mit der angestrebten Operation übereinstimmen, damit das Handeln nicht auf der Ebene des bloßen Tuns verweilt. Zum anderen gilt es, die Handlung sprachlich so zu begleiten und zu reflektieren, dass die Herausarbeitung des mathematischen Kerns unterstützt wird (vgl. Schipper, 2009, S. 302).

Eine Sichtung der unterrichtspraktischen Veröffentlichungen zum Lernen *in* und *durch* Bewegung des Inhaltsbereiches „Zahlen und Operationen“ in der Primarstufe zeigt, dass die Anzahl an Spielvorschlägen mit *lernbegleitender* Funktion gegenüber denen mit *lernalschließender* Funktion deutlich größer ist.² Die wenigen Bewegungsspiele, in denen *durch* Bewegung gelernt wird, sind vor allem für Inhalte des mathematischen Anfangsunterrichts (s. Beckmann & Riegel, 2014, S. 10-14; Kleindienst-Cachay & Hoffmann, 2009; Zoller, 1996) oder für das Üben von Additions- und Subtraktionsaufgaben konzipiert (s. Obier, 2008, S. 10; Bolay, Platz, Wolf & Anrich, 2003, S. 67; Bucher, 2000, Nr. 555, 556, 566, 593; Zoller, 1996, S. 57). Für den Erwerb der Multiplikation konnten im deutschsprachigen Raum vielfältige Spielvorschläge für das Lernen *in* Bewegung gefunden werden³, allerdings

² Dies gilt auch für andere mathematische Inhaltsbereiche. Die meisten Spielvorschläge, in denen *durch* Bewegung gelernt wird, finden sich für die Inhaltsbereiche „Raum und Form“ (s. u.a. Beckmann & Riegel, 2014, S. 16ff; Winter, 2007, S. 203ff.; Bolay et al., 2003, S. 66; Bucher, 2000, S. 227ff.) und „Größen und Messen“ (s. u.a. Beckmann & Riegel, 2014, S. 23ff.; Beckmann, 2013, S. 50; Winter, 2007, S. 200f.; Bucher, 2000, S. 208ff.). Für den Inhaltsbereich „Daten, Häufigkeiten, Wahrscheinlichkeiten“ konnten in der Literatur keine *lernalschließenden* Bewegungsspiele gefunden werden.

³ In *lernbegleitenden* Spielvorschlägen wird Bewegung vorrangig für die Automatisierung von Multiplikationsaufgaben oder -reihen eingesetzt (s. u.a. Beckmann & Riegel, 2014, S. 43; Winter, 2007, S. 202f.; Müller, 2003, Arithmetik Nr. 3.2; 3.4; 3.5; 3.7-3.15; Bucher, 2000, u.a. Nr. 570, 572- 574, 584, 585).

nur zwei Bewegungsspiele, in denen *durch* Bewegung gelernt wird (s. Beckmann & Riegel, 2014, S. 14; Müller, 2003, Arithmetik, 3.1).

Grundvorstellungen zur Multiplikation

Die Multiplikation ist ein wichtiger Inhalt des Mathematikunterrichts in der Grundschule, der für den weiteren schulischen und außerschulischen Lebensweg von großer Bedeutung ist. Relevant ist hierbei der Erwerb adäquater multiplikativer Grundvorstellungen, die es den Schüler/-innen ermöglichen, eine multiplikative Situation auf anschaulicher und mathematisch tragfähiger Ebene zu deuten, anstatt bei einer Aufgabe wie $2 \cdot 5$ auf der Ebene des verständnislosen Ziffernrechnens zu verweilen (vgl. vom Hofe, 2014, S. 1267). Den von den Autor(inn)en konzipierten Bewegungsspielen liegt die Grundvorstellung zur Multiplikation als wiederholte Addition gleicher Summanden zugrunde, da dies als didaktischer Einstieg in die Thematik empfohlen wird (vgl. Schipper, 2009, S. 149). Diese Vorstellung kommt zum einen in Situationen zum Tragen, in denen die gleiche Handlung mehrmals hintereinander ausgeführt wird und das Ergebnis sukzessiv entsteht. So passt die Aufgabe $2 \cdot 5$ zu der Handlung des zweimaligen Laufens und Holens von immer fünf Bällen (zeitlich-sukzessiver Aspekt). Zum anderen kann die Aufgabe $2 \cdot 5$ räumlich-simultan interpretiert und beispielweise mit einem Eierkarton veranschaulicht werden, der zwei Reihen á fünf Eier beinhaltet. Hier wird ein Ganzes aus mehreren gleichmächtigen Mengen bestehend simultan erfasst (räumlich-simultaner Aspekt). Während der zeitlich-sukzessive Aspekt die dynamische Komponente der Multiplikation betont, verdeutlicht der räumlich-simultane Aspekt die statische Komponente. Zwischen beiden Modellvorstellungen besteht ein enger Zusammenhang. Häufig entsteht durch eine zeitlich-sukzessive Handlung ein räumlich-simultaner Endzustand – umgekehrt können räumlich-simultane Anordnungen meist zeitlich-sukzessiv entstanden gedacht werden. Diesen Zusammenhang gilt es ebenfalls im Unterricht zu thematisieren (vgl. ebd., S. 147f.).

Zur Konzeption der Spiele

Sowohl typische Spielkonzeptionen aus dem Sportunterricht (Umkehrstaffel, Atomspiel) als auch mathematikdidaktisches Arbeitsmaterial (Zahlenstrahl) waren Ausgangspunkte für die Konzeption der Bewegungsspiele. Es wurden für die Unterrichtsreihe drei Kernspiele (mit Varianten) konzipiert: Eine Umkehrstaffel, eine Form des Atomspiels und ein spezielles Hüpfspiel, das „Zahlenstrahlspiel“ (ausführlich s. Lehrhilfen). Jedes dieser Bewegungsspiele schult schwerpunktmäßig einen Aspekt der multiplikativen Grundvorstellung der wiederholten Addition. Während das Zahlenstrahlspiel vorrangig den zeitlich-sukzessiven Aspekt fördert, gilt dies beim Atomspiel für den räumlich-simultanen. Bei der Umkehrstaffel liegt der Schwerpunkt auf der Verknüpfung beider Aspekte. Die Spiele wurden jeweils mit Blick auf das inhaltliche Lernziel angepasst und aus didaktischer Sicht des jeweils anderen Faches modifiziert. Beide fachlichen Perspektiven sind bei der Konzeption derartiger Spiele gleichermaßen zu berücksichtigen. Nur so können Spiele entstehen, bei denen motorische und kognitive Aktivitäten in einem angemessenen Verhältnis zueinanderstehen.

Anlage und Durchführung des Unterrichtsversuchs

Die Erprobung der konzipierten Bewegungsspiele erfolgte im Rahmen einer sechsständigen Unterrichtsreihe in einer jahrgangsübergreifenden Schuleingangsstufenklasse durch eine der Autorinnen. Die Lerngruppe bestand aus 18 Schüler/-innen, von denen fünf Schüler/-innen lernentwicklungsbedingt zum Zeitpunkt der Erhebung ein drittes Jahr in der Schuleingangsstufe verweilten. Davon hatten zwei Schüler/-innen einen diagnostizierten Förderbedarf „Lernen“. Insgesamt sieben der 18 Schüler/-innen schätzte die

Mathematiklehrkraft als leistungsschwach in Mathematik ein.⁴ Die Erstklässler/-innen hatten zum Zeitpunkt der Erhebung noch keine, die Zweitklässler/-innen eine rudimentäre unterrichtliche Thematisierung der Multiplikation erfahren.

Zur Erhebung der Grundvorstellungen zur Multiplikation wurde in der ersten und letzten Stunde der sechsstündigen Unterrichtsreihe ein eigens konzipiertes Diagnoseinstrument als Test eingesetzt, um einen Eindruck des möglichen Einflusses von Bewegungsspielen auf die Grundvorstellungen der Schüler/-innen zu erhalten (ausführlich s. Lehrhilfen). Das Instrument enthielt sowohl Aufgaben zur Erhebung des räumlich-simultanen und des zeitlich-sukzessiven Aspekts als auch Aufgaben zur Erhebung des Transfereffekts auf die Grundvorstellungen der Division. In den restlichen vier Unterrichtsstunden der Einheit wurden die Bewegungsspiele in der Sporthalle gespielt und von der Studentafel her gesehen je hälftig im Mathematikunterricht und im Sportunterricht verortet. Mit der Methode der teilnehmenden Beobachtung wurden außerdem die Praktikabilität der Bewegungsspiele, die Angemessenheit des Schwierigkeitsgrades der Aufgaben und die Verstehensleistungen der Schüler/-innen in den angeleiteten Reflexionsphasen dokumentiert. Diese Erkenntnisse wurden auch für die Feinplanung der folgenden Unterrichtsstunden genutzt, u.a. um die Anzahl der möglichen Spielwiederholungen abschätzen zu können. Außerhalb der Erprobungsstunden in der Sporthalle erfolgte keine unterrichtliche Beschäftigung mit dem Thema Multiplikation.

Ergebnisse

Für den Vergleich der Ergebnisse des Vorher-Nachher-Tests waren folgende Forschungsfragen leitend: Inwieweit ist durch das Lernen *durch* Bewegung eine Förderung der Grundvorstellungen zur Multiplikation feststellbar? Werden beide Aspekte, sowohl der räumlich-simultane als auch der zeitlich-sukzessive, in gleichem Maße geschult? Ist eine Transferwirkung auf die Grundvorstellungen der Division erkennbar? Inwieweit profitieren Schüler/-innen, die von der Lehrkraft als leistungsschwach in Mathematik eingeschätzt werden, von der bewegten Erarbeitung?

Sowohl die Ergebnisse des Vorher-Nachher-Tests als auch die der teilnehmenden Beobachtung weisen darauf hin, dass die Grundvorstellungen zur Multiplikation durch die bewegte Erarbeitung gefördert wurden: Elf von 18 Schüler/-innen⁵ konnten im Nachher-Test mehr Aufgaben korrekt beantworten als beim Vorher-Test (s. Abbildung 1). Eine Schülerin löste im Nachher-Test sogar 38,4% mehr Aufgaben richtig. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund der kurzen Interventionszeit und der Tatsache, dass eine im Unterrichten noch wenig erfahrene Lehrperson eine ihr weitgehend unbekannte Lerngruppe anleitete, als beachtlicher Lernzuwachs einzuschätzen.

⁴ Vier Schüler/-innen wurden zu Beginn des Unterrichtsversuchs von der Lehrkraft in Mathematik als in mittlerem Maße leistungsfähig eingeschätzt, sieben weitere Schüler/-innen als leistungsstark.

⁵ Aufgrund der kleinen Stichprobe ist eine Berechnung von Signifikanzen nicht möglich.

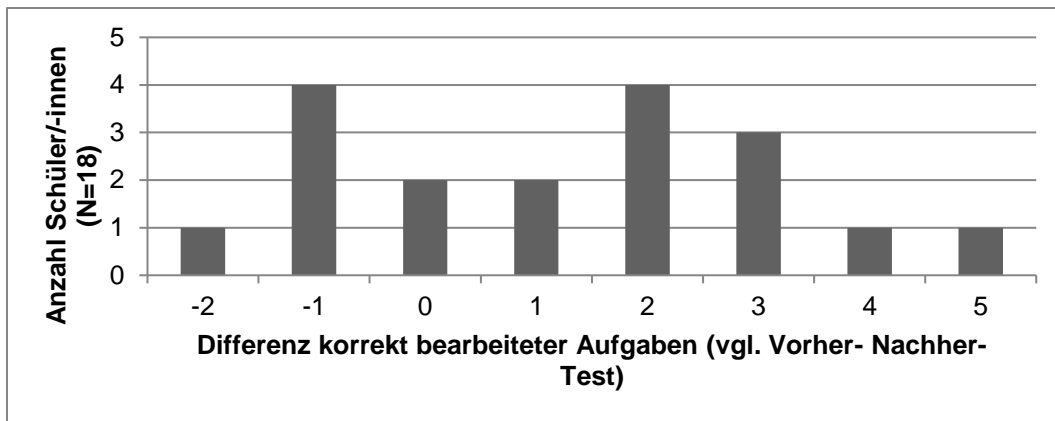


Abbildung 1 Veränderung der Anzahl korrekt bearbeiteter Aufgaben pro Schüler/-in vom Vorher- zum Nachher-Test

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass vor allem der räumlich-simultane und weniger der zeitlich-sukzessive Aspekt durch die Einheit geschult wurde (s. Abbildung 2). Dies ist überraschend, da der zeitlich-sukzessive Aspekt aufgrund seiner strukturellen Übereinstimmung mit der Bewegung tatsächlich leiblich erfahrbar ist, wohingegen dies beim räumlich-simultanen Aspekt aufgrund dessen statischen Charakters nicht in demselben Maße der Fall ist. Zwei mögliche Ursachen können diesem Umstand zugrunde liegen: Zum einen deuten die dokumentierten Beobachtungen darauf hin, dass das zur Schulung des zeitlich-sukzessiven Aspekts entwickelte Zahlenstrahlspiel einer zeitintensiveren Einführungsphase bedarf als dies angesichts der knappen Unterrichtszeit möglich war (nur vier Unterrichtsstunden, in denen drei verschiedene Bewegungsspiele eingeführt wurden). Zum anderen zeigte sich, ebenfalls an den Beobachtungsprotokollen, dass die den Spielen folgenden Reflexionen häufiger auf der Grundlage räumlich-simultaner Darstellungen als auf zeitlich-sukzessiven Bewegungshandlungen geführt wurden, sodass der räumlich-simultane Aspekt intensiver behandelt worden war. Bei einer Veränderung der Unterrichtsreihe unter Berücksichtigung dieser beiden Argumente ist davon auszugehen, dass der zeitlich-sukzessive Aspekt durch die bewegte Erarbeitung eine ähnlich intensive Schulung erfahren dürfte wie der räumlich-simultane.

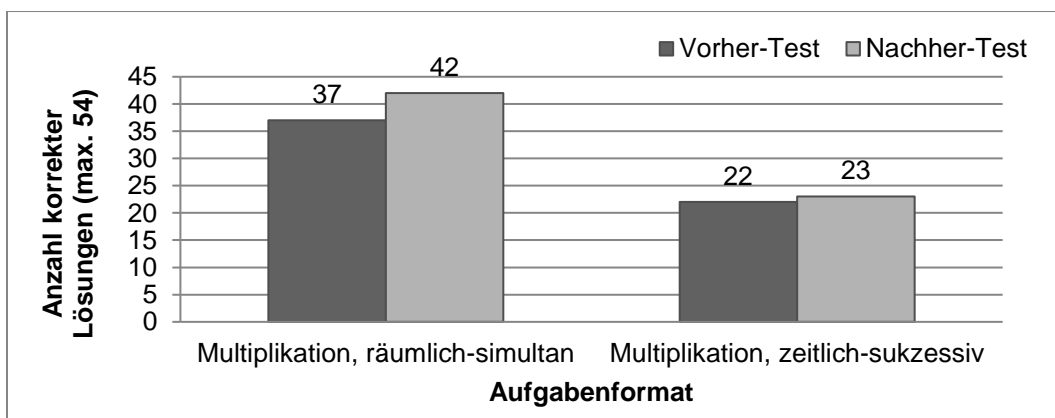


Abbildung 2 Anzahl korrekt gelöster Aufgaben zur Multiplikation (Vergleich zwischen Vorher- und Nachher-Test unter Berücksichtigung des räumlich-simultanen und des zeitlich-sukzessiven Aspekts)

Eindeutige Transfereffekte ergaben sich für die Grundvorstellungen der Division (s. Abbildung 3). Da zwischen der Multiplikation und der Division ein enger Zusammenhang besteht und bei den durchgeführten Bewegungsspielen einige Handlungssituationen entstehen, die der Grundvorstellung des Aufteilens entsprechen, war ein Transfereffekt durchaus zu erwarten. Da die Division jedoch nicht eigens thematisiert worden war, war die tatsächliche Intensität dieses Transfereffekts überraschend hoch: bei Aufgaben zum Aufteilen ergab sich nämlich eine Steigerung von vier auf zwölf korrekte Lösungen.

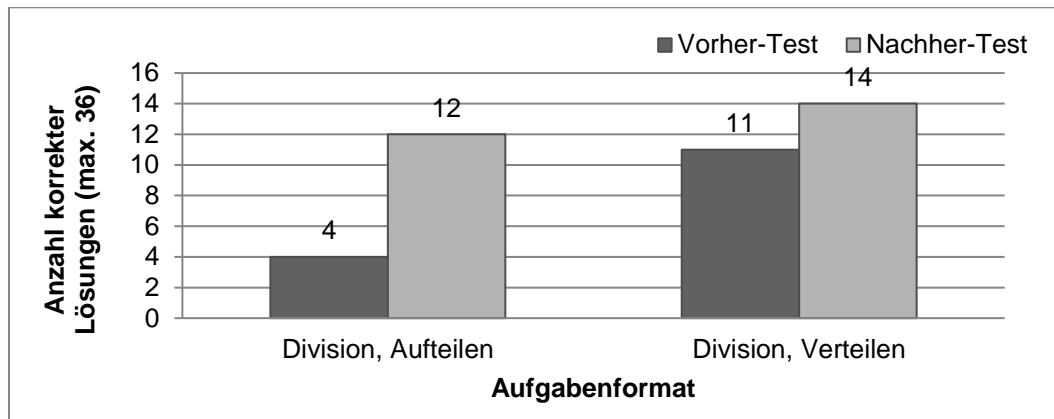


Abbildung 3 Anzahl korrekt gelöster Aufgaben zur Division (Vergleich zwischen Vorher- und Nachher-Test unter Berücksichtigung der Grundvorstellungen des Aufteilens und des Verteilens)

Mit Blick auf die sieben von der Lehrkraft in Mathematik als leistungsschwach eingeschätzten Schüler/-innen zeigte sich, dass diese Schüler(innen)gruppe im Schnitt 1,7 Aufgaben im Nachher-Test mehr korrekt bearbeitete – wohingegen die anderen Schüler/-innen im Schnitt nur eine Aufgabe mehr korrekt bearbeiteten (es konnte kein Deckeneffekt festgestellt werden). Fünf leistungsschwache Schüler/-innen profitierten in besonders hohem Maße von der bewegten Erarbeitung (s. Abbildung 4): Ausgerechnet jene Schülerin, bei der der stärkste Leistungszuwachs von der ganzen Lerngruppe festgestellt werden konnte, war von der Lehrkraft in Mathematik als leistungsschwach eingeschätzt worden. Den Ergebnissen des Tests zufolge konnten diese Schüler/-innen im Vergleich zu den als leistungsstärker eingeschätzten Schüler/-innen in besonderem Maße zeitlich-sukzessive Grundvorstellungen der Multiplikation aufbauen. Dies deutet darauf hin, dass die leistungsschwächeren Schüler/-innen stark von Handlungssituationen profitieren, in denen die Bewegung strukturell mit dem mathematischen Lerninhalt übereinstimmt. Offenbar brauchen sie mehr (Lern-)Zeit, um den mathematischen Kern der durchgeführten Handlung zu erfassen und auf andere Operationen, wie beispielsweise in diesem Fall auf die Division, zu übertragen. Da die Bewegungsspiele mit Freude ausdauernd gespielt wurden, kann ihnen so diese Zeit gegeben werden. Es empfiehlt sich deshalb auf Grundlage der vorliegenden Ergebnisse, das Lernen *durch* Bewegung bei leistungsschwächeren Schüler/-innen in noch stärkerem Maße praktizieren.

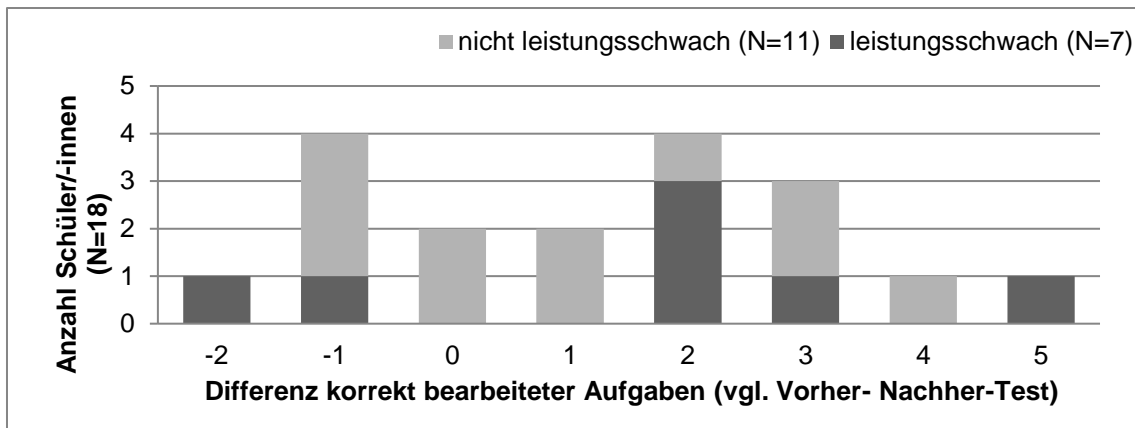


Abbildung 4 Anzahl korrekt bearbeiteter Aufgaben pro Schüler/-in (Vergleich vom Vorher- zum Nachher-Test unter Berücksichtigung der als leistungsschwach eingeschätzten Schüler/-innen und der als nicht leistungsschwach eingeschätzten Schüler/-innen)

Fazit und weiterführende Überlegungen

Die entwickelten Bewegungsspiele haben sich unterrichtlich in einer inklusiven Lerngruppe bewährt: Alle Schüler/-innen können, unabhängig von ihrem motorischen und mathematischen Ausgangsniveau, bei den Spielen erfolgreich und mit viel Spaß an der Sache agieren, ohne dass es zu einer Über- oder Unterforderung Einzelner kommt. Eine interne Differenzierung ist nicht nötig; vielmehr erfolgt eine natürliche Differenzierung. Darüber hinaus sind die Schüler(innen) aufgrund des fehlenden Wettbewerbs in ihrem Handeln nicht voneinander abhängig, so dass es nicht zu Situationen der Diskriminierung Schwächerer aufgrund von langsamerem oder fehlerhaftem Lösen von Aufgaben kommt.

Ausgehend von den Ergebnissen des Unterrichtsversuchs erweist sich eine Weiterarbeit auf zwei Ebenen als sinnvoll: Zum einen gilt es, weitere *lerner-schließende* Bewegungsspiele für unterschiedliche mathematische Inhaltsbereiche zu entwickeln, um das Potenzial des Lernens *durch* Bewegung in der Schulpraxis verstärkt nutzen zu können. Es kann mit einiger Plausibilität davon ausgegangen werden, dass sich die Lerneffekte der durchgeführten Bewegungsspiele bei einer Implementation in den regulären Schulalltag – durch die Möglichkeit des wiederholten Spielens und somit der Vertiefung des Lerninhalts – noch steigern lassen. Zum anderen wird durch den Unterrichtsversuch deutlich, dass weiterführende Forschungen zur Evaluation des Lernens *durch* Bewegung im Mathematikunterricht lohnend erscheinen. Insbesondere sind Folgestudien mit größeren Stichproben durchzuführen, um die festgestellten Lernentwicklungen zu validieren.

Literatur

- Baur-Fettah, Y. (2007). Lernen durch Bewegung – eine Chance zu erkennen, zu erfahren, zu begreifen und zu verstehen. In R. Hildebrandt-Stramann (Hrsg.), *Bewegte Schule: Schule bewegt gestalten* (S. 182-194). Baltmannsweiler: Schneider-Verl. Hohengehren.
- Bayer, F.; Kleindienst-Cachay, C. & Rottmann, T. (2018). Lernen durch Bewegungsspiele. Ein Unterrichtsversuch im inklusiven Sportunterricht der Grundschule zur Förderung von Grundvorstellungen zur Multiplikation. *sportunterricht*, 67, 297-301.
- Bayer, F.; Kleindienst-Cachay, C. & Rottmann, T. (2018). Förderung der Multiplikation durch Bewegungsspiele. Spielbeschreibungen, unterrichtspraktische Hinweise und Diagnoseinstrument zum Beitrag „Lernen durch Bewegungsspiele“ im Hauptteil dieses Heftes. *sportunterricht*, 67, 309-315.
- Bayer, F. (2016). Förderung der Grundvorstellungen zur Multiplikation durch Bewegungsspiele in der Schuleingangsstufe unter besonderer Berücksichtigung von Kindern mit Schwierigkeiten beim Lernen. Masterarbeit an der Universität Bielefeld, Abteilung Sportwissenschaft.
- Beckmann, H. (2013). Bewegtes Lernen im Mathematik- und Deutschunterricht in der Grundschule. In: R. Hildebrandt-Straman, R. Laging & K. & K. Moegling (Hrsg.): *Körper, Bewegung und Schule. 2. Schulprofile bewegter Schulen und Praxis bewegten Lernens* (Theorie und Praxis der Schulpädagogik, 8, S. 41-54). Kassel: Prolog-Verl.
- Beckmann, H. & Riegel, K. (2014). *Bewegtes Lernen! Mathe 1.-4. Klasse*. 2. Auflage. Donauwörth: AAP Lehrerfachverlage.
- Bolay, E., Platz, F., Wolf, H. & Anrich, C. (Hrsg.). (2003). *Bewegte Schule, bewegtes Lernen Band 3. Bewegung - ein Prinzip lebendigen Fachunterrichts. Bewegungspädagogik für weiterführende Schulen, themenbezogenes Bewegen im Fachunterricht, Lernen in Bewegung*. Leipzig [u.a.]: Klett-Schulbuchverl.
- Bucher, W. (2000). Kindergarten, Vorschule und 1. - 4. Schuljahr. In A. Belorf, M. Bawidamann, U. Trucco & W. Bucher (Hrsg.), *Bewegtes Lernen* (S. 203-225). Schorndorf: Hoffmann.
- Fleig, P. (2008). Der Zusammenhang zwischen körperlicher Aktivität und kognitiver Entwicklung – Theoretische Hintergründe und empirische Ergebnisse. *sportunterricht*, 57, 11-16.
- Jansen, P. & Richter, S. (2016). *Macht Bewegung wirklich schlau? Zum Verhältnis von Bewegung und Kognition*. Göttingen: Hogrefe.
- Käpnick, F. (2014). *Mathematiklernen in der Grundschule. Mathematik Primarstufe und Sekundarstufe I + II*. Berlin [u.a.]: Springer Spektrum.
- Kleindienst-Cachay, C. & Hoffmann, S. (2009). Bewegungsspiele zur Förderung mathematischer Kompetenzen im Anfangsunterricht. *Lehrhilfen für den Sportunterricht*, 58, 1-7.
- Liechti, M. (2000). *Erfahrungen am eigenen Leibe. Taktil-Kinästhetische Sinneserfahrung als Prozess des Weltbegriffens*. Heidelberg: Winter.
- Link, T. et al. (2015). Corrigendum to "Walk the number line - An embodied training of numerical concepts" [Trends in Neuroscience and Education, 2/2, (2013) 74-84]. *Trends in Neuroscience and Education*, 4 (4), 112. doi:10.1016/j.tine.2015.11.003
- Müller, C. (Hrsg.). (2003). *Bewegtes Lernen in Klasse 1* (2. neu bearb. Aufl.). St. Augustin: Academia Verl.
- Obier, M. (2008). Bewegtes Lernen in den Klassen 1 bis 4. *Praxis Grundschule*, 31, 9-12.
- Schipper, W. (2009). *Handbuch für den Mathematikunterricht an Grundschulen*. Braunschweig: Schroedel.
- Thiel, A.; Teubert, H. & Kleindienst-Cachay, C. (2006). *Die "Bewegte Schule" auf dem Weg in die Praxis*. 3., überarb. Aufl. Baltmannsweiler: Schneider-Verl. Hohengehren.
- Voll, S. & Buuck, S. (2005). Steigerung der geistigen Leistungsfähigkeit durch Bewegung. In E. Wutz, H. Vorleuter & H. Resper (Hrsg.), *Schulsport: Vorschriften, Empfehlungen und Unterrichtshilfen für den Sportunterricht und außerunterrichtlichen Schulsport* (S. 1-6). Köln: Carl Link Verlag.
- Vom Hofe, R. (2014). Primäre und sekundäre Grundvorstellungen. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 1267-1270). Münster: WTM-Verlag.

- Weidenmann, B. (2009). Multimedia, Multicodierung und Multimodalität beim Online-Lernen. In L. Issing & P. Klimsa, *Online-Lernen: Handbuch für Wissenschaft und Praxis* (S. 73 – 86). München: Oldenbourg.
- Winter, M. (2007). Mathematik mit Hand und Fuß – Bewegung im Mathematikunterricht. In R. Hildebrandt-Stramann (Hrsg.), *Bewegte Schule – Schule bewegt gestalten* (S. 195-210). Baltmannsweiler: Schneider-Verl. Hohengehren.
- Zoller, I. (1996). Mathematik und Bewegung im Anfangsunterricht. *sportpädagogik*, 5, 54- 57.