

Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Interesse für Mathematik und Leistungsentwicklung im geblockten und verschachtelten Unterricht

1. Einleitung

Erfolgreiches Lernen impliziert für viele Menschen langfristiges Behalten und Nutzen des Gelernten. Das Sicherstellen eines langfristigen Lernerfolgs erfordert besondere didaktische Überlegungen hinsichtlich der Gestaltung der Lernprozesse. Eine solche Überlegung ist, den kognitiven Aufwand bei einem Lernvorgang zu erhöhen, um das Lernen nachhaltiger zu machen. Diese Idee wird in der Kognitiven Psychologie unter dem Begriff „Wünschenswerte Erschwernisse“ vertreten. Der Begriff „Wünschenswerte Erschwernisse“ oder „Desirable Difficulties“ steht für didaktische Maßnahmen, welche den Lernprozess erschweren mit dem Ziel, das Lernen längerfristig erfolgreich zu machen (Bjork & Bjork, 2011). Die Idee, den Lernprozess schwieriger zu gestalten, steht im Gegensatz zu herkömmlichen didaktischen Ansätzen, die eher eine Vereinfachung des Lernens anstreben. Eine der bekannten wünschenswerten Erschwernisse ist das sog. verschachtelte Lernen (Bjork, 2011).

Das Forschungsprojekt LIMIT (**L**ernen **I**m **M**athemat**I**kunterricht **T** durch wünschenswerte Erschwernisse) ist ein Teilprojekt des LOEWE-Schwerpunktes „Wünschenswerte Erschwernisse“ des Landes Hessen. Es beschäftigt sich mit Untersuchungen der Effekte des verschachtelten Lernens im Mathematikunterricht in der Grundschule in der Jahrgangsstufe 3 und in der Sekundarstufe I in der Jahrgangsstufe 7. Bei der hier vorliegenden Studie geht es um die Untersuchungen in der Sekundarstufe I.

2. Wünschenswerte Erschwernis: verschachteltes Lernen

Unter verschachteltem Lernen versteht man ein abwechselndes Lernen von Inhalten unterschiedlicher Kategorien. So können unterschiedliche Lerninhalte der Kategorien A, B und C eines Inhaltsbereichs in einer abwechselnden bzw. gemischten Sequenz ABCABCABC gelernt und geübt werden (Rohrer & Taylor, 2007). Im Gegensatz dazu steht das sog. geblockte Lernen, bei dem die Inhalte nach dem Muster AAABBBCCC angeordnet werden, so dass die Inhalte der jeweiligen Kategorie erst nach dem Abschließen des Stoffes der vorherigen Kategorie behandelt werden.

Die geblockte Anordnung der Lerninhalte wird in den meisten Schulbüchern repräsentiert und ist üblich für den heutigen Mathematikunterricht, in

dem jedes Thema erst nach dem Abschließen des anderen behandelt wird. Dies liegt wohl darin begründet, dass man sich beim geblockten Lernen nur auf ein bestimmtes Thema konzentrieren muss, was die Verarbeitung der zu lernenden Inhalte deutlich erleichtert. Beim verschachtelten Lernen dagegen wird man abwechselnd mit den Inhalten mehrerer unterschiedlicher Themen konfrontiert, was eine Erschwernis des Lernprozesses darstellt.

3. Forschungslage zum verschachtelten Lernen

Nach dem aktuellen Forschungsstand gilt verschachteltes Lernen als ein noch wenig erforschtes Gebiet, im Vergleich zu den anderen wünschenswerten Erschwernissen (Dunlosky et al., 2013).

Die bisherigen Ergebnisse stammen überwiegend aus Laborstudien. Es mangelt an Untersuchungen im Klassenzimmer (e.g. Dobson, 2011; Rau, Alevén & Rummel, 2013; Rohrer & Taylor, 2007). Dabei wurden die meisten Studien mit Studierenden oder älteren Lernenden durchgeführt. Es gibt nur wenige Untersuchungen mit Kindern.

Des Weiteren mangelt es an Untersuchungen zum Einfluss der Personenmerkmale (wie z.B. Interesse für Mathematik) auf die Effekte des verschachtelten Lernens.

4. Forschungsfragen

Vor dem Hintergrund des Forschungsstandes ergeben sich u.a. folgende Forschungsfragen im LIMIT-Projekt:

- Zeigen sich in der Leistungsentwicklung Unterschiede zwischen Schülerinnen und Schülern, die geblockt oder verschachtelt lernen?
- Hängt Interesse für Mathematik mit dem Lernzuwachs der Schülerinnen und Schüler zusammen, die geblockt oder verschachtelt lernen?

5. Methodologie

An der LIMT-Studie in der Sekundarstufe I nahmen 124 Siebtklässler aus sechs Haupt- und Realschulklassen teil. In einer 8-stündigen Intervention zum Thema „Zuordnungen“ lernten sie die Eigenschaften von proportionalen, antiproportionalen und sonstigen Zuordnungen kennen und wendeten ihr Wissen in Übungsaufgaben an. Vor der Intervention wurden die Klassen nach dem Zufallsprinzip hälftig aufgeteilt. Dabei wurde eine Hälfte geblockt und die andere Hälfte verschachtelt unterrichtet. Der Unterschied zwischen dem geblockten und dem verschachtelten Unterricht bestand allein in der Anordnung der Lerninhalte. Im geblockten Unterricht wurden zuerst proportionale, dann antiproportionale und am Ende sonstige Zuord-

nungen behandelt. Im verschachtelten Unterricht wurden alle drei Zuordnungsarten parallel bzw. vermischt behandelt. Die restlichen Bedingungen (Lernmaterialien, Aufgaben, Unterrichtsphasen, Zeit etc.) waren in den beiden Unterrichtsgruppen gleich.

Die Leistung der Lernenden wurde in einem Prätest, Posttest und zwei Follow-Up-Tests (drei und zehn Wochen nach dem Posttest) erhoben. Die Leistungstests beinhalteten unterrichtsähnliche Aufgaben und setzten sich sowohl aus Ankeritems zusammen als auch aus Items, die in jedem Test neu waren.

Neben den Leistungstests fanden zwei Paper-Pencil-Befragungen zur Erhebung affektiv-emotionaler Personenmerkmale der Lernenden statt. Diese wurden vor und nach der Intervention durchgeführt. Für die Erhebung des Interesses für das Fach Mathematik wurden die Items mit einer vierstufigen Skala aus dem Pythagoras-Projekt (Lipowsky et al, 2005) verwendet.

6. Ergebnisse

Um die Leistungsentwicklung der beiden Gruppen zu untersuchen, wurde separat für jede Lernbedingung eine Varianzanalyse mit messwiederholtem Design für das jeweilige Intervall zwischen dem einen und dem nächsten Messzeitpunkt durchgeführt. Für die Analyse wurden Ankeritems verwendet, welche die beiden Leistungstests des jeweiligen Zeitintervalls miteinander verbanden. Die Anwesenheit im Unterricht und das im Prätest erhobene Vorwissen wurden dabei kontrolliert. In der Tab. 1 wird die Leistungsentwicklung in den beiden Bedingungen gezeigt.

Zeitintervall	geblockt		verschachtelt	
Prä – Post	$M_{Prä} = 27.44$	$SD_{Prä} = 14.13$	$M_{Prä} = 26.36$	$SD_{Prä} = 13.06$
	$M_{Post} = 33.78$	$SD_{Post} = 19.04$	$M_{Post} = 29.97$	$SD_{Post} = 16.09$
	$F(1,48)=4.617, p=.037, \eta^2=.088$		n.s.	
Post – FU 1	$M_{Post} = 26.62$	$SD_{Post} = 17.51$	$M_{Post} = 20.57$	$SD_{Post} = 12.59$
	$M_{FU1} = 21.00$	$SD_{FU1} = 17.88$	$M_{FU1} = 22.18$	$SD_{FU1} = 18.31$
	n.s.		n.s.	
FU 1 – FU 2	$M_{FU1} = 17.79$	$SD_{FU1} = 17.14$	$M_{FU1} = 19.71$	$SD_{FU1} = 15.63$
	$M_{FU2} = 17.37$	$SD_{FU2} = 14.24$	$M_{FU2} = 16.89$	$SD_{FU2} = 14.91$
	n.s.		n.s.	

Tab.1: Leistungsentwicklung pro Untersuchungsintervall und Lernbedingung ($M \cong$ Anteil der richtigen Antworten in Prozent)

Wie aus der Tabelle 1 ersichtlich, zeigte sich ein leichter Leistungsanstieg von Prä- zu Posttest in den beiden Lernbedingungen. Zwischen dem Posttest und Follow-Up-Test 1 wurde ein leichter Leistungsabfall bei den geblockt, jedoch ein leichter Leistungsanstieg bei den verschachtelt Lernenden beobachtet. In dem Zeitraum zwischen Follow-Up 1 und Follow-Up 2 blieb die Leistung der geblockt Lernenden gleich, während die Leistung der verschachtelt Lernenden sank. Ein Effekt der Zeit ergab sich nur für die Leistungsentwicklung von Prä- zu Posttest in der geblockten Bedingung.

Um zu untersuchen, ob die Leistungsentwicklung mit Interesse für Mathematik zusammenhängt, wurde für jedes Zeitintervall zweier benachbarten Messzeitpunkte eine Korrelation zwischen dem mathematischen Interesse, das in der Schülerbefragung vor der Intervention erhoben wurde, und dem Lernzuwachs als z-standardisierten Residuum getrennt für die geblockte und die verschachtelte Bedingung unter dem Einbezug aller Testitems ermittelt. Dabei ließ sich für kein Untersuchungsintervall und für keine Lernbedingung ein Zusammenhang zwischen dem Lernzuwachs und dem Interesse feststellen.

Literatur

- Bjork, E. L. & Bjork, R. A. (2011). Making things hard on yourself, but in a good way: Creating desirable difficulties to enhance learning. *Psychology and the real world: Essays illustrating fundamental contributions to society*, 56–64.
- Bjork, R. A. (1994). Memory and metamemory considerations in the training of human beings. In Metcalfe, J. & Shimamura, A. (Eds.) *Metakognition: Knowing about Knowing*. Cambridge, MA: MIT Press, 189–192.
- Dobson, J. L. (2011). Effect of selected “desirable difficulty” learning strategies on the retention of physiology information. *Advances in Physiology Education*, 35(4), 378–383.
- Dunlosky, J., Rawson, A., Marsh, E. J., Nathan, M. J. & Willingham, D. T. (2013). Improving students’ learning with effective learning techniques: Promising directions from Cognitive and Educational Psychology. *Psychological Science in the Public Interest*, 14(1), 4–58.
- Lipowsky, F., Rakoczy, K., Klieme, E., Reusser, K. & Pauli, C. (2005). Unterrichtsqualität im Schnittpunkt unterschiedlicher Perspektiven. In Holtappels, H. G. & Höhmann, K. (Hrsg.), *Schulentwicklung und Schulwirksamkeit. Systemsteuerung, Bildungschancen und Entwicklung der Schule*. Weinheim: Juventa.
- Rau, M. A., Alevan, V. & Rummel, N. (2013). Interleaved practice in multi-dimensional learning tasks: which dimension should we interleave? *Learning and Instruction*, 23, 98–114.
- Rohrer, D. & Taylor, K. (2007). The shuffling of mathematics problems improves learning. *Instructional Science*, 35, 481–498.