

Ben HAAS, Frauke KESTING, Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enfance et de la Jeunesse Luxemburg, Romain MARTIN, Yves KREIS, Vincent KOENIG, Universität Luxemburg, LU

Die Lernplattform MathemaTIC: Digitales Erlernen der kognitiven Prozesse im Sachrechnen im Alter von 8 bis 10 Jahren

Seit 2011 wird jährlich aufgezeigt, dass ein Drittel aller Schüler im Alter von 8 bis 10 Jahren in den Luxemburger Grundschulen den minimalen Kompetenzsockel in Mathematik nicht erreichen (Martin 2014). Hinzukommt, dass die gleichen Schüler ähnliche Resultate im schriftlichen Verständnis der deutschen Sprache, der Unterrichtssprache in der Grundschulmathematik, aufweisen. Unter Kompetenz wird verstanden, in bestimmten Fächern Probleme zu erkennen, zu definieren und diese zu lösen (Kirschner, van Vilesteren, Hummel et Wigman, 1997).

Das Erlernen der Kompetenzen zum Lösen schriftlicher arithmetischer Problemaufgaben, welches als neues Element durch das Curriculum (in der Altersstufe 8 bis 10) vorgesehen ist (MENJE 2011), ist stark durch diese beiden Kompetenzbereiche geprägt. Der Schüler muss die gelernten arithmetischen Kompetenzen mobilisieren und diese mit der geschriebenen Sprache verbinden (Vukovic et Lesaux 2013). Dies geschieht durch das Erstellen einer mentalen Abbildung der geschriebenen Sprache (Reusser 1996), um einen Lösungsweg zu finden (LeBlanc et Weber-Russel 1996). Neben Lesekompetenzen und numerischen Kompetenzen kommt als Schwierigkeit hinzu, dass die Schüler bei der Lösung eines Problems weniger den „gesunden Menschenverstand“ nutzen um das Problem zu verstehen (Greer, 1997; Verschaffel et al., 1994), als sich einzig numerischer Strategien zu bedienen.

Mit der digitalen Bildungsoffensive von 2014 (www.digital4education.lu) wurde durch die Landesregierung ein Schwerpunkt auf digitale Medien gesetzt. Dadurch sollte den Schülern neue Lernmöglichkeiten eröffnet und der Unterricht entsprechend verbessert werden.

Eines dieser Medien ist die auf dem Curriculum der Grundschule basierende Lernplattform „MathemaTIC“ (www.mathematic.lu). Seit dem Schulanfang 2016/17 arbeiten mehr als zwei Drittel aller Schüler im Alter von 10 bis 12 Jahren mit diesem Programm.

Um die Kompetenzen zur Lösung schriftlicher arithmetischer Problemaufgaben zu erlernen, entstand aus verschiedenen Elementen ein neuer Bereich der Lernplattform, der Schülern im Alter von 8 bis 10 Jahren zugänglich gemacht werden soll. Ziel wird sein, den Schülern einen Zugang zu ermöglichen, die kognitiven Prozesse beim Problemlösen in der Arithmetik zu erlernen. So werden durch eine interaktive Pädagogik nicht nur die numerischen Kompetenzen unterstützt, sondern vor allem auch die kognitiven Prozesse gefördert, die bei der Problemlösung aktiv genutzt werden.

Die Basis bilden die folgenden vier kognitiven Prozesse, die bei der Problemlösung benötigt werden (Mayer 2005):

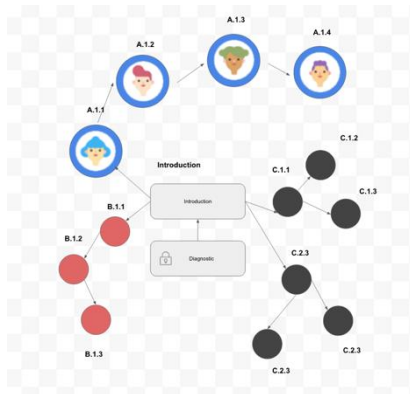
- Wir erstellen ein mentales Bild des geschriebenen Problems
- Wir erstellen einen Lösungsweg
- Wir führen diesen Lösungsweg aus
- Wir überprüfen den Lösungsweg während des Lösungsprozesses und passen ihn gegebenenfalls an.

Diese vier kognitiven Prozesse stimmen mit dem von der OECD vorgegebenen „*Mathematical literacy in practice*“ Modell überein (OECD 2013).

Basierend auf der Theorie des multimedialen Lernens (Mayer 2005), haben wir unser Design auf die das Lernen fördernden Prinzipien angepasst. Neben auditiven und visuellen Darstellungen wurde auf die Eliminierung von möglichen Störfaktoren im Design geachtet.

Auf der Lernplattform werden den Schülern die vier kognitiven Prozesse durch verschieden strukturierte Items dargeboten. In einem ihnen bekannten Kontext können sie die Kompetenzen erlernen und vertiefen.

1. In vier Lernitems werden die verschiedenen kognitiven Prozesse durch Animationen dargestellt.

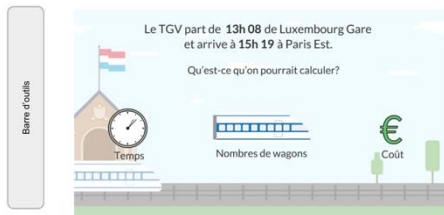
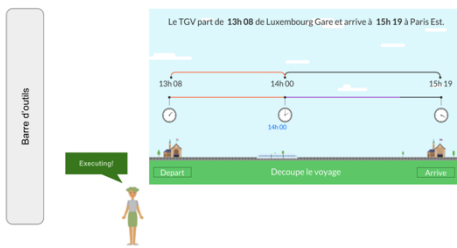


2. Einfache Problemaufgaben geben die Transformation vor, die vom Ausgangszustand hin zum Endzustand führt.

3. Komplexe Problemaufgaben erfordern das Finden der Transformation zwischen Ausgangs- und Endzustand.

Die einfachen und komplexen Problemaufgaben sind wiederum in drei verschiedenen Darstellungsformen aufgeteilt, in denen der Schwierigkeitsgrad jeweils ansteigt:

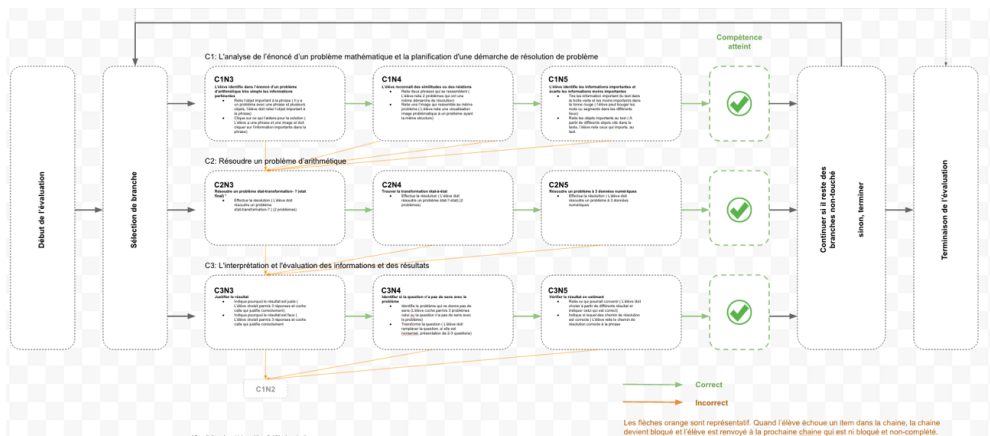
1. „Worked-example“ (Sweller 2004): Der Schüler wird mit Hilfe visueller und auditiver Stimulation anhand genauer Anweisungen durch das Problem geleitet.



2. Halb-offene Gestaltungsmöglichkeit: Der Schüler kann das gelernte Lösungsprinzip nutzen, hat aber auch die Möglichkeit, eigene Lösungswege zu finden.

3. Offene Gestaltungsmöglichkeit: Der Schüler bearbeitet das Problem mit oder ohne Hilfestellungen und Anleitungen. Diese letzte Form der Bearbeitung ist so gehalten, dass sie einer herkömmlichen nicht interaktiven Form ähnelt. Wobei der Schüler auch hier, wenn er will auf Interaktionen zurückgreifen kann, durch das Einschalten der Funktionen. Sie werden

jedoch nicht ab Beginn angezeigt und müssten eben durch den Schüler freigeschaltet werden.



Bevor die Schüler auf der Plattform arbeiten können, unterziehen sie sich einem Diagnostik-Test.

Dies ist ein adaptiver Test, der auf den im Curriculum (MENJE 2011) definierten Kompetenzstandards basiert. Es werden die Kompetenzen gemessen, die nötig sind für die Analyse des Problems, die Planung des Lösungsweges, die Lösung des Problems und die Überprüfung des Resultats.

Die Schüler bearbeiten die verschiedenen Standards. Vor Nutzung der Plattform können so die schon bestehenden Kompetenzformen gemessen werden. Am Ende der Nutzung der Lernplattform wird ein Abschlusstest durchgeführt, der den Lernerfolg der Schüler misst.

Die Lernplattform wird in einer Pilotphase erstmals von einer Gruppe von 300 Schülern im Januar 2017 getestet. Parallel dazu wird es eine Kontrollgruppe geben, die lediglich den Diagnose- und den Abschlusstest durchführt.

Um den Einfluss visueller und auditiver Darstellungen zu messen, werden zusätzlich 30 Schüler aus dieser Altersgruppe in ein *Usability Laboratorium* eingeladen. Dort werden sie sowohl interaktive Lernitems als auch Items ohne Interaktionen bearbeiten. Die Ergebnisse werden durch das *Think-a-loud Protokoll* festgehalten.

Schließlich werden wir versuchen, die *extraneous load* der „Work-examples“ (Sweller 2004) mit Hilfe der angepassten subjektiven Bewertungsskala von Krell (Krell 2015) messen.

Literatur

- Greer, B. (1997). Modelling reality in mathematics classrooms: The case of word problems. *Learning and Instruction*, 7(4), 293-307.
- Kirschner, P. A., van Vilteren, P., Hummel, H., & Wigman, M. (1997). A study environment for acquiring academic and professional competence. *Studies of Higher Education*, 22 (2), 151–171
- Krell, M. (2015). Evaluating an instrument to measure mental load and mental effort using Item Response Theory. *Science Education Review Letters, Research Letters 2015*, 1–6.
- LeBlanc, M., Weber-Russel, S. (1996): Text Integration and Mathematical Connections: A Computer Model of Arithmetic Word Problem Solving, in *Cognitive Sciences 20*, 357-407
- Lesaux N, Vukovic R. (2013): The language of mathematics: Investigating the ways language counts for children's mathematical development. *Journal of Experimental Child Psychology* Volume 115, Issue 2, June 2013, Pages 227–244
- Martin R., Ugen, S., Fischbach A. (2014): *Rapport national des épreuves standardisées 2011-2013*, University of Luxembourg
- Mayer, R. E. (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. New York, NY: Cambridge University Press.
- MENJE (2011). Plan d'études, école fondamentale, numéro du courrier de l'éducation nationale spéciale
- OECD, (2013). *PISA 2012 assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*. Paris, France: OECD Publishing.
- Reusser, K. (1990) : Understanding Word Arithmetic Problems. Linguistic and Situational Factors, Annual Meeting of the American Educational Research Association (Boston, MA, April 16-20, 1990)
- Sweller, J. (2004). Instructional design consequences of an analogy between evolution by natural selection and human cognitive architecture. *Instructional Science*, 32, 9-31.