

Guido PINKERNELL, Heidelberg

Die Heidelberger MatheBrücke: Zur Automatisierung von Feedback auf Aufgabenebene

Die Heidelberger MatheBrücke ist ein Lernangebot für Studienanfänger des Lehramts in einem Blended Learning Format mit Präsenz- und Onlineangeboten zur Wiederholung und Vertiefung schulmathematischen Wissens und Könnens. Das Onlineangebot besteht aus digitalen Mathematikaufgaben aus allen Bereichen der Sekundarstufenmathematik auf Basis der Lernplattform moodle:stack. Die Aufgaben sind randomisiert und enthalten ein automatisiertes Feedback, das derzeit nach medien- und fachdidaktischen Gesichtspunkten überarbeitet wird. Dieser Beitrag reflektiert theoretische Grundlagen der Neukonzeption des Feedbacks und konkretisiert mögliche Formen des Feedbacks auf Aufgabenebene.

Was ist Feedback?

Im bildungswissenschaftlichen Kontext wird Feedback als eine Information an den Lernenden über seinen Leistungsstand verstanden. Hattie und Timperley (2007) definieren: „Feedback is conceptualized as information provided by an agent (e.g., teacher, peer, book, parent, self, experience) regarding aspects of one’s performance or understanding.“ Dabei sind über die bloße Information über Korrektheit hinaus weitere Angaben möglich, so etwa Angaben zu Präzision, Dauer, Motivation oder auch Empfehlungen zur Gestaltung des weiteren Lernprozess (Mory 2003). Sinnvoll ist ein Feedback dann, wenn es als ein „Advice for Action“ verstanden werden kann (Ras, Whitelock und Kalz, 2016). Dabei darf man erwarten, dass ein Lernender die im Feedback enthaltenen Empfehlungen eher nutzt, wenn er diese auf seine individuellen Anforderungen und Erwartungen angepasst sieht. Diese Adaption ist in zwei Dimensionen denkbar: als Passung an einen sich verändernden Lernprozess in einem formativen Setting (Leutner 1992) sowie als Passung an den Einzelnen in einer heterogenen Gruppe.

Feedback auf der Makroebene

Die Effektivität des Feedbacks als „Advice for Action“ wird im Modell von Hattie und Timperley (2007) an zwei Stellen sichtbar. Zum einen in Form dreier Informationen, die ein Feedback geben muss: Zum Ziel der aktuellen Lernaktivitäten, zum Stand des Lernenden im aktuellen Lernprozess und zu den Konsequenzen, die sich aus der aktuellen Lernstandsanalyse ergeben. Alle drei Informationen sind auf vier Ebenen des Feedbacks zu geben, darunter die Performance in jeder einzelnen Aufgabe.

Feedback auf der Mikroebene

Während das Modell von Hattie und Timperley das Feedback auf einer systemischen Ebene verortet und analysiert, sollen im Folgenden Merkmale in den Blick genommen werden, die Einfluss auf die Formulierung oder Konzeption eines einzelnen Feedbacks haben können. Ras et al. (2016) folgend kann man ein einzelnes Feedback nach folgenden Gesichtspunkten beschreiben: (a) der Bezug zum *level* bzw. die systemische Verortung im Modell von Hattie und Timperley, (b) das *timing* bzw. die Zeit, die zwischen der Antwort des Lernenden auf eine Frage und der Bereitstellung des Feedbacks liegt, und (c) die *quality*, worunter man die Qualität der Adaption des Inhalts an den Kognitionsstand sowie der Persönlichkeitsmerkmale des Lernenden verstehen kann:

Adaption an kognitive Merkmale

Ob ein Feedback unterstützend wirkt, hängt von der kognitiven Disposition des Lernenden ab. Johnson und Priest (2005) zufolge kann bei einem Experten die bloße Mitteilung über *Korrektheit* der Antwort schon ausreichend sein, um ihn zur selbstständigen Reflektion seines Lösungsprozesses aufzufordern. Bei einem Experten ebenso möglich sind *Denkanstöße* (vgl. Ras et al., 2016), die ihn auf naheliegende Rechen- und Denkfehler aufmerksam machen und so zu einer gezielten Revision seiner Lösung anregen können. Novizen hingegen brauchen ein Feedback mit erklärendem und unterstützendem Charakter, etwa das *Scaffolding*, das ausgehend vom aktuellen Lernstand gezielte Hinweise zur Korrektur der vorgelegten Lösung anbietet (Rittle-Johnson und Koedinger 2005). Bei offensichtlichem Unwissen des Novizen sind auch ausführlichen *Musterlösungen* als Orientierungsgrundlage für die weiteren Lösungsversuche denkbar.

Adaption an Persönlichkeitsmerkmale

Bzgl. der Leistungsdisposition als persistentes Persönlichkeitsmerkmal gibt Shute (2008) vergleichbare Anregungen für die Feedbackkonzeption, wobei hier das *timing* eine Rolle spielt. Informationen für *low achievers* sollten prompt erfolgen, solche für *high achievers* gestaffelt und verzögert. Eng mit der Leistungsdisposition des Einzelnen verknüpft ist sein Zutrauen in die eigene Lernfähigkeit (*mindset*: Dweck 2000). Ein Feedback kann dann nicht mehr unterstützend wirken, wenn der Empfänger sich für lernunfähig hält.

Adaption an den Lerngegenstand

Für die Qualität eines Feedbacks sind neben mediendidaktischen auch fachliche und fachdidaktische Kriterien heranzuziehen. Darunter fällt die fachliche Korrektheit der Antwort sowie der im Feedback gegebenen Information. Darunter fallen für die Analyse von Antworten bekannte und beschriebene

Fehlermuster (Oser, Hascher und Spychiger, 1996). Für die Unterstützungshinweise im Feedback selbst wären fachlich valide und sinnstiftende Zugänge zum Lerngegenstand heranzuziehen. Das können etwa Grundvorstellungen als normative Erklärungsmodelle einzelner mathematischer Inhalte sein (Blum, vom Hofe, Jordan und Kleine, 2004) oder erklärende Visualisierungen mathematischer Begriffe und Verfahren (Vogel, 2007).

Feedback in digitalen mathematischen Lernangeboten

Die Bereitstellung digitaler Lernumgebungen verspricht Entlastung für das Unterrichten in heterogenen Lerngruppen, mehr noch: Wo ein qualitativ hochwertiger Fachunterricht nicht realisiert werden kann, können digitale Lernumgebungen unterstützend wirken (Gerard, Matuk, McElhaney und Linn, 2015). Dabei bleibt das Feedback ein notwendiger Bestandteil des digitalen Lernangebots: Fehlt dieses, läuft der Lernende Gefahr, sich nur oberflächlich mit dem Material zu beschäftigen (Mory, 2004). Fehlt die Passung an die kognitiven und Persönlichkeitsmerkmale der Lernenden, bleibt die aktive Auseinandersetzung mit dem Material auf Dauer aus. Fehlt eine motivationale Unterstützung, wachsen die Anforderungen an die Fähigkeiten der Volition und Selbstregulation (Mory, 2004).

Dabei verspricht die Digitalisierung des Feedbacks viel. Etwa erlauben CAS-basierte Assessmentssysteme wie Stack (Sangwin, 2013) eine automatisierte Überprüfung einer Antwort auf Korrektheit oder typische Rechen- oder Denkfehler, auf deren Basis die Bereitstellung der Feedbackinformationen in den oben beschriebenen Formaten ebenfalls automatisiert erfolgen kann. Das aus der Informationstechnologie bekannte student modeling (Brusilovsky und Millán, 2007) geht noch einen Schritt weiter: Hier umfassen die Automatisierungsschritte die Analyse der Antwortdaten, die Formulierung eines individuellen Lernstandsprofils (student model) und die Bereitstellung einer hierauf basierenden personalisierten Lernumgebung.

Literaturverzeichnis

- Blum, W., vom Hofe, R., Jordan, A., & Kleine, M. (2004). Grundvorstellungen als aufgabenanalytisches und diagnostisches Instrument bei PISA. In M. Neubrand (Hrsg.), *Mathematische Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in Deutschland* (S. 145–157). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Brusilovsky, P., & Millán, E. (2007). User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems. In P. Brusilovsky, A. Kobsa, & W. Nejdl (Hrsg.), *The Adaptive Web* (Bd. 4321, S. 3–53). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Dweck, C. S. (2000). *Self-theories: their role in motivation, personality, and development*. Philadelphia, Pa.: Psychology Press.
- Gerard, L., Matuk, C., McElhaney, K., & Linn, M. C. (2015). Automated, adaptive guidance for K-12 education. *Educational Research Review*, 15, 41–58.

- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112.
- Johnson, C. I., & Priest, H. A. (2005). The feedback principle in multimedia learning. In R. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (S. 449–463). Cambridge: Cambridge University Press.
- Leutner, D. (1992). *Adaptive Lehrsysteme: instruktionspsychologische Grundlagen und experimentelle Analysen*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Mory, E. H. (2004). Feedback research revisited. In D. H. Jonassen (Hrsg.), *Handbook of research on educational communications and technology* (2nd ed, S. 745–784). Mahwah, N.J: Lawrence Erlbaum.
- Oser, F., Hascher, T., & Spychiger, M. (1999). Lernen aus Fehlern. Zur Psychologie des „negativen“ Wissens. In W. Althof (Hrsg.), *Fehlerwelten: vom Fehlermachen und Lernen aus Fehlern ; Beiträge und Nachträge zu einem interdisziplinären Symposium aus Anlaß des 60. Geburtstages von Fritz Oser* (S. 11–42). Opladen: Leske + Budrich.
- Ras, E., Whitelock, D., & Kalz, M. (2016). The promise and potential of e-assessment for learning. In P. Reimann, S. Bull, M. Kickmeier-Rust, R. Vatrappu, & B. Wasson (Hrsg.), *Measuring and visualizing learning in the information-rich classroom* (S. 21–40). New York, NY: Routledge.
- Rittle-Johnson, B., & Koedinger, K. R. (2005). Designing Knowledge Scaffolds to Support Mathematical Problem Solving. *Cognition and Instruction*, 23(3), 313–349.
- Sangwin, C. J. (2013). *Computer aided assessment of mathematics*. Oxford: Oxford University Press.
- Vogel, M. (2007). Multimediale Unterstützung zum Lesen von Funktionsgraphen. Grundlagen, Anwendungen und empirische Untersuchung eines theoriegeleiteten Ansatzes zur Arbeit mit multiplen Repräsentationen. *Mathematica didactica*, 30(1), 3–28.