

Feedback als Merkmal adaptiver Lernunterstützung am Beispiel einer digitalen Lernplattform für das Unterrichtsfach Mathematik

Larissa Altenburger^{1,*}, Alina Hase¹,
Michael Besser¹ & Poldi Kuhl¹

¹ *Leuphana Universität Lüneburg*

* *Kontakt: Leuphana Universität Lüneburg,
Zukunftszentrum Lehrkräftebildung,
Universitätsallee 1, 21335 Lüneburg
larissa.altenburger@leuphana.de*

Zusammenfassung: Im Zuge der zunehmenden Digitalisierung von Schulen bieten Lernplattformen grundsätzlich das Potenzial, Lehrkräfte bei der Umsetzung adaptiver Lehr-Lern-Prozesse durch digital-gestütztes Feedback zu unterstützen. Allerdings wurden die Lernplattformen, die in Schulen vermehrt eingesetzt werden, bislang kaum empirisch untersucht. Entsprechend erfolgt im vorliegenden Beitrag ausgehend von theoretischen Erkenntnissen der Feedbackforschung eine Analyse digital-gestützten Feedbacks von Lernplattformen – hier auf Grund ihrer weiten Verbreitung im Bildungsbereich konkret und exemplarisch am Beispiel der Lernplattform *bettermarks* für das Unterrichtsfach Mathematik. Potenziale und Grenzen digital-gestützten Feedbacks als spezifischem Moment adaptiver Lernunterstützung werden aufgezeigt und mit Blick auf ihren möglichen Beitrag zur Schul- und Unterrichtsentwicklung diskutiert.

Schlagwörter: adaptiver Unterricht; Feedback; Lernplattform



1 Einleitung

Die adaptive Gestaltung von individuellen Lehr-Lern-Prozessen gilt als zentrales Moment erfolgreicher Unterstützung schulischen Lernens (Niegemann et al., 2008). Aufgrund des zeitlichen Mehraufwands, der mit der adaptiven Gestaltung des Unterrichts einhergeht, lässt sie sich für die Lehrkraft nur schwer in den regulären Unterricht integrieren. Um dieser Problematik zu begegnen, wird in den letzten Jahren zunehmend diskutiert, inwieweit digitale Lernplattformen durch digital-gestütztes Feedback Schüler*innen adaptiv beim individuellen Lernen unterstützen können. Allerdings sind der Aufbau, die Prozesse und die inhaltliche Ausgestaltung der Lernplattformen, die in Schulen eingesetzt werden, bisher kaum untersucht worden (Schaumburg, 2015). Als Ausgangspunkt für weitere Forschung erfolgt daher ausgehend von theoretischen und empirischen Erkenntnissen zu adaptiver Lernunterstützung sowie zu Feedback als spezifischem Element adaptiver Lernunterstützung (Kap. 2) am Beispiel von *bettermarks* eine beschreibende Analyse digital-gestützten Feedbacks digitaler Lernplattformen als Moment adaptiver Gestaltung schulischer Lehr-Lern-Prozesse (Kap. 3). Der Beitrag endet mit einer sich hieran anschließenden Diskussion von Möglichkeiten und Grenzen von digitalen Lernplattformen für die Qualitätsentwicklung schulischen Lehrens und Lernens (Kap. 4).¹

2 Theoretischer Hintergrund

2.1 Adaptive Lernunterstützung

Schüler*innen bringen unterschiedliche Lernvoraussetzungen und -bedürfnisse mit in den Unterricht, sodass heterogene Lerngruppen den schulischen Alltag prägen (Häcker, 2017). Eine derart heterogene Schüler*innenschaft individuell zu unterstützen, kann für Lehrkräfte sehr herausfordernd sein. So stellt sich der Lehrkraft die Aufgabe, im Unterricht schon während der Bearbeitung von Übungsaufgaben vielfältige individuelle Verständnisschwierigkeiten und Fehlerschwerpunkte von Schüler*innen zu erkennen und nächste Handlungsschritte abzuleiten (Dumont, 2018; Häcker, 2017; Pauli et al., 2018; Stebler et al., 2016). Der Frage, wie Lehrkräfte die individuellen Lernvoraussetzungen ihrer Schüler*innen adressieren können, widmet sich die adaptive Lernunterstützung. Adaptive Lernunterstützung wird Basisdimensionen guten Unterrichts – wie beispielsweise mit „adaptive education“ bei Walberg und Paik (2000) als einer von zehn Dimensionen – zugeordnet. Auch aufgrund dessen gilt die adaptive Lernunterstützung als unerlässlicher Bestandteil der Unterrichtsgestaltung (Hardy et al., 2019; Plass & Pawar, 2020; Rothe et al., 2018). Adaptivität zielt dabei auf eine Passung zwischen dem aktuellen Lernstand der Schüler*innen einerseits und dem Lerngegenstand andererseits ab (Dumont, 2018; Jungjohann et al., 2021; Rothe et al., 2018). So verstanden, bedeutet eine erfolgreiche Umsetzung adaptiver Lernunterstützung, dass Schüler*innen an ihre Lernvoraussetzungen angepasste Aufgaben erhalten und dabei so viel Unterstützung erfahren, wie sie zur Bewältigung dieser Aufgaben benötigen (Plass & Pawar, 2020; Stebler et al., 2016). Entsprechend umfasst die adaptive Lernunterstützung verschiedene Merkmale professionellen Lehrkräftehandelns, zu denen

„neben der Diagnose von Lernausgangslagen und Schwierigkeiten, dem Festlegen von Lernzielen, dem Auswählen guter Lernaufgaben und zeitnahen, prozess- und produktbezogenen

¹ Das diesem Artikel zugrunde liegende Vorhaben CODIP wird im Rahmen der gemeinsamen „Qualitäts-offensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JA2002 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor*innen.

Rückmeldungen auch punktuelle situationsbezogene Hilfestellungen während der Lernaktivitäten, die Förderung von Lernkompetenzen, regelmäßiges Lerncoaching und der Aufbau einer Hilfe- und Kooperationskultur [zählen]“ (Stebler et al., 2016, S. 8).

Im Kontext dieses Beitrags wird später auf das Merkmal Feedback (hier als zeitnahe, prozess- und produktbezogene Rückmeldungen verstanden) näher eingegangen. Generell sind die Merkmale adaptiver Lernunterstützung aufgrund wenig spezifischer theoretischer Modelle variabel (Jungjohann et al., 2021). Allerdings existieren vermehrt Bestrebungen, adaptive Lernunterstützung modellhaft abzubilden. Beispielsweise stellen Lemmrich et al. im einleitenden Kapitel dieses Themenheftes ein Handlungsmodell adaptiver Lernunterstützung vor, welches die adaptive Lernunterstützung auf der Makroebene, d.h. der Ebene der Unterrichtsplanung, sowie auf der Mikroebene, beim situativen Handeln im Unterricht, unterscheidet. Auf Makroebene werden langfristige Anpassungen des Unterrichts an die Bedürfnisse der Lernenden betrachtet, wohingegen auf Mikroebene kurzfristige Anpassungen im Rahmen des laufenden Unterrichts adressiert werden. Auf beiden Ebenen könnten durch den Einsatz digitaler Lernplattformen und die angemessene Nutzung der gewonnenen Daten Mehrwerte geschaffen werden, die zu einer qualitativ hochwertigen adaptiven Lernunterstützung für die Schüler*innen beitragen.

2.2 Merkmale digitaler Lernplattformen

Laut der Definition von Petko (2014) zeichnen sich Lernplattformen insbesondere dadurch aus, dass sie in Interaktion mit den Lernenden treten. Lernplattformen stellen Aufgaben bereit (Greller et al., 2014) und begleiten die Schüler*innen bei der Bearbeitung von Aufgaben, indem sie Fragen stellen, Hilfestellungen anbieten und Feedback zum Lösungsprozess geben. Ebenso werden auf Lernplattformen Daten zum Übungsprozess der Schüler*innen gespeichert und ausgewertet, sodass Lehrkräfte jederzeit und lernprozessbegleitend umfassend den aktuellen Lernstand von Schüler*innen abbilden können, welches für eine adaptive Lernunterstützung grundlegend ist und Lehrkräfte bei einer solchen unterstützt (Dumont, 2018; Hardy et al., 2019; Plass & Pawar, 2020). Die Präsentation von unmittelbarem Feedback an die Schüler*innen sowie das Sammeln und Übertragen von Leistungsdaten werden dabei als große Potenziale digitaler Lernplattformen diskutiert (Holmes et al., 2018; Leutner, 2002). Als spezifisches Beispiel solcher digitaler Lernplattformen, die zur adaptiven Lernunterstützung einsetzbar sind, können intelligente Tutorensysteme genannt werden, die derartige Prozesse teils automatisieren und von der Lehrkraft entkoppeln: Intelligente Tutorensysteme gleichen die individuellen Lerndaten der Schüler*innen mit dem Zielmodell der Lernplattform ab und leiten daraus für Schüler*innen individualisierte Lernunterstützung ab (z.B. Hilfestellungen, Feedback, weitere Aufgaben) (Lachner et al., 2020; Schaumburg & Prasse, 2019). Intelligente Tutorensysteme geben damit individualisierte Rückmeldungen oder Hinweise und arbeiten adaptiv (Hillmayr et al., 2020).

Der Einsatz digitaler Lernplattformen zum Üben ermöglicht regelmäßiges, zeitnahe und unterschiedlich komplexes Feedback mit verschiedenen Darstellungsformen. Intelligente Tutorensysteme gelten dabei als potenziell lernförderlich (Hillmayr et al., 2020; van der Kleij et al., 2015). Hierbei erweist sich die – mit Hilfe von Feedback schrittweise erfolgende – Begleitung des Lösungsprozesses als besonders effizient für das Lernen (Corbett & Anderson, 2001). Die Schüler*innen erhalten durch das regelmäßige Feedback die Möglichkeit, ihren Lernweg fortlaufend anzupassen. Die Diskrepanz zwischen dem Lernziel und dem aktuellen Verständnis der Schüler*innen kann durch derartige digitale Lernplattformen empirisch nachweisbar verringert werden (van der Kleij et al., 2012). Wie wirksam Feedback digitaler Lernplattformen für den Lernerfolg der Schüler*innen ist, hängt jedoch von verschiedenen Faktoren – insbesondere auch von der Gestaltung des Feedbacks – ab, sodass dieses im Weiteren genauer betrachtet werden soll.

2.3 Feedback als Merkmal adaptiver Lernunterstützung

Feedback stellt den vorangegangenen Ausführungen folgend ein elementares Merkmal adaptiver Lernunterstützung dar, nimmt aber auch darüber hinaus eine zentrale Rolle in Lehr-Lernprozessen ein, denn: Feedback hat sich als einer der wichtigsten Einflussfaktoren erfolgreichen Lernens herausgestellt (Hattie & Timperley, 2007; Wisniewski et al., 2019) und ist entsprechend unerlässlicher Bestandteil guten Unterrichts (Rakoczy & Schütze, 2019). Feedback wird im Allgemeinen als Instrument „zur Reduzierung der Diskrepanzen zwischen [aktuellem] Verständnis [und] Leistung und den intendierten Zielen“ (Hattie & Zierer, 2018, S. 90) verstanden. Diese Diskrepanzen können durch „bewusst gespiegelte Rückmeldung der Fremdwahrnehmung eines Handelns, Ereignisses oder eines Produktes“ (Behnke, 2016, S. 4) reduziert werden. Die eigene Wahrnehmung wird mittels Feedback somit durch eine weitere, Reflexionsprozesse anregende Perspektive ergänzt (Behnke, 2016). Demnach enthält Feedback Informationen zu Lernprozessen. Diese Informationen sollen helfen, selbst- oder fremddefinierte Ziele zu erreichen (Narciss, 2018). Neben den oftmals betonten Potenzialen von Feedback ist jedoch auch stets zu berücksichtigen, dass Feedback nicht per se und immer wirkt, sondern dass die Wirksamkeit unter anderem von einigen zentralen Gestaltungsmerkmalen abhängt und entsprechend keineswegs jede Form von Feedback als lernförderlich anzusehen ist (Shute, 2008; Vasilyeva et al., 2007). Zur Gestaltung wirksamen Feedbacks sollte man sich unter anderem an den folgenden drei Fragen orientieren: „Wohin gehst du?“ (Feed Up), „Wie kommst du voran?“ (Feed Back) und „Wohin geht es danach?“ (Feed Forward) (Zierer, 2022). Das *Feed Up* zeigt den Lernenden klare Zielvorstellungen und die zu erreichenden Kriterien auf. Das *Feed Back* gibt die Diskrepanz zwischen dem aktuellen Lernstand und der Zielvorstellung wieder, und schließlich gibt das *Feed Forward* Aufschluss darüber, wie diese Diskrepanz verringert werden kann (Hattie & Timperley, 2007).

2.4 Kategorisierung von Feedback

Wie Feedback aus digitalen Lernplattformen konkret gestaltet werden kann, wird nachfolgend anhand eines für diesen Kontext aufgestellten Kategoriensystems (Vasilyeva et al., 2007) aufgezeigt. Disziplinär entstammt das Kategoriensystem der Informatikwissenschaft, weist aber hinsichtlich der vier Kategorien Anpassungsfähigkeit, Einstufungsinformation, Zeitpunkt sowie Komplexität Übereinstimmungen mit bildungswissenschaftlichen und/oder fachdidaktischen Kategorien auf. Das Kategoriensystem von Vasilyeva et al. (2007) beinhaltet außerdem die Kategorien Darstellungsform, Funktion, Intention, Fortschritt des Lernenden sowie Zielgruppe. Nachfolgend werden die einzelnen Kategorien betrachtet und hinsichtlich der Erkenntnisse zur Wirksamkeit beleuchtet.

Die Kategorie *Anpassungsfähigkeit* umfasst Adaptivität, Adaptierbarkeit und vordefiniertes Feedback. Adaptivität, auch Mikro-Adaption genannt, meint im Kontext von digitalen Lernplattformen die Möglichkeit, Unterstützungsbedarfe zu diagnostizieren und auf dieser Grundlage Feedback in den Prozess zu implementieren. Lernplattformen, die adaptives Feedback enthalten, stellen individuelles Feedback während des Lernprozesses zur Verfügung (Leutner, 2009). Adaptierbarkeit, auch Makro-Adaption genannt, bedeutet hingegen im Kontext von digitalen Lernplattformen, dass die Lernenden oder andere externe Personen (wie beispielsweise Lehrkräfte) das Feedback der Plattform selbstständig an die Bedürfnisse der Lernenden anpassen können. Als vordefiniert gilt Feedback, wenn es bereits vor der Interaktion mit dem Lernsystem festgelegt und somit während des Bearbeitungsprozesses nicht mehr veränderbar ist (Leutner, 2009; Vasilyeva et al., 2007).

In Bezug auf die Anpassungsfähigkeit von Feedback lässt sich sagen: Feedback gilt als besonders wirksam, wenn die Lernenden es dann erhalten, wenn sie Feedback benötigen und dafür aufnahmefähig sind (Shute, 2008). Ebenso ist aus theoretischer Sicht

davon auszugehen, dass auch die inhaltliche Passung des Feedbacks zum Lernenden eine bedeutsame Rolle spielt (Marschner, 2011). Eine Studie zum Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht bestätigt diese Annahme und zeigt, dass adaptives Feedback im Gegensatz zum vordefinierten Feedback zu mehr Lernaktivität führt (Veermans et al., 2000). Unterstützt wird dies durch Erkenntnisse, die auf eine höhere Motivation von Schüler*innen nach adaptivem Feedback in computerbasierten Lernumgebungen hinweisen (Marschner, 2011). Die Möglichkeit adaptierbarer Elemente in Lernplattformen führt jedoch nicht zwangsläufig zu einer Steigerung des Lernerfolgs der Schüler*innen (Karich et al., 2014; Schaumburg, 2015).

Neben der Anpassungsfähigkeit lässt sich Feedback hinsichtlich einer summativen oder formativen Ausrichtung (*Einstufungsinformationen*) differenzieren. Unter summativem Feedback sind abschließende Rückmeldungen zu verstehen, die beispielsweise auf eine Benotung hinauslaufen (Baumgartner & Bergner, 2016). Demnach geht es hierbei um einmaliges Feedback zum Leistungsstand (Zierer, 2020). Formatives Feedback hingegen dient primär der Rückmeldung zu prozesshaften Entwicklungen in Lehr-Lern-Kontexten und hat die Anpassung des Wissens und/oder Verhaltens von Lernenden zum Ziel (Shute, 2008). Zugrunde gelegt werden zwar ebenfalls Daten zum individuellen Leistungsstand, jedoch werden diese über einen Zeitraum hinweg mehrfach erhoben und erlauben es damit, systematisch Informationen über die Lernentwicklung zusammenzutragen (Black & Wiliam, 2009; Rakoczy & Schütze, 2019). Formatives Feedback hat sich tendenziell als motivations- und leistungsförderlicher erwiesen als summatives Feedback (Grotjahn & Kleppin, 2017). Allerdings sind auch für das formative Feedback keine eindeutigen Forschungsergebnisse hinsichtlich der Auswirkung auf den Lernerfolg zu verzeichnen, da es auch Studien gibt, die keine oder negative Auswirkungen formativen Feedbacks auf die Leistung von Schüler*innen aufzeigen (Shute, 2008).

Die Differenzierung zwischen summativem und formativem Assessment geschieht hauptsächlich hinsichtlich des Zwecks der gesammelten Diagnosedaten. Die beiden Formen können aber auch nach dem *Zeitpunkt* des Feedbacks unterschieden werden. Hinsichtlich des Zeitpunkts wird hauptsächlich zwischen direktem und verzögertem Feedback unterschieden (Schmidt, 2020). Laut Vasilyeva et al. (2007) kann Feedback aber auch zufällig geschehen. Feedback im Rahmen formativen Assessments erfolgt meist während oder direkt nach Bearbeitung einer Aufgabe, wohingegen summatives Feedback üblicherweise zeitversetzt zur Bearbeitung der Aufgaben gegeben wird (Baumgartner & Bergner, 2016). Als ein großes Problem bei der Einordnung von Feedback hinsichtlich des Zeitpunktes stellt sich allerdings die Definition von „direkt“ und „verzögert“ heraus. So klassifizieren manche Studien Feedback als direkt, wenn es nach einem Aufgabenblock erfolgt, in anderen Studien gilt dies bereits als verzögert. Daraus resultieren inkonsistente Forschungsergebnisse (Mory, 2004). Auch lassen sich Differenzen in den Ergebnissen auf das Studiendesign zurückführen. In Feldstudien zeigt sich direktes Feedback gegenüber verzögertem hinsichtlich der Schüler*innenleistung überlegen, während sich das Befundmuster in Laborstudien scheinbar umkehrt (Shute, 2008). Außerdem zeigen Studien, dass Lernende direktes Feedback gegenüber verzögertem bevorzugen (Buhren, 2015; Miller, 2009) und sie sich tiefergehend mit direktem Feedback auseinandersetzen (van der Kleij et al., 2015).

Darüber hinaus kann sich Feedback in seiner *Komplexität* unterscheiden. So werden in der Regel einfache und elaborierte Formen von Feedback unterschieden (Maier et al., 2016). Zu den in der Literatur am weitesten verbreiteten *einfachen Feedbackarten* gehören (Narciss, 2006; Shute, 2008):

- *No Feedback*: Bearbeitung einer Aufgabe ohne anschließende Information über die Korrektheit der Antwort oder weitere Hinweise;
- *Knowledge of performance* (KP): summatives Feedback nach einer festgelegten Anzahl an Aufgaben, beispielsweise in Form einer erreichten Punktzahl oder der Anzahl korrekt/inkorrekt gelöster Aufgaben;

- *Knowledge of result/response (KR)/Verification*: Information über die Korrektheit (richtig/falsch) oder den Grad der Korrektheit (z.B. 4 von 5) einer Antwort;
- *Knowledge of correct response (KCR)*: Rückmeldung über die korrekte Antwort zu einer Aufgabe;
- *Answer until correct/multiple try feedback (AUC/MTF)/Try-again*: Information über eine falsche Antwort und die Möglichkeit eines oder mehrerer Lösungsversuche;
- *Error flagging*: Information darüber, was an einer Antwort inkorrekt ist, ohne die richtige Antwort zu geben.

Elaboriertes Feedback beinhaltet – meist neben der Angabe der richtigen Lösung – Erklärungen und Beispiele zur Lösung oder auch weiterführende Hilfestellungen und Handlungsalternativen (Maier et al., 2016). Elaboriertes Feedback sollte sich an den bereits dargestellten Fragen effektiven Feedbacks („Where am I going? [...] How am I going? [...] Where to next?“) (Hattie & Timperley, 2007, S.86) orientieren. Eine spezifische Form derart elaborierten Feedbacks ist das informative tutorielle Feedback. Dieses liefert im Fall einer falschen Lösung nicht direkt die korrekte Lösung, sondern gibt weiterführende Informationen, die helfen sollen, zur korrekten Lösung der Aufgabe zu gelangen (Narciss & Huth, 2004). Welche Art der Komplexität von Feedback als lernförderlich gilt, ist umstritten bzw. steht im Zusammenhang mit weiteren Faktoren, wie der Art der Aufgabe, den Lernvoraussetzungen der Schüler*innen oder der Einstellung der Lehrkraft zum Feedback (Jacobs, 2002; Marschner, 2011; Rakoczy & Schütze, 2019). So kann es beispielsweise passieren, dass inhaltlich zutreffendes, aber letztlich zu komplexes oder zu langes Feedback von Schüler*innen ignoriert wird (Duss, 2020). Rakoczy und Schütze (2019) betonen daher, dass im Rahmen effektiven Feedbacks das Lernziel, der individuelle Lernstand und die Strategien zur Erreichung des Ziels in einer Form angeboten werden sollen, die für Schüler*innen verständlich ist. Trotz teilweise divergenter Studienergebnisse lässt sich tendenziell eine leichte Überlegenheit elaborierten Feedbacks feststellen, da sich dieses im Vergleich zu einfachem Feedback in vielen Studien als lernförderlicher herausstellte (Harks et al., 2014; Shute, 2008; van der Kleij et al., 2015). Entscheidend hierfür ist vor allem der höhere Informationsgehalt elaborierten Feedbacks, welcher jedoch nur wirksam ist, wenn eine inhaltliche Passung des Feedbacks zur Aufgabe und zu den Fehlern gegeben ist; besonders zutreffend scheint dies für Aufgaben mit größerer Komplexität (Marschner, 2011). Im Zusammenhang mit digitalen Lernplattformen werden grundsätzlich sowohl einfachen als auch elaborierten Formen von Feedback positive Effekte zugeschrieben, wobei letztere größere Effekte aufweisen (Hillmayr et al., 2020). Dies bestätigt auch eine aktuelle Meta-Analyse von Mertens et al. (2022), deren Ergebnisse insbesondere für leistungsschwächere Schüler*innen auf eine höhere Wirksamkeit elaborierten Feedbacks im Vergleich zu einfacheren Feedbacktypen hinweisen.

Bezüglich der *Darstellungsform* von Feedback wird zwischen schriftlichem, grafischem, animiertem Feedback oder Feedback in Audio- oder Videoform unterschieden. Am häufigsten wird insbesondere in digitalen Anwendungen schriftliches oder grafisches Feedback verwendet, seltener auditives (Vasilyeva et al., 2007). Es gibt nur wenige Studien, die die Wirkung von multimedialem Feedback gezielt untersuchen (van der Kleij et al., 2015). Allerdings wird davon ausgegangen, dass auditives Feedback die Aufmerksamkeit sowie die Motivation der Lernenden steigert (Vasilyeva et al., 2007). Dabei deuten Studien darauf hin, dass das Vorwissen der Lernenden bezüglich der Wirksamkeit eine entscheidende Rolle spielt. Für Schüler*innen mit geringem Vorwissen scheint audio-visuelles Feedback die passendere Form, während Lernende mit hohem Vorwissen von dieser Feedbackaufbereitung anscheinend kaum profitieren. Außerdem können visuelle und auditive Hervorhebungen die Aufmerksamkeit der Lernenden lenken und

dadurch den Aufbau kognitiver Strategien fördern, allerdings auch den Aufbau metakognitiver Strategien stören (Böhme et al., 2020). Die Studienergebnisse verdeutlichen, dass ein Angebot verschiedener Darstellungsformen durch die Erfüllung individueller Bedürfnisse Teil adaptiver Lernunterstützung sein kann (vgl. dazu auch „Makroebene: Adaptive Unterrichtsplanung“ im Beitrag von Lemmrich et al., S. 6–23 in diesem Heft).

Feedback lässt sich nach Vasilyeva et al. (2007) auch danach kategorisieren, welche *Funktion* es erfüllen soll. Die Funktionen von Feedback können sehr unterschiedlich sein und umfassen beispielsweise die Korrektur der Aufgabenbearbeitung, eine Erklärung zur Lösung oder die Bewertung der Aufgabenbearbeitung. Darüber hinaus kann Feedback zur Motivationssteigerung eingesetzt werden und Belohnungen für die erbrachte Leistung der Schüler*innen enthalten. Allerdings werden Belohnungen durchaus kontrovers diskutiert, da sie kaum Informationen über die bearbeitete Aufgabe und demnach wenig inhaltliche Rückmeldung enthalten (Hattie & Timperley, 2007). In einer Studie zum technologiegestützten Feedback wurde deutlich, dass Schüler*innen sowohl ihre Leistung und ihre Motivation höher als auch die Beziehung zu ihren Lehrkräften besser einschätzten, wenn sie von ihren Lehrkräften über eine Lernplattform übermitteltes ermutigendes Feedback erhielten (Oinas et al., 2020). Dies lässt auf einen Einfluss der Funktion von Feedback auf die Lernentwicklung schließen. Für den Vergleich verschiedener Funktionen konnten keine Studien ausgemacht werden, was damit zusammenhängen mag, dass Funktionen von Feedback weniger als konkurrierend, sondern vielmehr als einander ergänzend anzusehen sind (Müller & Ditton, 2014).

Neben den verschiedenen Funktionen wird ferner auch bei der *Intention* des Feedbacks differenziert: Feedback kann positive, negative oder neutrale Intentionen haben. Positive (schmeichelnd, erfreulich) und negative (kritisch, unangenehm) Intentionen von Feedback nehmen direkt Bezug auf die Leistung des Lernenden. Positives Feedback folgt in der Regel auf eine korrekte Antwort oder einen gut durchdachten Lösungsweg eines Lernenden und soll die Motivation von Schüler*innen steigern, während negatives Feedback als Reaktion auf eine falsche Antwort zu verstehen ist (Marschner, 2011). Neutrales Feedback enthält hingegen nur Informationen über die Richtigkeit der Antwort, ohne dabei bewertend vorzugehen. Oinas et al. (2020) zeigten, dass Schüler*innen, die meist negatives Feedback von ihren Lehrkräften erhalten, ihre Lernleistung als gering einschätzten und auch ihr Wohlbefinden im Gegensatz zu Klassenkamerad*innen mit positivem Feedback als niedrig einstufen. Allerdings stellte sich auch heraus, dass Schüler*innen, die sowohl negatives als auch positives Feedback erhielten, deutlich motivierter waren als Schüler*innen, die gar kein Feedback bekamen (Oinas et al., 2020).

Ebenso kann Feedback nach dem *Fortschritt des Lernenden* in sofortiges, kontinuierliches und abschließendes Feedback unterteilt werden und bezieht sich auf die Anzahl an Aufgaben, zu denen die Lernenden Informationen erhalten. Sofortiges Feedback bezieht sich auf die Ergebnisse einer Aufgabe. Kontinuierliches Feedback liefert den Schüler*innen Informationen über ihre Leistung bezüglich der Bearbeitung mehrerer Aufgaben. Abschließendes Feedback präsentiert ein zusammengefasstes Ergebnis einer Reihe von Aktionen der Lernenden in einer digitalen Anwendung (Vasilyeva et al., 2007). Muis et al. (2015) konnten für Lernende des Elementarbereichs feststellen, dass kontinuierliches und unmittelbares Feedback Schüler*innen zu einer Anpassung ihres Lernweges bewegte, wodurch langfristig positive Auswirkungen auf den Lernerfolg zu verzeichnen waren. Allerdings mangelt es an Studien, die die Wirksamkeit verschiedener Fortschrittsgrade von Feedback miteinander vergleichen.

Die letzte Kategorie *Zielgruppe* verdeutlicht, dass Feedback sowohl auf individueller Ebene als auch auf Gruppenebene gegeben werden kann (Hancock et al., 2005). Individuelles Feedback bezieht sich dabei auf Feedback an einzelne Personen, wohingegen Gruppen-Feedback an eine Gruppe von Personen gerichtet wird, die gemeinsam an einer Aufgabe arbeitet (Vasilyeva et al., 2007). Ein Vergleich von individuellem Feedback mit Gruppenfeedback hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die Leseleistung von Schüler*innen

zeigte keine signifikanten Unterschiede, da beide Formen zu einer Steigerung des Lernerfolgs führten (Thorpe et al., 1981). Allerdings konnte in anderen Studien nachgewiesen werden, dass Gruppen das Feedback effektiver nutzten (Hinsz et al., 1997; Tindale, 1989). Grundsätzlich gilt sowohl für individuelles als auch für das an Gruppen gerichtete Feedback die Abhängigkeit der Wirksamkeit von der Gestaltung und Rezeption des Feedbacks (Krause, 2007).

Wie in den vorangegangenen theoretischen Ausführungen sichtbar wurde, stellt die lernförderliche Gestaltung von Feedback eine Herausforderung dar. Besonders schriftliches, elaboriertes Feedback bedeutet für Lehrkräfte einen zusätzlichen Mehraufwand, weshalb Schüler*innen schriftliches Feedback häufig lediglich in Form von Noten erhalten (Mang et al., 2019; Rakoczy & Schütze, 2019). Hinzu kommt, dass insbesondere in Zeiten der Corona-Pandemie und dem damit verbundenen zeitweisen Distanzunterricht ein Rückgang der Häufigkeit des Feedbacks von Lehrkräften an ihre Schüler*innen zu verzeichnen war (Köller et al., 2020). Insbesondere hinsichtlich der Mehraufwände, die mit einem elaborierten lernprozessbegleitenden Feedback einhergehen, könnten Lernplattformen Lehrkräfte durch automatisiertes Feedback potenziell unterstützen (Schaumburg, 2015). In den letzten Jahren gab es viele technische Weiterentwicklungen und neue digitale Lernplattformen. Zur Frage, wie diese Feedback konzipieren und umsetzen und hierbei auf Merkmale wirksamen Feedbacks setzen, liegen erst wenige Studien vor. Daher soll nachfolgend aus theoretischer Perspektive auf Grundlage der Feedbackkategorien die Lernplattform *bettermarks* exemplarisch untersucht werden.

3 Fragestellung

Die vorangegangenen Ausführungen verdeutlichen die Relevanz von Feedback als Teil adaptiver Lernunterstützung. Digitale Lernplattformen stellen ein potenziell geeignetes Hilfsmittel zur Umsetzung von Feedback dar, welches insbesondere vor dem Hintergrund einer großen Heterogenität von Schüler*innen und der Forderung nach adaptiver Lernunterstützung an Bedeutung gewinnt. Inwiefern sich die theoretisch herausgearbeiteten Erkenntnisse zur Gestaltung wirksamen Feedbacks tatsächlich in Lernplattformen wiederfinden, wird im Folgenden am Beispiel des Unterrichtsfaches Mathematik und an der Lernplattform *bettermarks* mit Hilfe folgender Fragestellung untersucht:

Wie lässt sich das Feedback, das die Lernplattform bettermarks gibt, entlang der vorgestellten Kategorien von Feedback beschreiben?

4 Analyse des Feedbacks einer exemplarisch ausgewählten Lernplattform – Einblicke in *bettermarks*

4.1 Einblicke in die Lernplattform *bettermarks*

Die Lernplattform *bettermarks* (2022) ist eine kommerziell betriebene digitale Lernplattform mit interaktiven Mathematikbüchern und deckt aktuell einen Großteil der curricularen inhaltsbezogenen Kompetenzen von Klassenstufe 4 bis 12 für das Fach Mathematik ab. Gefördert wird die Plattform durch den Europäischen Sozialfond (*bettermarks* GmbH, 2022). Genutzt werden kann die Lernplattform in der Webversion oder über eine App. Eine Internetverbindung ist immer erforderlich. *bettermarks* wird zum einen für den privaten Bereich als *bettermarks Familie* angeboten und ist zum anderen als Klassen- oder Schullizenz verfügbar. Zu *bettermarks* existiert bereits eine Wirksamkeitsstudie von Scharnagl et al. (2014), in der eine Leistungssteigerung durch *bettermarks* besonders für leistungsstarke Lernende nachgewiesen werden konnte. *bettermarks* wurde für die nachfolgende Analyse ausgewählt, da diese Lernplattform den Schulen in mehreren Bundesländern, unter anderem in Niedersachsen, durch die jeweiligen Ministerien

kostenfrei für den Mathematikunterricht zur Verfügung gestellt wird und sie somit in der Praxis weit verbreitet ist.

Für einen groben Überblick zur Funktionsweise und zum Aufbau von *bettermarks* dienen die Abbildungen 1 und 2. Dabei zeigt Abbildung 1 die Benutzeroberfläche von *bettermarks* aus Schüler*innensicht. Im Reiter *To-dos* befinden sich die Übungsaufgaben, die die Lehrkraft den Schüler*innen zuordnet. Hierbei kann es sich beispielsweise um ein von *bettermarks* vorgefertigtes oder von der Lehrkraft individuell zusammengestelltes Arbeitsblatt handeln.

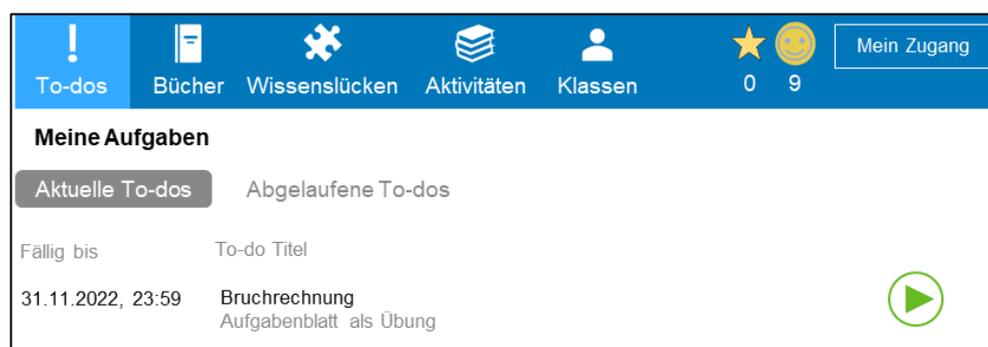


Abbildung 1: Benutzeroberfläche von *bettermarks* aus Schüler*innensicht (eigene Darstellung nach *bettermarks* GmbH, 2022)

Die Abbildung 2 dient der exemplarischen Darstellung einer Übungsaufgabe. Bei der Bearbeitung dieser und weiterer Aufgaben wird Schüler*innen in verschiedenen Formen Feedback gegeben.

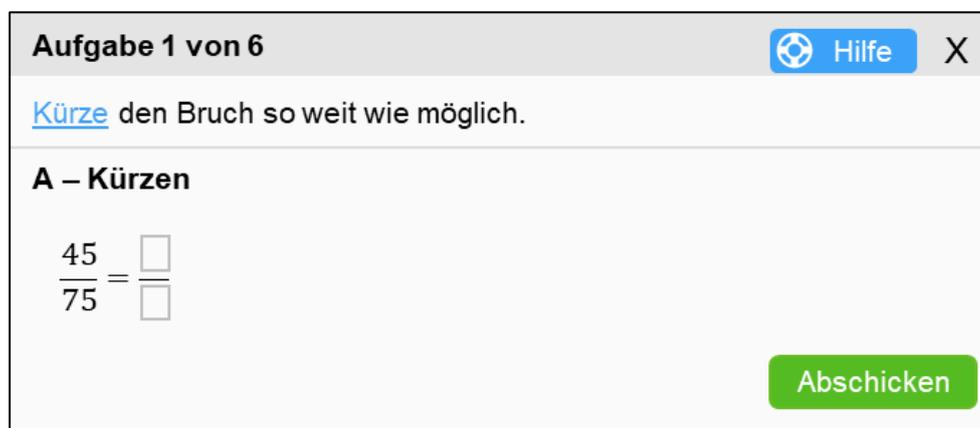


Abbildung 2: Exemplarische Aufgabe aus *bettermarks* (eigene Darstellung nach *bettermarks* GmbH, 2022)

4.2 Kategorisierung des Feedbacks der Lernplattform *bettermarks*

Wie aufgezeigt, bietet *bettermarks* für Schüler*innen verschiedenes Feedback zur Bearbeitung von Übungsaufgaben im Fach Mathematik an. Wie sich dieses Feedback in die in Kapitel 2.2 vorgestellten Kategorien einordnen lässt, wird nachfolgend dargestellt. Tabelle 1 auf der folgenden Seite bietet hierzu eine zusammenfassende Darstellung der Feedbackkategorien nach Vasilyeva et al. (2007). Die in *bettermarks* enthaltenen Subkategorien sind in der Tabelle kursiv gesetzt.

Tabelle 1: Kategorisierung des Feedbacks und dessen Umsetzung in *bettermarks* (eigene Darstellung)

Kategorie	Subkategorie
Anpassungsfähigkeit	<i>Vordefiniert</i>
	<i>Adaptierbar</i>
	<i>Adaptiv</i>
Einstufungsinformation	<i>Formativ</i>
	<i>Summativ</i>
Zeitpunkt	<i>Direkt</i>
	<i>Verzögert</i>
	<i>Zufällig</i>
Komplexität	<i>Knowledge of response</i>
	<i>Knowledge of result</i>
	<i>Knowledge of correct response</i>
	Antworten bis zur richtigen Lösung
	<i>Elaboriert</i>
Darstellungsform	<i>Schriftlich</i>
	<i>Grafisch</i>
	<i>Animiert</i>
	<i>Auditiv</i>
Funktion	<i>Bestätigen</i>
	<i>Informieren</i>
	<i>Korrigieren</i>
	<i>Erklären</i>
	Evaluieren
	<i>Belohnen</i>
	<i>Motivieren</i>
	Kritisieren
Aufmerksamkeit lenken	
Intention	<i>Positiv</i>
	<i>Negativ</i>
	<i>Neutral</i>
Fortschrittsgrad	Sofort
	<i>Kontinuierlich</i>
	Abschließend
Zielgruppe	<i>Individuum</i>
	Gruppe

Anpassungsfähigkeit: Die Lernplattform *bettermarks* erkennt falsche und richtige Lösungen und gibt dementsprechendes Feedback. Darüber hinaus ist es der Plattform möglich, für einen Teil der Aufgaben typische Schüler*innenfehler zu diagnostizieren und darauf zugeschnittenes, adaptives Feedback zu geben (vgl. Abb. 3). Als Reaktion auf Themenbereiche, in denen ein*e Schüler*in viele falsche Antworten gegeben hat, bietet die Plattform den sogenannten Bereich *Wissenslücken* (vgl. Abb. 1), in welchem den Lernenden automatisiert bereitgestellte Aufgaben präsentiert werden, durch deren Bearbeitung eben jene Themenbereiche gefördert werden sollen, die noch nicht sicher beherrscht werden.

Aufgabe 2 von 6 Hilfe X

Berechne $\frac{4}{11} + \frac{2}{11}$.

A – Addieren

Bei der Addition von Brüchen musst du nur die Zähler addieren. Versuch es erneut oder schau in die Hilfe. Tipp zeigen

$\frac{4}{11} + \frac{2}{11} = \frac{6}{22}$

Abbildung 3: Exemplarisches Feedback zu einem diagnostizierten Schüler*innenfehler (eigene Darstellung nach *bettermarks* GmbH, 2022)

Hinsichtlich der Adaptierbarkeit stehen den Schüler*innen keine zusätzlichen Einstellungsfunktionen zum Feedback zur Verfügung. Einschränkungen des Feedbacks können lediglich durch die Lehrkraft im Sinne des vordefinierten Feedbacks durch die Einstellung verschiedener Modi vorgenommen werden: So wird das Feedback im Übungsmodus für die Schüler*innen nicht eingeschränkt. Allerdings hat die Lehrkraft die Möglichkeit, die Hilfen auszuschalten, so dass Lernende nur noch erfahren, ob ihr Ergebnis korrekt oder falsch ist, sowie ggf. die richtige Lösung inklusive des Lösungswegs angezeigt bekommen. Stellt die Lehrkraft ein Arbeitsblatt hingegen nicht als *Übung*, sondern als *Test* bereit, erhalten die Lernenden erst am Ende Feedback in Form der Information, wie viele Punkte sie erhalten haben und welche Aufgaben sie richtig bzw. falsch gelöst haben. Auch hier kann die Lehrkraft das Feedback individuell für jede*n Schüler*in anpassen und die Ergebnisanzeige am Ende aller Aufgaben ausschalten. Für die nachfolgenden Kategorien werden Arbeitsblätter im Übungsmodus betrachtet, um alle Feedbackfunktionen der Lernplattform in die Analyse einbeziehen zu können.

Einstufungsinformation: Die Schüler*innen erhalten während der Bearbeitung der Aufgaben kontinuierlich Feedback sowie Hilfestellungen. Das Feedback an die Schüler*innen dient nicht dem Zwecke der Leistungsbewertung der Lernenden. Außerdem ist die Bearbeitung der Arbeitsblätter von *bettermarks* auf das wiederholte Üben ausgelegt. Die Lernenden können ein Arbeitsblatt mehrfach bearbeiten und profitieren immer wieder vom angebotenen Feedback. Damit kann das Feedback von *bettermarks* als formativ klassifiziert werden. Nach der Aufgabebearbeitung erhalten die Schüler*innen darüber hinaus summatives Feedback, beispielsweise in Form von Sternen und Münzen (vgl. Abb. 6 auf der übernächsten Seite). Diese werden von den Schüler*innen gesammelt, haben ansonsten aber keine weitere Funktion und können beispielsweise nicht für eine Belohnung eingelöst werden.

Zeitpunkt: Die Schüler*innen erhalten von *bettermarks* generell direktes Feedback zu ihrer Aufgabenbearbeitung im Übungsmodus (vgl. Abb. 4). Dies kann nur insoweit angepasst werden, als dass die Lehrkraft im Vorfeld der Bearbeitung den Testmodus aktiviert, bei welchem den Lernenden erst am Ende aller Aufgaben mitgeteilt wird, welche Aufgaben richtig und welche falsch gelöst wurden.

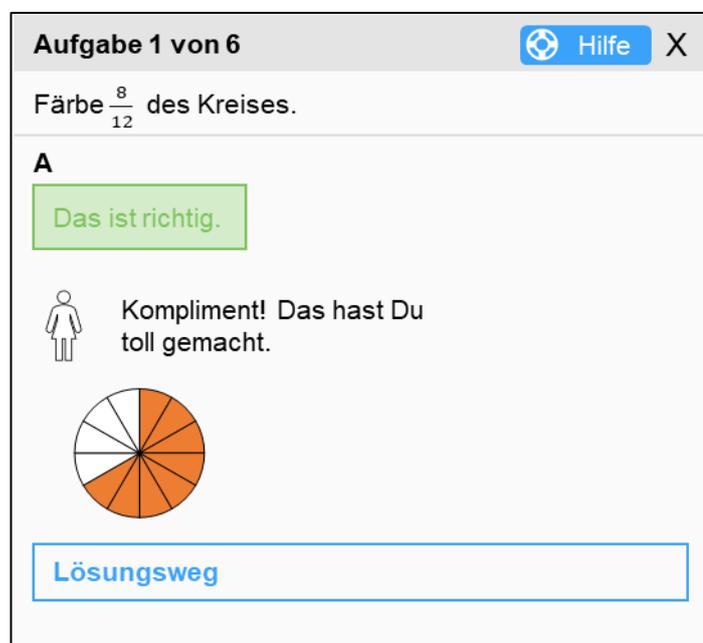


Abbildung 4: Exemplarisches direktes Feedback nach einem richtigen Lösungsversuch (eigene Darstellung nach bettermarks GmbH, 2022)

Komplexität: Nach einem ersten Versuch, eine Aufgabe zu lösen, erfahren die Schüler*innen im Sinne von *knowledge of result*, ob sie die Aufgabe richtig oder falsch gelöst haben. Bei einem ersten Fehlversuch weist die Lernplattform nicht nur auf das falsche Ergebnis hin, sondern auch explizit auf eine Hilfe. Den Schüler*innen werden bis zu drei Hilfen angeboten (vgl. Abb. 5 auf der folgenden Seite). Die Hilfe „Tipp zeigen“ gibt meist in einem Satz Hinweise zum technischen Vorgehen für die Bearbeitung der Aufgabe, zum Beispiel: „Rechne die ganze Zahl mal den Nenner plus den Zähler und du erhältst den neuen Zähler.“ Unter „Nachschlagen“ können sich die Lernenden verwandte Beispielaufgaben mit Lösungswegen anschauen. Als weitere Möglichkeit können sich die Schüler*innen die Lösung sowie den Lösungsweg der zu bearbeitenden Aufgabe anzeigen lassen. Die Aufgabenbearbeitung selbst wird dann jedoch als falsch bewertet. Zusätzlich sind in den Aufgabenstellungen sowie in den Erklärungen der Hilfen blau hinterlegte und unterstrichene Wörter zu finden. Hinter diesen verbirgt sich meist eine als ergänzende Erklärung zu verstehende Begriffsdefinition.

Aufgrund der Hilfen lässt sich das aufgabenbezogene Feedback als elaboriert einordnen. Der Hinweis auf die Hilfestellungen nach dem ersten falschen Versuch, ohne das korrekte Ergebnis zu nennen, ist ein Merkmal des informativen tutoriellen Feedbacks als einer spezifischen Form elaborierten Feedbacks (vgl. Kap. 2.2). Genauso lässt sich das Feedback bezogen auf einen zweiten falschen Lösungsversuch als elaboriert klassifizieren. Den Lernenden wird nicht nur die korrekte Lösung im Sinne der Rückmeldeart *knowledge of correct response*, sondern auch ein Beispiellösungsweg präsentiert.

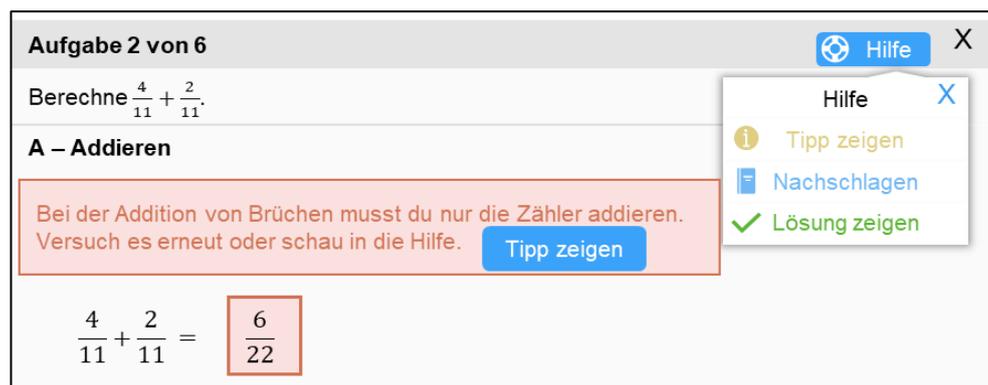


Abbildung 5: Exemplarisches Feedback nach einem ersten Fehlversuch inklusive Darstellung der angebotenen Hilfen (eigene Darstellung nach bettermarks GmbH, 2022)

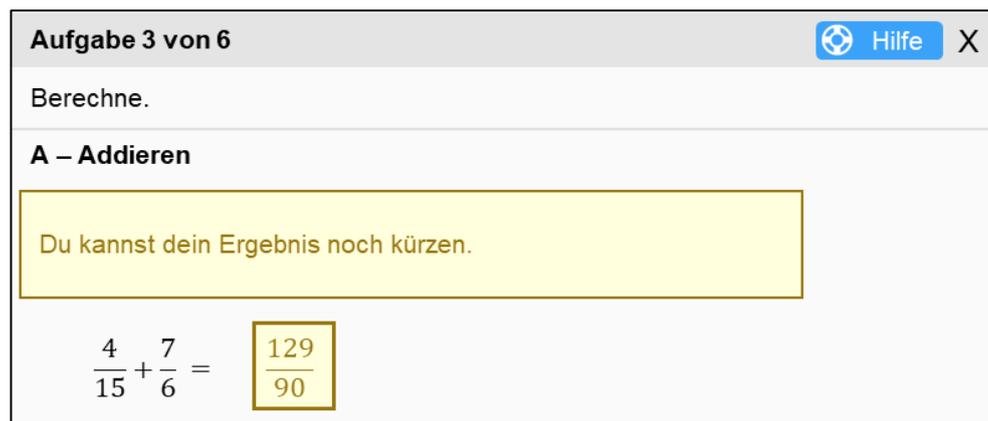
Darstellungsform: bettermarks erteilt Feedback in jeder von Vasilyeva et al. (2007) genannten Form. Die Darstellungsform kann weder von dem Lernenden noch der Lehrkraft eingestellt werden. Zum einen erfolgt es schriftlich in Textform (z.B. „Das ist richtig.“; vgl. Abb. 4 auf der vorhergehenden Seite). Zeitgleich ist das Feedback auditiv mit unterschiedlichen Tönen für eine korrekte bzw. falsche Antwort hinterlegt. Bei einer korrekten Antwort erscheint außerdem eine animierte Figur. Hinzu kommt, dass sich das Feedback farblich unterscheidet. Feedback vor gelbem Hintergrund zeigt an, dass das Ergebnis zwar nicht falsch ist, aber noch weiterbearbeitet werden muss (vgl. Abb. 7 auf der folgenden Seite). Feedback zu richtigen Lösungen ist grün hinterlegt (vgl. Abb. 4) und das zu falschen rot (vgl. Abb. 5). Außerdem erhalten die Lernenden grafisches Feedback in Form von Balken, die ihr Ergebnis summativ darstellen (vgl. Abb. 6).



Abbildung 6: Exemplarisches grafisches Feedback nach Beendigung eines Arbeitsblattes (eigene Darstellung nach bettermarks GmbH, 2022)

Funktion: Das Feedback von bettermarks übernimmt an verschiedenen Stellen auch unterschiedliche Funktionen. Bei Eingabe einer korrekten Lösung ist das Feedback bestätigend (vgl. Abb. 4). Ist die Lösung nicht korrekt, hat das Feedback eine korrigierende Funktion (vgl. Abb. 5). Gibt die Lernplattform einen Tipp, wie in Abbildung 5, ist die Funktion eine erklärende. Die Münzen und Sterne sind als belohnend einzuordnen.

Intention: Ob die Intention des Feedbacks positiv, negativ oder neutral ist, kommt auf die Korrektheit der Lösung an. Bei einer richtigen Lösung ist das Feedback positiv (vgl. Abb. 4), bei einem falschen Lösungsversuch hingegen negativ („Das ist leider nicht richtig.“). Ist die Lösung zwar korrekt, erfordert aber weitere Schritte, so ist das Feedback neutral (vgl. Abb. 7).



Aufgabe 3 von 6 Hilfe X

Berechne.

A – Addieren

Du kannst dein Ergebnis noch kürzen.

$$\frac{4}{15} + \frac{7}{6} = \frac{129}{90}$$

Abbildung 7: Exemplarisches Feedback zu einer weiter zu bearbeitenden Aufgabe (eigene Darstellung nach bettermarks GmbH, 2022)

Fortschrittsgrad: Während der Bearbeitungszeit ist den Lernenden durch eine grafische Darstellung am linken Bildschirmrand kontinuierlich ersichtlich, welche Aufgaben sie beim ersten Versuch (grün), beim zweiten Versuch (gelb) oder gar nicht richtig (rot) gelöst haben. (vgl. Abb. 8).

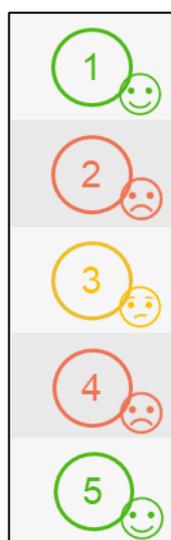


Abbildung 8: Exemplarisches kontinuierliches Feedback zur Anzahl der Lösungsversuche (eigene Darstellung nach bettermarks GmbH, 2022)

Zielgruppe: Wie bisher dargestellt, erhalten Schüler*innen auf ihre gezeigte Leistung verschiedene Formen von Feedback. Deshalb kann das Feedback als individuell eingeordnet werden. Gruppenarbeiten, das heißt die Zusammenarbeit mehrerer Schüler*innen an einer Aufgabe, sind bei *bettermarks* nicht vorgesehen, weshalb auch die Vergabe von Gruppenfeedback ausbleibt.

5 Diskussion

Digitale Lernplattformen – hier am Beispiel *bettermarks* – bieten technische Möglichkeiten, um Schüler*innen vielfältiges Feedback darzubieten, und können damit adaptive Lehr-Lern-Prozesse unterstützen. Auch wenn sich im Rahmen der theoretischen Aufarbeitung zeigte, dass die empirischen Befunde zur Lernwirksamkeit von Feedbackmerkmalen nicht eindeutig sind, konnten potenziell lernförderliche Feedbackkategorien in der Lernplattform *bettermarks* identifiziert werden. So bietet *bettermarks* durchaus ein als

adaptiv einzustufendes Feedback an. Im Anschluss an die Aufgabenbearbeitung erhalten die Lernenden weitere Aufgaben, die konkrete Schüler*innenfehler aufgreifen und den Lernenden somit zusätzliche Lerngelegenheiten bieten. Besonders dieses Erkennen von Schüler*innenfehlern und das hierauf angepasste Feedback gelten als Merkmale effektiver adaptiver Lernunterstützung (Lemmrich et al., in diesem Heft; Marschner, 2011). Darüber hinaus ist auf den formativen Charakter des Feedbacks zu verweisen. Durch die Möglichkeit, Übungsaufgaben beliebig oft zu wiederholen, können die Aufgaben und damit auch das Feedback in den Lernprozess eingebaut werden und dienen nicht nur der Leistungsüberprüfung. So umgesetzt, hat das in *bettermarks* angebotene formative Feedback theoretisch das Potenzial, lernförderlich zu wirken (Kingston & Nash, 2011). Da das Feedback durch die Lehrkraft eingeschränkt werden kann, kann diese entscheiden, zu welchem Zeitpunkt die Lernenden das Feedback erhalten. So kann sie das Feedback individuell an die Lerngruppe oder einzelne Lernende anpassen. Allerdings verändert sich mit Verzögerung des Feedbacks auch dessen Komplexität. Ohne Einschränkungen wird den Lernenden elaboriertes Feedback präsentiert, welches eine potenziell positive Wahrnehmung des Feedbacks durch die Schüler*innen sowie die Leistung der Schüler*innen fördert (Harks et al., 2014; Shute, 2008; van der Kleij et al., 2015). Auch die vielfältigen Darstellungsformen des Feedbacks könnten lernförderlich wirken, da sie individuellen Bedürfnissen der Schüler*innen potenziell entgegenkommen. Vor allem durch das auditive Feedback könnten die Aufmerksamkeit dem Signalisierungsprinzip entsprechend gelenkt sowie die Motivation der Schüler*innen gesteigert werden. Besonders für Schüler*innen mit geringem Vorwissen scheint audio-visuelles Feedback lernförderlich zu sein (Feuß, 2013).

Auf Grundlage der auf theoretischer Basis aufgebauten Analyse konnten Aussagen über die potenzielle Lernwirksamkeit digital-gestützten Feedbacks von Lernplattformen und dessen Relevanz für die adaptive Lernunterstützung getroffen werden. Damit trägt dieser Beitrag zum bislang noch lückenhaften Erkenntnisstand zu den Potenzialen des Einsatzes von Lernplattformen im Unterricht – speziell für adaptive Lehr-Lern-Prozesse – bei, weist jedoch auch Limitationen auf, die diskutiert werden sollen. Da in diesem Beitrag nur eine theoretische Analyse des Feedbacks erfolgt, konnte die tatsächliche Wirksamkeit des Feedbacks nicht beurteilt werden, sodass ein Bedarf an empirischen Studien zu dieser Frage sichtbar wird. In künftigen Studien gilt es, den tatsächlichen Zusammenhang von spezifischen (adaptiven) Merkmalen des Feedbacks von Lernplattformen mit dem Lernerfolg der Schüler*innen empirisch zu untersuchen. Des Weiteren wurde innerhalb dieser Analyse kein Fokus auf die Lerninhalte der Lernplattformen gelegt. Die fachliche Präzision ist allerdings ein Qualitätsmerkmal adaptiver Lernunterstützung (Lemmrich et al., in diesem Heft) und sollte daher in weiteren Studien zu adaptiven Lehr-Lern-Prozessen berücksichtigt werden. Fachdidaktische Analysen hinsichtlich der Qualität der Lerninhalte der gewählten Lernplattform sollten sich anschließen (vgl. auch Altenburger & Besser, angenommen). Darüber hinaus wurde innerhalb dieser Arbeit lediglich eine exemplarisch gewählte Lernplattform für das Fach Mathematik betrachtet, sodass die Analyse weiterer verbreiteter Lernplattformen – auch für andere Fächer – sowohl hinsichtlich der Qualität des Feedbacks als auch der Lerninhalte sinnvoll erscheint.

Hinsichtlich der Wirksamkeit von Lernplattformen sind noch viele Fragen offen, deren Beantwortung zum Gelingen guten Unterrichts – inklusive der Umsetzung adaptiver Lernunterstützung – elementar wichtig erscheint. Dabei ist grundlegend zu beachten, dass digitale Medien beim Einzug in den Unterricht stets unter pädagogischen Aspekten kritisch reflektiert werden sollten (Zierer, 2018) sowie dass sie darüber hinaus einen Mehrwert gegenüber den analogen Verfahren bieten sollten (Schaumburg, 2015). Damit Mehrwerte des didaktisch begründeten Einsatzes digitaler Lernplattformen von Lehrkräften gesehen und jene sinnvoll genutzt werden, bedarf es einer entsprechenden Professionalisierung im Kontext der Lehrkräfteaus- und -fortbildung. Wie die Diskussionen beispielsweise rund um aktuelle Weiterentwicklungen des Angebot-Nutzungsmodells

(Vieluf, 2022) nahelegen, ist der wirkungsvolle Einsatz digitaler Lernplattformen sowohl von der Qualität der Lernplattform an sich als auch von dem pädagogischen Konzept und den Kompetenzen einer Lehrkraft abhängig, die für sich, aber insbesondere im Zusammenspiel in künftigen Forschungsarbeiten adressiert werden sollten.

Literatur und Internetquellen

- Altenburger, L. & Besser, M. (angenommen). Potenziale digitaler Lernplattformen im Mathematikunterricht hinsichtlich der Förderung prozeduralen und konzeptuellen Wissens zu Brüchen – ein möglicher Zugang zur fachdidaktischen Analyse am konkreten Beispiel. In M. Ahlers, M. Besser, C. Herzog & P. Kuhl (Hrsg.), *Digitalgestütztes Üben im Fachunterricht: Aktuelle Entwicklungen, Gegenstände und Prozesse*. Beltz.
- Baumgartner, P. & Bergner, I. (2016). Einige Feedback-Arten für Online-Lernen: Taxonomie und Realisierung von Feedback-Mustern für Multiple-Choice-Tests in Moodle. In J. Wachtler, M. Ebner, O. Gröbinger, M. Kopp, E. Bratengeyer, H.-P. Steinbacher, C. Freisleben-Teutscher & C. Kapper (Hrsg.), *Digitale Medien: Zusammenarbeit in der Bildung* (Medien in der Wissenschaft, Bd. 71) (S. 201–210). Waxmann.
- Behnke, K. (2016). *Umgang mit Feedback im Kontext Schule: Erkenntnisse aus Analysen der externen Evaluation und des Referendariats*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-10223-4>
- bettermarks GmbH. (2022). www.bettermarks.de
- Black, P. & Wiliam, D. (2009). Developing the Theory of Formative Assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21 (1), 5–31. <https://doi.org/10.1007/s11092-008-9068-5>
- Böhme, R., Munser-Kiefer, M. & Prestridge, S. (2020). Lernunterstützung mit digitalen Medien in der Grundschule. *Zeitschrift für Pädagogik*, 13 (1), 1–14. <https://doi.org/10.1007/s42278-019-00066-3>
- Buhren, C.G. (2015). Feedback – Definitionen und Differenzierungen. In C.G. Buhren (Hrsg.), *Handbuch Feedback in der Schule*. Beltz.
- Corbett, A.T. & Anderson, J.R. (2001). Locus of Feedback Control in Computer-Based Tutoring. In J. Jacko & A. Sears (Hrsg.), *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems – CHI '01* (S. 245–252). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/365024.365111>
- Dumont, H. (2018). Neuer Schlauch für alten Wein? Eine konzeptuelle Betrachtung von individueller Förderung im Unterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 22, 249–277. <https://doi.org/10.1007/s11618-018-0840-0>
- Duss, K. (2020). *Formative Assessment and Feedback Tool. Design and Evaluation of a Web-Based Application to Foster Student Performance*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-29144-0>
- Feuß, S. (2013). *Auf den ersten Blick: Wie Medieninhalte wahrgenommen und rezipiert werden*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-01186-4>
- Greller, W., Ebner, M. & Schön, M. (2014). Learning Analytics: From Theory to Practice – Data Support for Learning and Teaching. *Communications in Computer and Information Science*, 439, 79–87. https://doi.org/10.1007/978-3-319-08657-6_8
- Grotjahn, R. & Kleppin, K. (2017). Typen und Funktionen der Evaluation von Schreibkompetenzen. In B. Akukwe, R. Grotjahn & S. Schipolowski (Hrsg.), *Schreibkompetenzen in der Fremdsprache: Aufgabengestaltung, kriterienorientierte Bewertung und Feedback* (S. 29–40). Narr Francke Attempto.
- Häcker, T. (2017). Individualisierter Unterricht. In T. Bohl, J. Budde & M. Rieger-Ladich (Hrsg.), *Umgang mit Heterogenität in Schule und Unterricht. Grundlagen*,

- theoretische Beiträge, empirische Befunde und didaktische Reflexionen* (S. 275–290). Klinkhardt.
- Hancock, M.S., Shen, C., Forlines, C. & Ryall, K. (2005). *Exploring Non-Speech Auditory Feedback at an Interactive Multi-User Tabletop*. Graphics Interface. https://www.researchgate.net/publication/221474897_Exploring_non-speech_auditory_feedback_at_an_interactive_multi-user_tabletop
- Hardy, I., Decristan, J. & Klieme, E. (2019). Adaptive Teaching in Research on Learning and Instruction. *Journal for Educational Research Online*, 11 (2), 169–191.
- Harks, B., Rakoczy, K., Hattie, J., Besser, M. & Klieme, E. (2014). The Effects of Feedback on Achievement, Interest and Self-Evaluation: the Role of Feedback's Perceived Usefulness. *Educational Psychology*, 34 (3), 269–290. <https://doi.org/10.1080/01443410.2013.785384>
- Hattie, J. & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77 (1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Hattie, J. & Zierer, K. (2018). *Visible Learning: Auf den Punkt gebracht*. Schneider Hohengehren. <https://doi.org/10.4324/9781351002226>
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S.I. & Reiss, K.M. (2020). The Potential of Digital Tools to Enhance Mathematics and Science Learning in Secondary Schools: A Context-Specific Meta-Analysis. *Computers & Education*, 153, 1–25. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897>
- Hinsz, V.B., Tindale, R.S. & Vollrath, D.A. (1997). The Emerging Conceptualization of Groups as Information Processors. *Psychological Bulletin*, 121 (1), 43–64. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.121.1.43>
- Holmes, W., Anastopoulou, S., Schaumburg, H. & Mavrikis, M. (2018). *Personalisiertes Lernen mit digitalen Medien. Ein roter Faden*. Robert Bosch Stiftung.
- Jacobs, B. (2002). *Aufgaben stellen und Feedback geben*. Leibniz-Institut für Psychologie, PsychArchives. <http://bitly.ws/dGKb>
- Jungjohann, J., Anderson, S., Schurig, M. & Gebhardt, M. (2021). Adaptiven Unterricht mit und durch Lernverlaufsdiagnostik gestalten. In N. Böhme, B. Dreer, H. Hahn, S. Heinecke, G. Mannhaupt & S. Tänzer (Hrsg.), *Mythen, Widersprüche und Gewissheiten der Grundschulforschung* (Jahrbuch Grundschulforschung, 25) (S. 329–335). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-31737-9_37
- Karich, A.C., Burns, M.K. & Maki, K. (2014). Updated Meta-Analysis of Learner Control within Educational Technology. *Review of Educational Research*, 84 (3), 392–410. <https://doi.org/10.3102/0034654314526064>
- Kingston, N. & Nash, B. (2011). Formative Assessment: A Meta-Analysis and a Call for Research. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 30 (4), 28–37. <https://doi.org/10.1111/j.1745-3992.2011.00220.x>
- Köller, O., Fleckenstein, J., Guill, K. & Meyer, J. (2020). Pädagogische und didaktische Anforderungen an die häusliche Aufgabenbearbeitung. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Bildungspolitik und pädagogische Praxis*, 16, 163–174. <https://doi.org/10.31244/9783830992318.10>
- Krause, U.-M. (2007). *Feedback und kooperatives Lernen*. Waxmann.
- Lachner, A., Scheiter, K. & Stürmer, K. (2020). Digitalisierung und Lernen mit digitalen Medien als Gegenstand der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. In C. Cramer, J. König, M. Rothland & S. Blömeke (Hrsg.), *Handbuch Lehrerinnen- und Lehrerbildung* (S. 67–75). Klinkhardt utb. <https://doi.org/10.35468/hblb2020-007>
- Lemmrich, S., Ehmke, T. & Reusser, K. (2024). Adaptive Lernunterstützung durch fachliche Präzision und interaktionale Qualität. Ein Handlungsmodell zu adaptiver Lernunterstützung. *PFLB – PraxisForschungLehrer*innenBildung*, 6 (2), 6–23. <https://doi.org/10.11576/pflb-6862>

- Leutner, D. (2002). Adaptivität und Adaptierbarkeit multimedialer Lehr- und Informationssysteme. In L.J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia und Internet: Lehrbuch für Studium und Praxis* (3., vollst. überarb. Aufl.) (S. 115–126). Beltz.
- Leutner, D. (2009). Adaptivität und Adaptierbarkeit beim Online-Lernen. In L.J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Online-Lernen: Handbuch für Wissenschaft und Praxis* (S. 115–123). Oldenbourg.
- Maier, U., Wolf, N. & Randler, C. (2016). Effects of a Computer-Assisted Formative Assessment Intervention Based on Multiple-Tier Diagnostic Items and Different Feedback Types. *Computers & Education*, (95), 85–98. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.12.002>
- Mang, J., Ustjanzew, N., Leßke, I., Schieße-Tiska, A. & Reiss, K. (2019). *PISA 2015. Skalenhandbuch*. Waxmann.
- Marschner, J. (2011). *Adaptives Feedback zur Unterstützung des selbstregulierten Lernens durch Experimentieren*. Dissertation. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:464-20110610-100135-5>
- Mertens, U., Finn, B. & Lindner, M.A. (2022). Effects of Computer-Based Feedback on Lower- and Higher-Order Learning Outcomes: A Network Meta-Analysis. *Journal of Educational Psychology*, 114 (8), 1743–1772. <https://doi.org/10.1037/edu0000764>
- Miller, S. (2009). *Formative Computer-Based Assessments: The Potentials and Pitfalls of Two Formative Computer-Based Assessments Used in Professional Learning Programs*. Dissertation. <http://hdl.handle.net/1974/1677>
- Mory, E.H. (2004). Feedback Research Revisited. In D.H. Jonassen (Hrsg.), *Handbook of Research for Educational Communications and Technology* (2. Aufl.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Müller, A. & Ditton, H. (2014). Feedback: Begriff, Formen und Funktionen. In H. Ditton & A. Müller (Hrsg.), *Feedback und Rückmeldungen: Theoretische Grundlagen, empirische Befunde und praktische Anwendungsfelder* (S. 11–18). Waxmann.
- Muis, K.R., Ranellucci, J., Trevors, G. & Duffy, M.C. (2015). The Effects of Technology-Mediated Immediate Feedback on Kindergarten Students' Attitudes, Emotions, Engagement and Learning Outcomes during Literacy Skills Development. *Learning and Instruction*, 28, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2015.02.001>
- Narciss, S. (2006). *Informatives tutorielles Feedback: Entwicklungs- und Evaluationsprinzipien auf der Basis instruktionspsychologischer Erkenntnisse* (Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie, Bd. 56). Waxmann.
- Narciss, S. (2018). Feedbackstrategien für interaktive Lernaufgaben. In S. Kracht, A. Niedostadek & P. Sensburg (Hrsg.), *Praxishandbuch Professionelle Mediation* (Springer Reference Psychologie) (S. 1–24). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-54373-3_35-1
- Narciss, S. & Huth, K. (2004). How to Design Informative Tutoring Feedback for Multimedia Learning. In H.M. Niegemann, D. Leutner & R. Brünken (Hrsg.), *Instructional Design for Multimedia Learning* (S. 181–195). Waxmann.
- Niegemann, H.M., Domagk, S., Hessel, S., Hein, A., Hupfer, M. & Zobel, A. (2008). *Kompendium multimediales Lernen*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-37226-4>
- Oinas, S.E., Thuneberg, H., Vainikainen, M.-P. & Hotulainen, R. (2020). Technology-Enhanced Feedback Profiles and Their Associations with Learning and Academic Well-Being Indicators in Basic Education. *Contemporary Educational Technology*, 12 (2), 1–15. <https://doi.org/10.30935/cedtech/8202>
- Pauli, C., Reusser, K. & Stebler, R. (2018). Individuelle Lernunterstützung beim personalisierten Lernen. In K. Rabenstein, K. Kunze, M. Martens, T.-S, Idel, M. Proske

- & S. Strauß (Hrsg.), *Individualisierung von Unterricht. Transformationen – Wirkungen – Reflexionen* (S. 137–149). Klinkhardt.
- Petko, D. (2014). *Einführung in die Mediendidaktik: Lehren und Lernen mit digitalen Medien*. Beltz.
- Plass, J.L. & Pawar, S. (2020). Toward a Taxonomy of Adaptivity for Learning. *Journal of Research on Technology in Education*, 52 (3), 275-300. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1719943>
- Rakoczy, K. & Schütze, B. (2019). Feedback im Unterricht. In E. Kiel, B. Herzig, U. Maier & U. Sandfuchs (Hrsg.), *Handbuch Unterrichten an allgemeinbildenden Schulen* (S. 237–249). Klinkhardt.
- Rothe, A., Müller, C., Mackowiak, K. & Werning, R. (2018). Adaptive Lernunterstützung in Inklusiven Grundschulen in Niedersachsen – Ergebnisse der wissenschaftlichen Begleitstudie. In A. Langner (Hrsg.), *Inklusion im Dialog: Fachdidaktik – Erziehungswissenschaft – Sonderpädagogik* (S. 161–167). Klinkhardt.
- Scharnagl, S., Evanschitzky, P., Streb, J., Spitzer, M. & Hille, K. (2014). Sixth Graders Benefit from Educational Software When Learning about Fractions: A Controlled Classroom Study. *Numeracy*, 7 (1), Article 4. <https://doi.org/10.5038/1936-4660.7.1.4>
- Schaumburg, H. (2015). *Chancen und Risiken digitaler Medien in der Schule*. Bertelsmann Stiftung.
- Schaumburg, H. & Prasse, D. (2019). *Medien und Schule: Theorie – Forschung – Praxis*. Klinkhardt. <https://doi.org/10.36198/9783838544472>
- Schmidt, C. (2020). *Formatives Assessment in der Grundschule: Konzept, Einschätzungen der Lehrkräfte und Zusammenhänge*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-26921-0>
- Shute, V.J. (2008). Focus on Formative Feedback. *Review of Educational Research*, 78 (1), 153–189. <https://doi.org/10.3102/0034654307313795>
- Stebler, R., Reusser, K. & Pauli, C. (2016). Wie Lehrpersonen Lernen unterstützen können. *profil: das Magazin für das Lehren und Lernen*, 2 (16), 6–9.
- Thorpe, H.W., Chiang, B. & Darch, C.B. (1981). Individual and Group Feedback Systems for Improving Oral Reading Accuracy in Learning Disabled and Regular Class Children. *Journal of Learning Disabilities*, 14 (6), 332–334. <https://doi.org/10.1177/002221948101400611>
- Tindale, R.S. (1989). Group vs Individual Information Processing: The Effects of Outcome Feedback on Decision Making. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 44 (3), 454–473. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(89\)90019-8](https://doi.org/10.1016/0749-5978(89)90019-8)
- Van der Kleij, F.M., Eggen, T.J.H.M., Timmers, C.F. & Veldkamp, B.P. (2012). Effects of Feedback in a Computer-Based Assessment for Learning. *Computers & Education*, 58 (1), 263–272. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.020>
- Van der Kleij, F.M., Feskens, R.C.W. & Eggen, T.J.H.M. (2015). Effects of Feedback in a Computer-Based Learning Environment on Students' Learning Outcomes: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 85 (1), 475–511. <https://doi.org/10.3102/0034654314564881>
- Vasilyeva, E., Puuronen, S., Pechenizkiy, M. & Rasanen, P. (2007). Feedback Adaptation in Web-Based Learning Systems. *International Journal of Continuing Engineering Education and Life-Long Learning*, 17 (4/5), 337–357. <https://doi.org/10.1504/IJCEELL.2007.015046>
- Veermans, K.H., de Jong, T. & van Joolingen, W.R. (2000). Promoting Self-Directed Learning in Simulation-Based Discovery Learning Environments through Intelligent Support. *Interactive Learning Environments*, 8, 229–255. [https://doi.org/10.1076/1049-4820\(200012\)8:3;1-D;FT229](https://doi.org/10.1076/1049-4820(200012)8:3;1-D;FT229)

- Vieluf, S. (2022). Wie, wann und warum nutzen Schüler*innen Lerngelegenheiten im Unterricht? Eine übergreifende Diskussion der Beiträge zum Thementeil. *Unterrichtswissenschaft*. Vorab-Online-Publikation. <https://doi.org/10.1007/s42010-022-00144-z>
- Walberg H.J. & Paik, S. (2000). *Effective Educational Practices*. International Academy of Education.
- Wisniewski, B., Zierer, K. & Hattie, J. (2019). The Power of Feedback Revisited: A Meta-Analysis of Educational Feedback Research. *Frontiers in Psychology*, 10:3087, 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.03087>
- Zierer, K. (2018). *Lernen 4.0. – Pädagogik vor Technik: Möglichkeiten und Grenzen einer Digitalisierung im Bildungsbereich* (2., erw. Aufl.). Schneider Hohengehren.
- Zierer, K. (2020). *Visible Learning 2020: Zur Weiterentwicklung und Aktualität der Forschungen von John Hattie*. Konrad Adenauer Stiftung. <https://www.kas.de/documents/252038/7442725/Visible+Learning+2020.pdf/e664fc77-2b6e-bc9d-f6a1-9b8075268a50>
- Zierer, K. (2022). *Hattie für gestresste Lehrer: Kernbotschaften und Handlungsempfehlungen aus John Hatties „Visible Learning“ und „Visible Learning for Teachers“* (4., unveränd. Aufl.). Schneider Hohengehren.

Beitragsinformationen

Zitationshinweis:

Altenburger, L., Hase, A., Besser, M. & Kuhl, P. (2024). Feedback als Merkmal adaptiver Lernunterstützung am Beispiel einer digitalen Lernplattform für das Unterrichtsfach Mathematik. *PFLB – Praxisforschung/Lehrer*innenbildung*, 6 (2), 128–147. <https://doi.org/10.11576/pflb-6863>

Online verfügbar: 18.03.2024

ISSN: 2629-5628



Dieses Werk ist freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz CC BY-SA 4.0 (Weitergabe unter gleichen Bedingungen). Diese Lizenz gilt nur für das Originalmaterial. Alle gekennzeichneten Fremdinhalte (z.B. Abbildungen, Fotos, Tabellen, Zitate etc.) sind von der CC-Lizenz ausgenommen. Für deren Wiederverwendung ist es ggf. erforderlich, weitere Nutzungsgenehmigungen beim jeweiligen Rechteinhaber einzuholen. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/de/legalcode>