

Julia STARK, Münster & Daniela GÖTZE, Münster

Zum Einfluss des digitalen Feedbacks bei der Förderung einer Anteilvorstellung

Es ist hinreichend bekannt, dass Lernende der Sekundarstufe nicht selten Probleme bei der Entwicklung tragfähiger Bruchzahlvorstellungen zeigen (Padberg & Wartha, 2017; Schink, 2013). Auch wenn das Lösen von Kalkülaufgaben gelingt, so lassen sich Vorstellungsdefizite vor allem bei der Lösung konzeptioneller Aufgaben diagnostizieren (siehe z. B. Schink, 2013). Neben anderen Bruchzahlvorstellungen gilt insbesondere die Vorstellung *Bruch als Anteil* als grundlegend, da diese einen anschaulichen Zugang gewährt und damit das Verständnis für weitere Bruchzahlaspekte begünstigt (Prediger & Wessel, 2013). Wesentlich hierbei ist das Herstellen von Zusammenhängen zwischen Teil, Anteil und Ganzem, denn ein Bruch ist nicht nur eine Zahl, sondern bezieht sich als Anteil auf ein bestimmtes Ganzes (Schink, 2013). Dabei stellt der Anteil die Beziehung zwischen dem Ganzen und dem Teil her. Wiederholt haben Studien gezeigt, dass Lernende sich der Zusammenhänge dieser Trias *Anteil-Teil-Ganzes* nicht bewusst sind und daher bereits bei dieser zentralen Grundvorstellung vielfältige Fehlvorstellungen diagnostizierbar sind (Schink, 2013). So bereitet schon das Übersetzen von ikonischen Bruchdarstellungen in symbolische Darstellungen Schwierigkeiten (Padberg & Wartha, 2017). Gleichwohl gilt die Fähigkeit zur Vernetzung von verschiedenen Darstellungen als zentral für die Entwicklung einer konzeptionellen Anteilvorstellung (Prediger & Wessel, 2013). Zur Veranschaulichung von Darstellungsvernetzungen haben sich insbesondere digitale Medien als lernwirksam erwiesen, da sie die Möglichkeit eröffnen, verschiedene Darstellungsebenen synchron zu vernetzen (Urff, 2010).

Designprinzipien der App Partibo

Die App *Partibo* (lateinisch: „Ich werde teilen.“) nutzt dieses Potenzial auf besondere Weise. Die Lernenden werden aufgefordert, Anteile mit Hilfe verschiedener Legematerialien haptisch-enaktiv darzustellen. Die App erkennt über einen Spiegel, der oberhalb der Kamera angebracht ist, die Handlungen der Lernenden vor dem Tablet und bildet diese digital-ikonisch in der App ab. Anschließend erhalten die Lernenden ein an die Aufgabe angepasstes Feedback. Sowohl bei einer falschen Lösung als auch bei einer korrekten Lösung wird eine sogenannte „bedeutungsbezogene“ (Prediger & Wessel, 2013) Rückmeldung zur gemachten Handlung gegeben.

Durch die *Handlungsorientierung* können Fehlvorstellungen abgebaut und tragfähige Vorstellungen zum Anteilbegriffs aufgebaut werden. Aufgrund einer Flächenberechnung der App *Partibo*, können unterschiedliche Ganze

und Teile genutzt werden. Die App berechnet stets den Anteil vom gelben Teil zum blauen Ganzen. Dadurch kann der Teil nicht nur beliebig auf dem blauen Ganzen positioniert, sondern auch unterschiedlich zerlegt oder zusammengesetzt werden. Die App regt innerhalb der Aufgaben die Lernenden dazu an, die verschiedenen Darstellungsoptionen zu entdecken. Das enaktive Legen mit Material wird im Sinne der Darstellungsvernetzung immer wieder mit ikonischen, symbolischen und sprachlichen Darstellungen in der App verknüpft (Details hierzu in Götze & Stark, 2021 und unter partibo.de).

Die App nutzt als weiteres Potenzial digitaler Medien die Möglichkeit eines unmittelbaren *verstehensorientierten Feedbacks*. Schließlich konnten verschiedene Studien zeigen, dass Feedback den mathematischen Lernprozess nachhaltig unterstützen kann (Urff, 2010; Hattie & Timperley, 2007). Feedback soll die Diskrepanz zwischen dem aktuellen Stand der Lernenden und dem Lernziel verkleinern (Hattie & Timperley, 2007). Dennoch ist nicht jede Art der Rückmeldung hilfreich und viele Kinder haben Schwierigkeiten beim Verstehen und Anwenden des erhaltenen Feedbacks. So sind einfache Rückmeldungen wie *richtig* oder *falsch* in vielen Fällen wenig unterstützend, wohingegen sich eine Vernetzung verschiedener Feedbackarten (schriftlich, visuell, auditiv) als besonders lernförderlich erwiesen hat (Urff, 2010). Zudem kann das Feedback auf verschiedenen Ebenen erfolgen. Dazu gehören die Ebene der Aufgabe und des Produkts, der Prozesse, der Selbstregulation und des Selbst (Hattie & Timperley, 2007). Die App *Partibo* berücksichtigt ein Feedback auf den ersten beiden Ebenen. Sie gibt zunächst an, ob die Aufgabe richtig oder falsch gelöst wurde. Zusätzlich bietet sie im Sinne eines positiven Umgangs mit Fehlern konkrete Hilfestellungen und Hinweise an, um Fehlkonzepte möglichst selbstständig zu überwinden und damit ein Verständnis für den Lerninhalt aufzubauen (verstehensorientiertes Feedback).

Die zentrale Forschungsfrage fokussiert daher die Lernförderlichkeit dieses Feedbacks und lautet: *Wie lassen sich Lehr-Lern-Situationen charakterisieren, in denen das von der App angebotene Feedback einen positiven Einfluss auf den individuellen Verstehensprozess der Kinder hat?*

Das Designprinzip Feedback nutzen

In den bisherigen Erprobungen der App *Partibo* mit Lernenden der fünften und sechsten Klasse konnten unterschiedliche lernförderliche Arten des Umgangs mit dem Feedback beobachtet werden. Im Folgenden werden exemplarisch zwei häufig zu beobachtende Situationen betrachtet: 1) Bei einer Fehllösung wird das Feedback durchgelesen und die angebotene Hilfestellung umgesetzt. 2) Die Lernenden übergehen das Feedback, aber die Lehrkraft erzeugt mit Hilfe des Feedbacks einen kognitiven Konflikt.

Zu 1): Anna und Ezra hatten die Aufgabe den Bruch *ein Viertel* mit dem Bruchstreifen darzustellen.

- (1) A (*nimmt erst ein Viertel-Stück in die Hand, legt dann ein gelbes Achtel-Stück auf das blaue Ganze; überprüft mit der App*)
- (2) E (*liest das Feedback laut vor*) Denk daran, dass Ganze in vier gleich große Teile unterteilt werden muss. Überlege dann wie viele Teile dann gelb gefärbt werden, sein muss.
- (3) A (*legt das blaue Ganze mit gelben Viertel-Stücken aus*) Da so, wir müssen das große nehmen (*nimmt drei der Stücke wieder weg*) und das sind vier.

Anna legte anstelle des Viertel-Stücks ein Achtel-Stück auf das blaue Ganze (Turn 1). Das schriftliche Feedback der App verdeutlichte, wie der Anteil *ein Viertel* mit Hilfe des Materials erzeugt werden kann (Turn 2). Anna übertrug die ihr angebotenen Hilfestellungen auf die Handlung mit dem Legematerial, indem Sie zunächst das Ganze mit Viertel-Stücken auslegte. Anschließend berücksichtigte sie, dass laut Aufgabenstellung nur ein Viertel dargestellt werden musste (Turn 3). Die Rückmeldung beeinflusste somit unmittelbar den Handlungsprozess der Schülerin.

Zu 2): Die Schülerinnen Mara und Fiona hatten in der folgenden Szene die Aufgabe, eine ikonische Darstellung von fünf Sechstel richtig zu deuten und mit Hilfe von Ziffernkarten zu legen (Welcher Bruch passt zum Bild?).

- (1) F (*legt die Ziffernkarte der Fünf in den Zähler*) Jetzt brauch ich eine Eins (*legt die Ziffernkarte der Eins in den Nenner*).
- (2) M Voll cool, oder?
- (3) F Mhm, 1 Fünftel.
- (4) M Ich glaub du hast das falsch rum gelegt, wir müssen doch 1 Fünftel, oder?
- (5) F (*vertauscht Zähler und Nenner; überprüft mit der App*)
- (6) M Ah, warte.
- (7) F Ha, siehst du!
- (8) M Ja du musst das so. (*rückt Zahlen gerade; überprüft mit der App*) Hä, oder?
- (9) F Die müssen gedreht sein, ich hatte das richtig (*tauscht Zähler und Nenner*).
- (10) M Ja ok, vielleicht hatte ich das dann auch falsch (*überprüft mit der App*). Ah, auch falsch.
- (11) L Lest mal was da steht.
- (12) M (*liest*) Überlege in wie viele gleiche Teile ist das Ganze, ehm, unterteilt.
- (13) L Und wie viele?
- (14) M Und wie viele sind gelb gefärbt.
- (15) F Eins, zwei, drei, vier, fünf (*zählt die gelben Stücke im Streifen in der App*).
- (16) M Ah, 5 Sechstel!
- (17) F Ach, achso!
- (18) M 5 Sechstel! (*legt 5 Sechstel mit den Ziffernkarten*)

Mara und Fiona zeigten Probleme bei der Deutung der ikonischen Darstellung von fünf Sechstel und nahmen eine *Teil-zu-Teil*-Deutung ein: fünf gelbe Stücke und ein blaues Stück. Daher legten sie wiederholt ein Fünftel bzw. fünf Eintel (Turn 1, 3, 5 und 9). Das Feedback der App wurde von den Mädchen zunächst ignoriert.

Die Lehrkraft nutzte an dieser Stelle das Feedback, um die Kinder zur selbstständigen Überwindung des Problems anzuregen (Turn 11). Obwohl das Feedback das Verhältnis von Teil und Ganzem in allgemeinen Worten erläuterte, schafften es die beiden Mädchen, diese auf die vorliegende Aufgabenstellung zu übertragen und den Anteil zu bestimmen (Turn 16, 17, und 18).

Fazit

Die Handlungsorientierung im Zuge der Darstellungsvernetzung und das verstehensorientierte digitale Feedback sind zwei zentrale Designprinzipien der App *Partibo*. Beide Prinzipien sollen Lernende dabei unterstützen ein tragfähiges und flexibles Bruchzahlverständnis zu entwickeln. Da das verstehensorientierte Feedback eine unmittelbare Wirkung auf die Handlung hat, nimmt es eine zentrale Rolle im Lernprozess der Kinder ein. Dabei lassen sich unterschiedliche Arten im Umgang mit diesen Rückmeldungen wahrnehmen. Die obigen kurzen Analysen zeigen, dass das Feedback einen positiven Einfluss auf die Lösungsprozesse der Lernenden haben und beim Überwinden von Fehlvorstellungen unterstützen kann. Gleichwohl konnte in weiteren Situationen beobachtet werden, dass das Feedback nicht verstanden wurde. Als Konsequenz daraus wurden kurze Erklärvideos, welche das Feedback visuell und auditiv unterstützen, in die App eingebunden.

Literatur

- Götze D. & Stark, J. (2021). Kommunikationspotenziale einer haptisch-enaktiven und digitalen Förderung der Anteilvorstellung bei Grundschulkindern. In Ch. Schreiber & R. Klose (Hrsg.), *Mathematik, Sprache und Medien* (S. 165–182). WTM Verlag. <https://doi.org/10.37626/GA9783959871969.0>
- Hattie, J. & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Padberg, F. & Wartha, S. (2017). *Didaktik der Bruchrechnung* (5. Aufl.). Berlin: Springer Verlag.
- Prediger, S. & Wessel, L. (2013). Fostering German language learners' constructions of meanings for fractions—Design and effects of a language- and mathematics-integrated intervention. *Mathematics Education Research Journal*, 25(3), 435–456.
- Schink, A. (2013). *Flexibler Umgang mit Brüchen. Empirische Erhebung individueller Strukturierungen zu Teil, Anteil und Ganzem*. Springer Spektrum.
- Urff, Ch. (2010). Potentiale und Perspektiven digitaler Lernmedien für die Förderung grundlegender mathematischer Kompetenzen. *Zeitschrift für Heilpädagogik*, 61(4), 141–150.