

Michael BESSER, Kassel/Lüneburg, Werner BLUM, Kassel, Dominik LEISS, Lüneburg, Malte KLIMCZAK, Frankfurt, Eckhard KLIEME, Frankfurt, Katrin RAKOCZY, Frankfurt

## **Auswirkung kompetenzorientierter, prozessbezogener und individueller Leistungsbewertung und -rückmeldung auf das Lernen von Mathematik am Beispiel einer empirischen Unterrichtsstudie**

Leistungsbewertung und -rückmeldung finden im deutschen Mathematikunterricht oftmals allein durch Klassenarbeiten einmalig am Ende einer Unterrichtseinheit und in Form von Noten statt. Im Rahmen des DFG-Forschungsprojekts Co<sup>2</sup>CA<sup>1</sup> ist ein Diagnose- und Rückmeldeinstrument erprobt worden, das den Mathematikunterricht entgegen üblicher Praxis mehrfach wie selbstverständlich begleitet und Schülerinnen und Schülern dabei in kurzen Abständen individuelle Informationen zu deren Leistungsstand sowie konkrete Hilfen zur Verbesserung desselben zur Verfügung stellt. Auswirkungen dieses Instruments auf die Leistungsentwicklung von Lernenden sollen im Folgenden vorgestellt und diskutiert werden.

### **1. Unterrichtsstudie im Rahmen des Forschungsprojekts Co<sup>2</sup>CA**

Das Forschungsprojekt Co<sup>2</sup>CA untersucht u. a., wie Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung in einem kompetenzorientierten Mathematikunterricht gestaltet werden können, um sowohl Lehrkräften eine präzise und detaillierte Leistungsdiagnostik zu ermöglichen als auch bei Lernenden eine positive Wirkung auf (zukünftige) Lernprozesse sowie Motivation und Emotion zu erreichen. In Laborsitzungen zur Erprobung verschiedener Arten von Rückmeldungen (zur lernförderlichen Gestaltung von Rückmeldungen siehe auch Deci et al 1999, Hattie & Timperley 2007, Kluger & DeNisi 1996) innerhalb des Projekts hat sich gezeigt, dass vor allem eine individuell gestaltete, sich direkt auf den Bearbeitungsprozess von Aufgaben beziehende, dem Lernenden Stärken und Schwächen aufzeigende und gleichzeitig Hilfen für weiteres Lernen bereitstellende Leistungsrückmeldung von Schülern als besonders „unterstützend“ wahrgenommen wird und sich tendenziell positiv auf deren Leistungsentwicklung auswirkt (vgl. Besser et al. 2010, Harks et al. (2012); für eine detaillierte Beschreibung des

---

<sup>1</sup> Co<sup>2</sup>CA: Conditions and Consequences of Classroom Assessment. DFG-Forschungsprojekt im Rahmen des Schwerpunktprogramms „Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen“ (SPP 1293). Projektleitung: E. Klieme, K. Rakoczy, W. Blum, D. Leiss.

Projekts selbst siehe Bürgermeister et al. 2011). In einer im Herbst/Winter 2010/11 durchgeführten Unterrichtsstudie, innerhalb welcher der Mathematikunterricht von 39 Schulklassen zum Thema „Satz des Pythagoras“ über einen Zeitraum von 13 Unterrichtsstunden begleitet wurde, wurde daher eine derart gestaltete, individuelle Leistungsrückmeldung in 25 Klassen den Schülern in so genannten „Diagnosesituationen“ mehrfach schriftlich durch den Lehrer zur Verfügung gestellt (Untersuchungsbedingungen). In weiteren 14 Klassen bekamen die Schüler eine derartige Rückmeldung hingegen nicht (Kontrollbedingung). Als zentral erscheint nun die Frage, inwieweit sich die Leistung der Schüler dieser beiden Bedingungen am Ende der Unterrichtseinheit unterscheiden bzw. inwieweit die schriftlichen Rückmeldungen einen positiven Einfluss auf die Leistungsentwicklung der Schüler haben (für eine detaillierte Darstellung zu Aussehen und Anwendung der Rückmeldungen siehe Besser & Leiss 2012)?

## **2. Auswirkung kompetenzorientierter, prozessbezogener und individueller Leistungsrückmeldung auf Leistungen von Lernenden**

Eine Untersuchung der Auswirkung der den Schülern in der Untersuchungsbedingung bereitgestellten Rückmeldungen kann – einerseits unter Kontrolle der Schülerleistungen in einem Vortest zu Beginn der Unterrichtseinheit, verstanden als „mathematische Grundbildung“, andererseits unter Rückgriff auf Schülerleistungen in einem Nachtest am Ende der Unterrichtseinheit – unterschiedlich erfolgen: (I) mit Blick auf Leistungsunterschiede zwischen Untersuchungsbedingung und Kontrollbedingung im gesamten Nachtest oder auch (II) mit Blick auf einen Einfluss der „Qualität“ der Rückmeldungen auf die Bearbeitungsqualität einzelner Aufgaben im Nachtest allein innerhalb der Gruppe der Schüler der Untersuchungsbedingung. Diese „Qualität“ der Rückmeldungen ist dabei im Folgenden stets als eine „Güte der Passung“ zwischen der Schülerleistung beim Bearbeiten einer Aufgabe sowie der zugehörigen Rückmeldung der Lehrkraft zu dieser Schülerleistung zu verstehen und ist bisher für 7 von 25 Klassen vollständig erfasst.

*(I) Leistungsunterschiede zwischen Untersuchungsbedingung und Kontrollbedingung im Nachtest (alle 39 Klassen):* Erste quantitative Analysen der Schülerleistungen zeigen – allein unter Kontrolle des Vorwissens – auf Klassenebene im Nachtest keinen Unterschied zwischen den beiden genannten Bedingungen. Dies gilt sowohl „global“ für die Leistung im Nachtest insgesamt als auch bzgl. der speziell erfassten Subdimensionen „technisches Arbeiten“ sowie „mathematisches Modellieren“.

(II) Einfluss der Qualität der Rückmeldungen auf die Bearbeitungsqualität von Aufgaben im Nachtest (7 von 25 Klassen): Analysen des Einflusses der Qualität der schriftlichen Rückmeldungen unter gleichzeitiger Berücksichtigung des Vorwissens der Lernenden zeigen auf quantitativer Ebene ebenfalls keinen Effekt im Nachtest. Aber: Bei detaillierter Betrachtung der Bearbeitungsqualität von Aufgaben aus den Diagnosesituationen, der Qualität der diesbezüglich durch die Lehrkraft an den Schüler gegebenen Rückmeldung sowie der Bearbeitungsqualität bei „Parallelaufgaben“ im Nachtest zeigen sich über die Klassen hinweg bemerkenswerte Einflüsse der Rückmeldungen auf die Bearbeitungsqualität der Lernenden – in Abbildung 1 und 2 hier nur beispielhaft und in Auszügen aufgeführt.

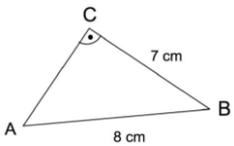
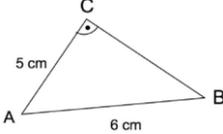
Aufgabe aus Diagnosesituation	Leherrückmeldung	Parallelaufgabe aus Nachtest
<p>Berechne die Länge von <math>b =  AC </math>.</p>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <math display="block">c^2 + a^2 = b^2</math> <math display="block">8^2 + 7^2 = b^2</math> </div> <p style="text-align: center;">...</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Du hast noch Probleme, den Satz des Pythagoras aufzustellen, wenn eine Kathetenlänge gesucht ist.</p> <p><u>Erinner dich:</u> Kathete<sup>2</sup> + Kathete<sup>2</sup> = Hypotenuse<sup>2</sup></p> </div>	<p>Berechne die Länge von <math>a =  BC </math>.</p>  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <math display="block">a^2 + 5^2 = 6^2</math> <math display="block">b^2 = 6^2 - 5^2</math> </div> <p style="text-align: center;">...</p>

Abbildung 1: Ausschnitt zur Bearbeitungsqualität einer technischen Aufgabe

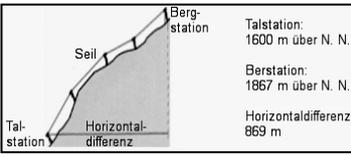
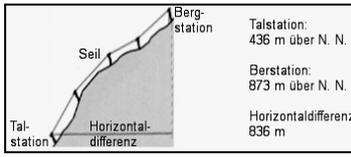
Aufgabe aus Diagnosesituation	Leherrückmeldung	Parallelaufgabe aus Nachtest
<p>Das Stahlseil der Luftseilbahn Ristis muss erneuert werden. 1 m Stahlseil kostet 8 €. Bestimme den ungefähren Preis des neuen Stahlseils.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>Seil = 909,09 m  <math>909,09 \text{ m} \cdot 8 = 7272,8</math>          Das Seil kostet 7272,8 €</p> </div> <p style="text-align: center;">...</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Du hast nur eine Seilrichtung berücksichtigt. Überlege dir: Brauchst du 1 oder 2 Seilrichtungen?</p> </div>	<p>Das Stahlseil der Luftseilbahn Bürgenstok muss erneuert werden. 1 m Stahlseil kostet 7 €. Bestimme den ungefähren Preis des neuen Stahlseils.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>Seil: 943,32 m  <math>\approx 1000 \text{ m}</math>          Annahme: 2 Seile  <math>1000 \cdot 7 \cdot 2 = 14000</math>          Das Seil kostet 14000 €.</p> </div> <p style="text-align: center;">...</p>

Abbildung 2: Ausschnitt zur Bearbeitungsqualität einer Modellierungsaufgabe

### 3. Ausblick und Diskussion

Analysen zu Auswirkungen von innerhalb einer Unterrichtsstudie im Projekt Co<sup>2</sup>CA eingesetzten schriftlichen, individuellen und prozessbezogenen Rückmeldungen zu Schülerleistungen in Diagnosesituationen deuten – auf qualitativer Ebene – auf einen positiven Effekt bzgl. der Bearbeitungsqualität von Aufgaben bei Schülern innerhalb der Untersuchungsbedingung hin. Zugleich zeigt sich jedoch auch, dass – auf rein quantitativer Ebene – allein ein Vergleich der Schülerleistungen im Nachtest zwischen Untersuchungsbedingung und Kontrollbedingung keinen Effekt des Treatments belegt. Für eine bessere Kontrolle desselben hat daher in nächsten Schritten neben der Erfassung der Qualität der Rückmeldung für alle 25 Klassen insbesondere auch eine Diskussion der Umsetzung der Rückmeldungen im Unterricht selbst sowie des Einflusses kognitiver Aktivierung im Unterricht (unter Rückgriff auf videografierte Unterrichtssequenzen) als sicherlich ebenfalls erklärungs mächtige Faktoren für das Gelingen von Unterricht und hiermit verbunden für das Erzielen von Lernfortschritten bei Schülern zu erfolgen, um die Ergebnisse besser verstehen und einordnen zu können.

### Literatur

- Besser, M., Leiss, D., Harks, B., Rakoczy, K., Klieme, E. & Blum, W. (2010): Kompetenzorientiertes Feedback im Mathematikunterricht: Entwicklung und empirische Erprobung prozessbezogener, aufgabenbasierter Rückmeldesituationen. *Empirische Pädagogik*, 24 (4), 404-432.
- Besser, M. & Leiss, D. (2012): Von der Leistung zur Lernanregung. Erfahrungen mit der formativen Beurteilung. *mathematik lehren*, 170, 41-46.
- Bürgermeister, A., Klimczak, M., Klieme, E., Rakoczy, K., Blum, W., Leiß, D., Harks, B. & Besser, M. (2011). Leistungsbeurteilung im Mathematikunterricht – Eine Darstellung des Projekts "Nutzung und Auswirkungen der Kompetenzmessung in mathematischen Lehr-Lernprozessen". In A. Fächter & K. Moegling (Hrsg). *Diagnostik und Förderung*, 28–51, Vol. 16. Immenhausen: Prolog-Verlag.
- Deci, E. L., Koestner, R. & Ryan, R. M. (1999). A Meta-Analytic Review of Experiments Examining the Effects of Extrinsic Rewards on Intrinsic Motivation. *Psychological Bulletin*, 125, 627-668.
- Harks, B., Rakoczy, K., Klieme, E., Hattie, J. & Besser, M. (2012). Indirekte und moderierte Effekte von Rückmeldung auf Leistung und Motivation. Manuskript zur Veröffentlichung eingereicht.
- Hattie, J. & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77, 81-112.
- Kluger, A. N. & DeNisi, A. (1996). The Effects of Feedback Interventions on Performance: A Historical Review, a Meta-Analysis, and a Preliminary Feedback Intervention Theory. *Psychological Bulletin*, 119, 254-284.