

Nora FELDT-CAESAR, Regina BRUDER, Darmstadt

Diagnose von Grundwissen und Grundkönnen durch ein adaptives Testverfahren

Nach wie vor stellt mathematisches Grundwissen und Grundkönnen ein zentrales Thema der fachdidaktischen Diskussion dar. Dabei geht es nicht nur um die Konzeptualisierung und Festlegung konkreter Inhalte, sondern auch um Möglichkeiten der Diagnose.

„Testzeit-Inhalt-Problematik“

Insbesondere bei Tests, die das Grundwissen und Grundkönnen mehrerer Unterrichtseinheiten oder sogar Klassenstufen diagnostizieren sollen, tritt häufig die sogenannte „Testzeit-Inhalt-Problematik“ hervor: Der Umfang der als relevant erachteten Inhalte kollidiert mit der verfügbaren Testzeit. Zunächst sind hier zwei gegensätzliche Lösungsansätze naheliegend: Das sogenannte „kumulierte Testen“ verwendet in erster Linie mehrschrittige Aufgaben, deren Bearbeitung die Verknüpfung mehrerer elementarer Inhalte und Handlungen erfordert. In diesem Fall kann eine einzelne Aufgabe das Identifizieren und Realisieren (Bruder & Brückner, 1989) verschiedener Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren umfassen. Auf diese Weise kann eine große Menge von Inhalten testzeitökonomisch abgeprüft werden. Im Falle einer falschen Antwort ist die Aussagekraft dieses Vorgehens jedoch begrenzt, da Defizite nur schwer lokalisiert werden können. Dieser Nachteil tritt besonders gravierend hervor, wenn ein digitales Testformat verwendet wird, das zunächst keinen Einblick in den Lösungsweg der Schülerinnen und Schüler gewährt. Eine andere Möglichkeit besteht im sogenannten „elementarisierten Testen“. Hier werden alle relevanten Inhalte möglichst isoliert getestet (jeweils in Kombination mit einer elementaren Handlung), um eventuelle Defizite genauer lokalisieren zu können. Diese Testvariante ist einerseits sehr testzeitintensiv, zum anderen entspricht das isolierte Abfragen einzelner Inhalte nicht der Zielstellung von Grundwissen und Grundkönnen, das im Sinne eines intelligenten Wissens durchaus auch das Verknüpfen einzelner Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten umfassen soll.

Lösungsansatz: „Elementarisierendes Testen“

Ein an das adaptive Testen, im Sinne des „branched testing“ (Kubinger, 2009), angelehntes Verfahren bietet hier einen geeigneten Lösungsansatz, der die Vorteile der beiden genannten Testvarianten zusammenbringt. In einer Hauptlinie von Testaufgaben, die jeder Schüler durchläuft, werden

In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 353–356).
Münster: WTM-Verlag

die Inhalte zunächst im Sinne der Zielformulierung von Grundwissen und Grundkönnen in verknüpfter Form getestet. Im Falle einer falschen Antwort jedoch wird der Schüler in eine Schleife geleitet, in der eine Elementarisierung der Inhalte und Handlungsanforderungen stattfindet. Eine solche Schleife kann aus einer oder auch mehreren elementarisierten Aufgaben bestehen. Anschließend wird der Schüler wieder auf die Hauptlinie zurückgeleitet und fährt mit der Bearbeitung der nächsten regulären Aufgabe fort (siehe Abb.). Die Realisierung einer derartigen Testkonstruktion kann über ein digitales Testformat oder mit Hilfe von diagnostischen Interviews erfolgen.

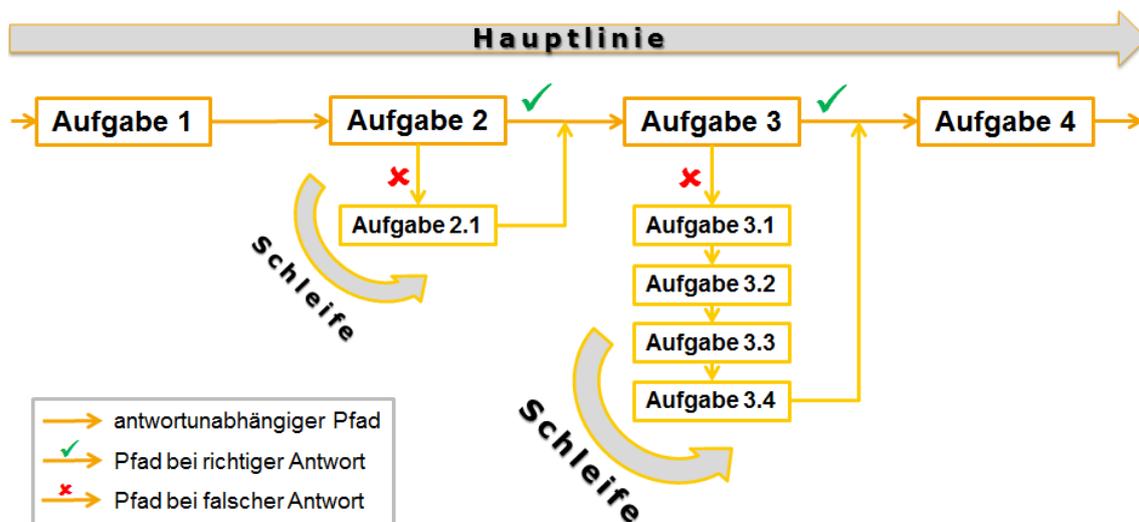


Abbildung: Beispiel von elementarisierenden Schleifen

Gezielte Diagnose von Grundwissen und Grundkönnen

Ein derart konstruiertes Testinstrument scheint insbesondere zur Diagnose von Grundwissen und Grundkönnen besonders geeignet: Grundwissen und Grundkönnen zeichnet sich durch eine hohe Verfügbarkeit aus. Die entsprechenden Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten stehen dem Schüler dauerhaft und situationsunabhängig, d.h. insbesondere ohne den Einsatz von Hilfsmitteln zur Verfügung. Durch Üben und häufiges Anwenden können Teile des Grundwissens und Grundkönnens, die sogenannten Elementarbausteine, sogar soweit verinnerlicht werden, dass sie ins Unterbewusste absinken und dadurch auch automatisiert zur Verfügung stehen. Durch dieses Absinken ins Unterbewusste findet eine kognitive Entlastung statt. Frei werdende Kapazitäten stehen dann für andere Denkprozesse zur Verfügung – beispielsweise für die Verwendung von Kenntnissen des Grundwissens und Grundkönnens, die noch nicht bis zur Automatisierung verinnerlicht wurden, oder auch für die Verknüpfung von Kenntnissen. Automatisierte Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten sind aus dem Unterbewusstsein

jederzeit wieder abrufbar. Insbesondere wenn bei ihrer Verwendung Probleme auftreten, können sie zur Überprüfung wieder ins Bewusstsein geholt werden. In einem Test, der Grundwissen und Grundkönnen diagnostizieren soll, reicht die unterbewusste Verwendung dieser Elementarbausteine völlig aus, allerdings nur so lange es keine Hinweise auf Defizite in diesem Bereich gibt.

Diese Idee liegt der Konzeption des elementarisierenden Testverfahrens zugrunde. Ein Schüler, der beispielsweise keinerlei Probleme mit einer mehrschrittigen (Hauptlinien-)Aufgabe hat, in der er den Flächeninhalt zwischen dem Graphen einer gegebenen Funktion und der x-Achse bestimmen soll, verfügt mit großer Wahrscheinlichkeit über Kenntnisse zu grundlegenden Integrationstechniken. Entsprechende Aufgaben hierzu werden daher in eine Schleife verlagert, die dem Schüler nur bei falscher Beantwortung der Hauptlinien-Aufgabe vorgelegt werden. In diesem Fall können die elementarisierten Aufgaben der Schleife sowohl dem Schüler als auch dem Lehrer Hinweise darauf geben, welche elementaren Inhalte noch nicht ausreichend verfügbar sind oder möglicherweise auch fehlerhaft automatisiert wurden und somit noch einmal gezielt wiederholt werden müssen.

Konstruktion von elementarisierenden Schleifen

Eine Inhalts- und Handlungsanalyse gibt Aufschluss darüber, welche elementaren Inhalte (Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren) und Handlungen (Identifizieren und Realisieren) in einer Hauptlinienaufgabe kombiniert werden. Hieran anknüpfend werden dann einschrittige Items entwickelt, die jeweils eine ausgewählte Inhalt-Handlung-Kombination erfordern. Die Handlungsdimension, d.h. ob es sich um eine Aufgabe handelt, in der ein Identifizieren oder ein Realisieren erforderlich ist, sollte nach Möglichkeit erhalten bleiben. Das erscheint sinnvoll, da sich diese beiden Handlungen in ihren kognitiven Anforderungen unterscheiden (Nitsch et al., 2014). Welche Inhalt-Handlung-Kombinationen in den Schleifen aufgegriffen werden, sollte sich an empirisch ermittelten, häufigen Fehlerursachen im Bereich der Elementarbausteine orientieren. Erlaubt eine Hauptlinienaufgabe mehrere Lösungswege, ist es sinnvoll, den Schüler zunächst zu fragen, welchen Lösungsweg er bearbeitet hat oder bearbeiten wollte, und die Elementarisierung dann in Abhängigkeit davon vorzunehmen. Nicht zu jeder Aufgabe eines Grundwissen- und Grundkönnentests muss notwendigerweise eine Schleife konstruiert werden. Eine Elementarisierung ist dann sinnvoll, wenn die Hauptlinienaufgabe die Verwendung von gut isolierbaren und fehleranfälligen Elementarbausteinen erfordert.

Möglichkeiten und Grenzen des elementarisierenden Testens

Durch die Verlagerung elementarer Inhalte in Schleifen können Tests zur Diagnose von Grundwissen und Grundkönnen deutlich testzeiteffektiver gestaltet werden. Damit einhergehend ermöglicht diese Art der Testkonstruktion die Integration zusätzlicher Aufgaben, die auch komplexere, d.h. mehrschrittige Handlungsanforderungen umfassen und in erster Linie ein ‚intelligentes‘, das heißt ein flexibles und anwendungsbereites Grundwissen und Grundkönnen fokussieren.

Zudem bieten elementarisierende Schleifen die Möglichkeit, Defizite im Bereich der Elementarbausteine aufzuklären. Inwieweit die Ursache für den Fehler in der Hauptlinienaufgabe vollständig aufgedeckt werden kann, hängt dabei von den durch die Schleife abgedeckten Inhalten ab. Die Verwendung von elementarisierenden Schleifen garantiert somit keine vollständige Fehleraufklärung. Sie kann aber durchaus Hinweise darauf geben, dass notwendige Bedingungen für die Bewältigung komplexerer Gesamthandlungen nicht gegeben sind und diese genau lokalisieren. Hierdurch kann unmittelbarer Förderungsbedarf aufgedeckt werden.

Ausblick

Ein entsprechendes Testinstrument wurde für den Bereich der Differential- und Integralrechnung entwickelt und wird derzeit – auch mit unterschiedlichen Varianten der Schleifenkonstruktion – erprobt. Hierbei sollen zum einen unterrichtspraktische Fragen geklärt werden. Von besonderem Interesse sind dabei Abweichungen in den individuellen Bearbeitungszeiten, da die Schülerinnen und Schüler im Testverlauf unterschiedliche Aufgabensequenzen durchlaufen. Zum anderen soll evaluiert werden, wie sowohl Lernende als auch Lehrkräfte den diagnostischen Mehrwert dieses Testverfahrens einschätzen. Ebenso steht eine empirische Validierung der theoretischen Handlungs- und Inhaltsanalysen anhand einer Interviewstudie noch aus. Auch die Fehleranfälligkeit einzelner elementarer Inhalte und Handlungen soll hierbei untersucht werden. Langfristig ist die direkte Verknüpfung des Testinstruments mit gezielten Fördermaterialien geplant.

Literatur

- Bruder, R. & Brückner, A. (1989). Zur Beschreibung von Schülertätigkeiten im Mathematikunterricht – ein allgemeiner Ansatz. *Pädagogische Forschung*, 30, 72-82.
- Kubinger, K. D. (2009). *Psychologische Diagnostik, Theorie und Praxis psychologischen Diagnostizierens*. Göttingen: Hogrefe.
- Nitsch, R., Fredebohm, A., Bruder, R., Kelava, T., Naccarella, D., Leuders, T. & Wirtz, M. (2014). Students' Competencies in working with Functions in Secondary Mathematics Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*.