

Marcel SCHAUB, Regina BRUDER, Darmstadt

## **Qualitätskriterien für diagnostische Tests im Übergang Schule - Hochschule**

In fast allen Fachhochschulen und Universitäten werden Mathematik-Vorkurse am Übergang von der Schule zur Hochschule eingesetzt. Neben dem Nutzen für die Evaluation eines solchen Vorkurses sind diagnostische Elemente in Form von geeigneten Tests von besonderer Bedeutung bei der Erfassung von Grundwissen und -können für eine Individualdiagnostik der Studienanfänger.

### **Anforderungen an diagnostische Tests im Übergangsbereich Schule - Hochschule**

Für jeden (diagnostischen) Test ist ein ökonomisches Design wünschenswert (vgl. Moosbrugger & Kelava, 2012, S.21).

Durch die hohen Teilnehmerzahlen der meisten Vorkurse ist ein online-Test mit automatisch auswertbaren Items sinnvoll. Dies schränkt die Wahl der Itemformate zwar ein, andernfalls wäre aber der Korrekturaufwand enorm und kaum in kurzer Zeit zu bewältigen.

Des Weiteren sollte der Zeitaufwand für die Studierenden angemessen sein. Da im Übergang Schule – Hochschule eine große Breite des benötigten Grundwissens und –könnens vorliegen sollte (vgl. auch cooperation Schule-Hochschule, 2014), müssen bei der Inhaltsbestimmung diagnostischer Tests Schwerpunkte gesetzt werden.

Neben der Inhaltsbestimmung stellt auch die Entwicklung eines geeigneten Kompetenzstrukturmodells eine große Herausforderung dar. Ein erster möglicher Ansatz im VEMINT-Projekt wird von Fischer (2014) beschrieben. Er unterscheidet u.a. rechnerisch-technische Fähigkeiten und mathematisches Verständnis (vgl. Fischer, 2014, S.66), deren Verhältnis auch als offene Fragestellung bei Pinkernell und Greefrath (2011, S. 109) dargelegt wird.

Nach der Festlegung von Inhalten und Kompetenzen müssen entsprechende Items konstruiert werden, die zudem valide und reliabel sind (vgl. Moosbrugger & Kelava, 2012, S. 11 ff.). Da eine Einschränkung der verwendbaren Itemformate vorliegt, ist es besonders schwierig diese Kriterien zu erfüllen. Damit das Potenzial eines Tests zur individuellen Diagnose auch genutzt werden kann, ist ein adäquates automatisch - generiertes Feedback nötig, das Hinweise zum Weiterlernen gibt.

## Ausgangslage Itemkonstruktion

Die Qualität eines Testitems, die durch ein gut gewähltes Itemformat erlangt werden kann, wird anhand des Lernziels „Wurzelgleichungen lösen können“ beispielhaft erläutert. Die nötigen Teilschritte, die für dieses Lernziel erwartet werden, sind Quadrieren, die Gleichung auflösen und die erhaltenen Lösungen zur Probe erneut in die Gleichung einsetzen.

In Abbildung 1 ist eine entsprechende Aufgabe als Single Choice-Format dargestellt. Der Nachteil dieses Formats ist die hohe Ratewahrscheinlichkeit von 25%. Außerdem kann bei der geringen Anzahl von Distraktoren so lange jede Antwortmöglichkeit in die Gleichung eingesetzt werden, bis die richtige Antwort erhalten wird und somit das eigentliche Lernziel nicht getestet wird. Die Aufgabe ist nicht valide.

Für welches  $x \in \mathbb{R}$  gilt die folgende Gleichung:  $\sqrt{34 - 2x} = 5 - x$

Kreuzen Sie die richtige Lösung an:

- 2       -1       0       1

**Abbildung 1:** Aufgabe im Single-Choice-Format „1 aus 4“

Für welches  $x \in \mathbb{R}$  gilt die folgende Gleichung:  $\sqrt{34 - 2x} = 5 - x$

Geben Sie hier Ihre Lösung an: \_\_\_\_\_

**Abbildung 2:** Aufgabe im offenen Aufgabenformat mit Vorgabe einer richtigen Lösung

Die Darstellung als Kurzaufsatz-Antwort (siehe Abbildung 2) ermöglicht den Einsatz der Aufgabe ohne diese Nachteile, dennoch sind Hinweise auf die Lösung notwendig. Wenn die Anzahl der Lösungen nicht sofort erkennbar ist, zeigt das offene Kurzaufsatz-Antwort-Format Schwächen. In Abbildung 2 wird die Anzahl mit einer richtigen Antwort vorgegeben, was den Prozess der Aufgabenlösung beeinflussen kann. Mehr Antwortfelder als korrekte Lösungen anzubieten ist irreführend in der Eingabe und je nach verwendeter Software umständlich auszuwerten.

**Aufgabe 4 (Aart3)**

Für welche  $x \in \mathbb{R}$  gilt die folgende Gleichung:  $\sqrt{34 - 2x} = 5 - x$

Kreuzen Sie **alle** Lösungen an, die zu einer wahren Aussage führen. Antwort:

-10    -9    -8    -7    -6    -5

-4    -3    -2    -1    0    1

2    3    4    5    6    7

8    9    10

**Abbildung 3:** Aufgabe im Multiple-Response-Format

Mit dem Multiple-Response-Format, wie es in Abbildung 3 verwendet wurde, können die Nachteile der vorherigen Formate vermieden werden.

Die Anzahl der korrekten Antworten ist nicht vorgegeben und anhand der Distraktoren nicht zu vermuten, zudem ist durch die hohe Anzahl an Distraktoren das Einsetzen aller Antwortmöglichkeiten unökonomisch geworden. Auch die Ratewahrscheinlichkeit wird geringer.

Analysen der aufgetretenen Fehler im Rahmen des VEMINT-Projekts im letzten Wintersemester ließen vermuten, dass einige Testpersonen statt der Lösungsmenge der Gleichung nur den Definitionsbereich des Wurzelterms berechnet haben. Außerdem lassen sich psychologische Effekte, basierend auf Testerfahrung, nicht ausschließen.

Es zeigt sich also, dass das Multiple-Response-Format, wenn es sich sinnvoll konstruieren lässt, Vorteile gegenüber dem Single-Choice-Format hat. Außerdem hat sich gezeigt, dass bei der Distraktorenentwicklung alle Begriffe, Zusammenhänge und Verfahren, die in der Aufgabe eine Rolle spielen, berücksichtigt werden sollten. Diese stehen aber nicht für sich alleine, sondern im direkten Zusammenhang mit den getätigten Schülerhandlungen.

### **Schülerhandlungen und Itemformate**

Zur Beschreibung von Schülerhandlungen wird das Modell von Bruder und Brückner (1989) herangezogen. Sie unterscheiden in den Elementarhandlungen (im Original „elementare Aneignungshandlungen“) das Identifizieren und Realisieren. Unter **Identifizieren** verstehen sie dabei die „[...]Feststellung von Übereinstimmung oder Nichtübereinstimmung auf der Grundlage eines den jeweiligen Abbildungsmerkmalen entsprechenden Idealisierens der gegebenen Objektsituation“ (Bruder & Brückner, 1989, S. 79). Das **Realisieren** beschreibt das „Transferieren, Konkretisieren oder Spezialisieren eines vorgegebenen (bzw. identifizierten) Handlungsgegenstandes [...]“ (Bruder & Brückner, 1989 S. 79 f.)

Als Beispiel wird der Darstellungswechsel vom Funktionsterm zum Graphen herangezogen. Wird die dazugehörige Aufgabe offen gestellt (Skizzieren Sie den Graphen...), dann wird das Realisieren des konkreten Graphen gefordert. Zuvor ist jedoch ein gedankliches Identifizieren der Funktionseigenschaften notwendig, um das Realisieren durchführen zu können. Wird die Aufgabe hingegen als Multiple-Choice-Format mit gegebenen Graphen formuliert, dann genügt es, den richtigen Graphen anhand seiner Eigenschaften zu identifizieren ohne jede Realisierungshandlung. Dieses Beispiel zeigt, dass die Itemformate die Schülerhandlungen deutlich beeinflussen können.

Nitsch (in press) hat empirisch gezeigt, dass bei Multiple-Choice-Formaten zu Darstellungswechseln im Bereich linearer und quadratischer Funktionen

nur Identifizieren benötigt wird, wohingegen Realisieren eine andere Anforderungsstruktur besitzt. Ein Ansatz von Winter (2011) zeigt, dass durch MC-Formate auch Realisieren gefordert werden kann. Durch zeitversetztes Einblenden von Itemstamm und Antwortformat (vgl. Winter, 2011, S. 85) muss die Aufgabe wie eine offene Aufgabe gelöst werden, sodass die Realisierungshandlung bei diesen Multiple-Choice-Formaten erforderlich ist.

### **Resultierende Forschungsfragen**

Die bisherigen Überlegungen führen zu folgenden Forschungsfragen, die in der geplanten Promotion bearbeitet werden sollen:

1. Lässt sich das Ergebnis von Nitsch für weitere Inhaltsbereiche bestätigen?
2. Lässt sich Realisieren als von anderen Handlungen unterscheidbare Anforderungsstruktur empirisch bestätigen?
3. Welche Zusammenhänge gibt es zwischen weiteren Itemformaten und Elementarhandlungen?

### **Literatur**

- Bruder, R. & Brückner, A. (1989). Zur Beschreibung von Schülertätigkeiten im Mathematikunterricht, *30* (6), 72–82.
- cooperation Schule-Hochschule. (2014). *Mindestanforderungskatalog Mathematik (Version 2.0). der Hochschulen Baden-Württembergs für ein Studium von WIMINT-Fächern.*
- Fischer, P. R. (2014). *Mathematische Vorkurse im Blended-Learning-Format. Konstruktion, Implementation und wissenschaftliche Evaluation* (Studien zur Hochschuldidaktik und zum Lehren und Lernen mit digitalen Medien in der Mathematik und in der Statistik). Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Moosbrugger, H. & Kelava, A. (2012). *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion. Mit 66 Abbildung und 41 Tabellen* (Springer-Lehrbuch, 2., aktual. und überarb. Aufl.). Berlin: Springer.
- Nitsch, R. (in press). *Diagnose von Lernschwierigkeiten im Bereich funktionaler Zusammenhänge*, TU Darmstadt. Darmstadt.
- Pinkernell, G. & Greefrath, G. (2011). Mathematisches Grundwissen an der Schnittstelle Schule-Hochschule. *MNU*, *64* (2), 109–113.
- Winter, K. (2011). *Entwicklung von Item-Distraktoren mit diagnostischem Potential zur individuellen Defizit- und Fehleranalyse*. Münster: WTM, Verl. für Wiss. Texte und Medien.