

Entwicklung eines Tests für eine webbasierte Testplattform zur Erfassung mathematischer Basiskenntnisse in der beruflichen Bildung

1. Einführung

Qualifizierte Mitarbeiter werden für Betriebe in Zukunft die wichtigste Ressource im internationalen Wettbewerb sein. Trotzdem weisen viele Interessierte an Meisterlehrgängen vor Lehrgangsbeginn starke Defizite im Bereich der Schulmathematik auf, obwohl mathematische Grundkenntnisse unverzichtbare Voraussetzungen in allen Bereichen der Meisterqualifizierung sind. Das vom BMBF geförderte Projekt Mathe-Meister hat für verschiedene Berufsfelder internetbasierte Tests entwickelt, mit deren Hilfe sich Interessenten an Meisterlehrgängen effizient prüfen können, ob sie die benötigten Basiskenntnisse in Mathematik besitzen.

Die Entwicklung der Tests verlief in mehreren Phasen. Diese Phasen können durch Arbeitspakete und darin erarbeitete Meilensteine wiedergegeben werden. Abbildung 1 stellt den Entwicklungsprozess schematisch dar. Im Folgenden werden die einzelnen Entwicklungsphasen näher erläutert und durch zugehörige Resultate veranschaulicht.

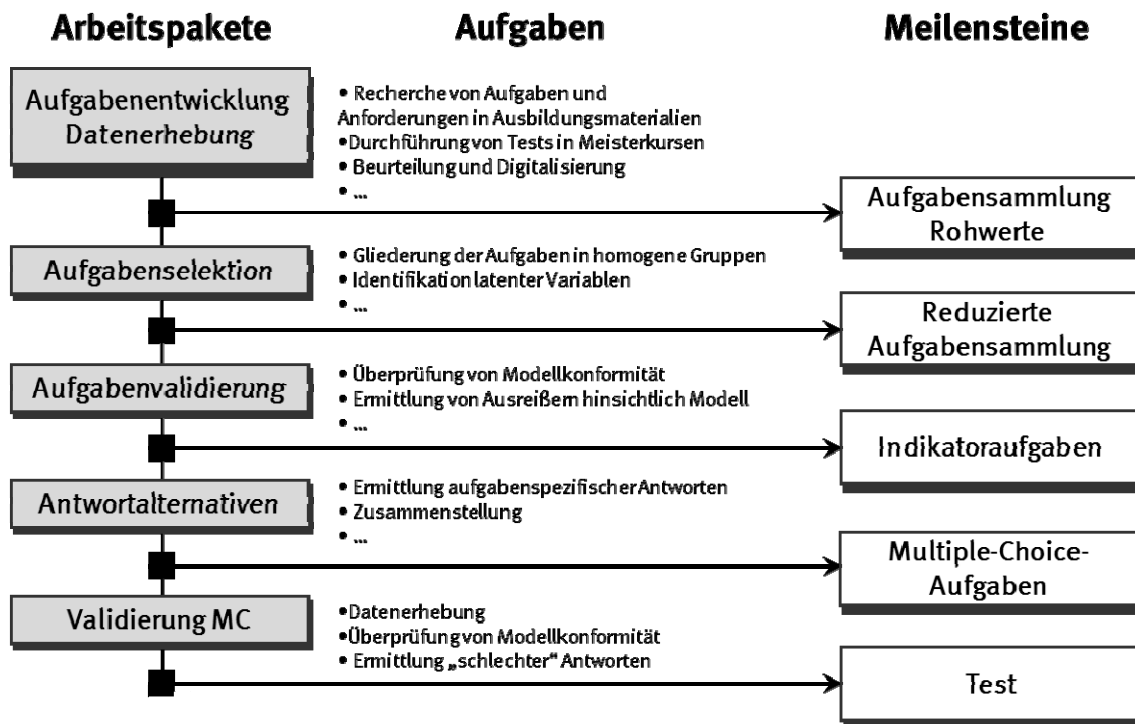


Abbildung 1: Phasen-Meilensteindiagramm zur Testentwicklung

2. Aufgabenentwicklung und Datenerhebung

Ausbildungsgänge mit dem Ziel eines Industrie- bzw. Handwerksmeisters sind in verschiedene Lernfelder gegliedert, die zum einen fachspezifische und zum anderen betriebswirtschaftliche Inhalte umfassen. In diesen Lernfeldern werden an vielen Stellen mathematische Methoden verwendet, die den Teilnehmern bereits in der Schule und der Ausbildung vermittelt wurden; sie werden daher von Ausbildern in der Regel vorausgesetzt.

Um die mathematischen Anforderungen zu Beginn eines Meisterkurses zu ermitteln, mussten die dazugehörigen Lehrinhalte untersucht werden. Hierzu wurden Rahmenlehrpläne und Lehrwerke untersucht. Die gewonnenen Daten wurden anschließend durch Interviews mit Ausbildern sowie eine breiter angelegte Online-Umfrage validiert [vgl. Podlogar 2010].

Im Rahmen der Analysen ist eine Sammlung von 228 Items entwickelt worden, die sich den Oberthemen Arithmetik, Algebra, Geometrie, Bruchrechnung sowie Dreisatz und Prozentrechnung zuordnen lassen. Um die Eignung der einzelnen Items zu überprüfen, wurden Testdatensätze von insgesamt 454 Meisterschülern erhoben. Mithilfe der gewonnenen Daten konnten anschließend mithilfe einer Faktorenanalyse Gruppen ähnlich bearbeiteter Aufgaben identifiziert werden. Beispiele für solche Aufgaben-Gruppen sind Aufgaben zum „Umrechnen von Einheiten“ als Teilbereich der Arithmetik oder Aufgaben zu „linearen Gleichungen“ als Teilbereich der Algebra. Es hat sich bei der Auswertung insbesondere gezeigt, dass sich die statistisch ermittelten Gruppen auch inhaltlich begründen ließen [vgl. Podlogar 2010]. Aus diesen Gruppen wurden schließlich diejenigen Aufgaben als Indikatoraufgaben ausgewählt, die einen statistisch besonders großen Zusammenhang mit der gesamten Gruppe aufwiesen. Die Aufgaben wurden danach den ursprünglichen Oberthemen zugeordnet und hinsichtlich des Rasch-Modells überprüft [vgl. Podlogar 2010]. Eine Übersicht über die Oberthemen und die Anzahl der zugehörigen Indikatoraufgaben liefert Tabelle 1.

Tabelle 1: Übersicht Indikatoraufgaben

	Indikatoraufgaben				
Oberthemen	Arithmetik	Algebra	Geometrie	Bruchrechnung	Dreisatz &Prozente
Itemanzahl	8	11	10	6	10

3. Entwicklung von Multiple-Choice-Items

Die Online-Testplattform soll Nutzern eine individuelle Rückmeldung zu Defiziten und Fehlern geben. Die Basis zu diesen Rückmeldungen liefert die Analyse der durchgeführten Papiertests, vgl. Abschnitt 2. Hier wurden die relevantesten Fehlertypen ermittelt und in Form von Fehleranalysetexten dokumentiert. Damit die Online-Testplattform die Fehler und die Fehleranalysetexte einander zuordnen kann, bedarf es eines geeigneten Antwortformats. Aufgaben mit offenem Aufgabenformat sind hierfür ungeeignet, da neben den typischen Fehlern auch andere Fehler auftreten können, zu denen keine Analyse existiert. Zudem können Antworten syntaktisch anders eingegeben werden, als dies zu erwarten ist; die Software ist dann unter Umständen nicht in der Lage, eine passende Zuordnung zu treffen.

Im Rahmen des Projekts wurde daher das Multiple-Choice-Format für die Online-Plattform ausgewählt (vgl. Abb. 2). Dieses Format ist leicht handhabbar und weit verbreitet, so dass die technische Barriere für Nutzer klein bleibt. Um die Antwortalternativen zu bestimmen, wurden die vollständigen Rechenwege der ersten Erhebungsphase erfasst und untersucht. Für die Indikatoraufgaben konnten so die typischen korrekten und fehlerhaften Antwortalternativen erzeugt werden [vgl. Stein et al. 2010].

Aufgabe 1
Rechnen mit Einheiten

Berechnen Sie folgende Aufgabe:
 $6 \cdot 4,312\text{m} =$

Bitte wählen Sie jetzt Ihre Antwort aus:

(a) 25,86 m (f) 25,872 m
(b) 26,52 m (g) 25,87 m
(c) 25,872 (h) Ich kenne die Antwort nicht.
(d) 24,312 m (i) Meine Lösung ist nicht dabei.
(e) 24 m

Abbildung 2: Multiple-Choice-Aufgabe in Mathe-Meister

4. Validierung der Multiple-Choice-Items

Mit der Änderung des Antwortformats haben sich auch die Items als solche geändert, weshalb erneut die Modellgüte der Aufgabenblöcke bzgl. des Rasch-Modells überprüft werden musste [vgl. Rost 2004]. Hierzu fand erneut eine Datenerhebung in der Zielgruppe mit insgesamt 155 Teilnehmern

statt. Das Vorgehen zur Überprüfung des Rasch-Modells war analog zur Vorgehensweise bei der ersten Erhebungsphase [vgl. Podlogar 2010]. Die Analyse ergab, dass die Aufgabenblöcke auch nach der Formatänderung dem Rasch-Modell genügen.

Zum Abschluss wurden die einzelnen Antwortalternativen näher untersucht. Hierzu wurde überprüft, welche Leistungen Personen, die eine Antwort auswählten, durchschnittlich im jeweiligen Oberthema sowie im Gesamttest aufwiesen (vgl. Tabelle 2). Mit dieser Methode würden sich tückische falsche Antworten identifizieren lassen, die z. B. von mehrheitlich guten Teilnehmern ausgewählt worden wären. Die Analyse hat bei allen Items bestätigt, dass keine tückischen Antwortalternativen vorliegen. Dieses Resultat bestätigt die positiven Trennschärfen, die im Rahmen der Rasch-Analyse auftraten. Tückische Antworten hätten dort zu schlechten Trennschärfen führen müssen [vgl. Rost 2004].

Tabelle 2: Beispiel zur Validierung der Antwortalternativen

Berechnen Sie folgende Aufgabe : $6 \cdot 4,312\text{m} =$								
	25,86 m	26,52 m	25,872	24,312 m	24 m	25,872 m	25,87 m	unbekannt/ nicht dabei
Gegebene Antworten in %	5	6	23	3	1	54	0	9
Durchschnittliche Arithmetikleistung (von 8)	5,33	4,7	5,14	4,5	2,5	6,65	-	4,14
Durchschnittliche Gesamtleistung (von 45)	25,38	25,67	27,4	24,6	27	29,51	-	22,89

5. Fazit

In der vorliegenden Arbeit wurde das Vorgehen zur Entwicklung onlinebasierter Multiple-Choice-Tests vorgestellt. Die entwickelten Tests werden in Zukunft auf der Internetplattform <http://mathe-meister.de> dazu eingesetzt, angehenden Teilnehmern von Meisterkursen ein Feedback darüber zu geben, ob Sie die mathematischen Voraussetzungen für einen Meisterkurs erfüllen.

Literatur

- Podlogar, H. (2010). Das Projekt Mathe-Meister: Entwicklung eines effizienten Tests zur Erfassung mathematischer Basisanforderungen verschiedener. In Lindmeier, A. & Ufer, St. (Hrsg.): *Beiträge zum Mathematikunterricht 2010*. Münster: WTM-Verlag.
- Rost, J. (2004). *Lehrbuch Testtheorie - Testkonstruktion*. Göttingen: Verlag Huber.
- Stein, M.; Winter, K.; Jordan, R.; Podlogar, H. (2010). Das Projekt Mathe-Meister: Stand der Dinge. In Lindmeier, A. & Ufer, St. (Hrsg.): *Beiträge zum Mathematikunterricht 2010*. Münster: WTM-Verlag.