

Christoph NEUGEBAUER, Kathrin WINTER, Münster

## **Fehleranalysen bei Studienanfängern als Basis zur individuellen Förderung in Mathematik**

An der WWU Münster werden neue Studieneingangstests entwickelt, die mathematische Anforderungen bestimmter Studiengänge an konkreten Aufgabenbeispielen thematisieren und Studieninteressierten die Möglichkeit bieten, ihre eigenen Kompetenzen hinsichtlich dieser Anforderungen zu überprüfen (vgl. Neugebauer 2013). Diese online zur Verfügung gestellten Self-Assessments bieten durch eine fundierte diagnostische Aufbereitung sofortige detaillierte und individuelle Rückmeldungen zu den Kompetenzen der sich testenden Person. So bilden sie eine auf die Studieninteressen, die persönlichen Kompetenzen und die jeweiligen Anforderungen eines Studiengangs angepasste Grundlage für die eigene Förderung inklusive konkreter Hinweise zu Lehr- und Lernangeboten. In diesem Beitrag werden die grundsätzlichen Ideen und erste Ergebnisse zum Einsatz fehleranalytischer Methoden bei der Entwicklung von Itemdistraktoren mit diagnostischem Potential exemplarisch zu verdeutlichen.

### **Ausgangssituation und Intentionen**

Seit Jahren werden regelmäßig statistische Berechnungen zur Entwicklung der Schwund- und Abbrecherquoten an deutschen Hochschulen veröffentlicht. Dabei ist der HIS-HF-Studienabbruchuntersuchung 2012 (Heublein et al. 2013) zu entnehmen, dass die Studienabbruchquote in Bachelorstudiengängen an Universitäten für die Fächergruppe Mathematik/Naturwissenschaften bei 39 % liegt. Betrachtet man die Fächergruppe aufgeschlüsselt nach einzelnen Fächern, so belegt die Mathematik mit 55 % sogar den vorersten Platz. Dieter berichtet in ihrer Dissertation (2012) sogar von einer Quote bis zu 80 % für mathematikhaltige Studiengänge. Als Bedingungsfaktoren für einen Studienabbruch sind dabei sowohl äußere (schulische Vorbereitung, Studienbedingung, finanzielle Situation etc.) als auch innere (psychische/physische Stabilität, Leistungsfähigkeit, Motivation etc.) Faktoren zu berücksichtigen (vgl. u. a. Dieter 2012).

Speziell der Studienbeginn in der Mathematikausbildung bedeutet eine Umstellung in verschiedenen Bereichen. So ist bezogen auf die prozessbezogenen Kompetenzen ein Sprung in den Anforderungen an das deduktive Denken zu beobachten. Bezüglich der kognitiven Kompetenzen müssen viele in der Schule vermittelte Vorstellungen einem konzeptionellen Wandel unterzogen werden. Zusätzlich kommt es zu einer starken Verdichtung der Inhalte (vgl. u. a. Dieter 2012).

In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 851–854).  
Münster: WTM-Verlag

Zur frühzeitigen Erkennung und Behebung dieser Übergangsproblematik können Studieneingangstest mittels webbasierter Self-Assessments helfen. Eine Hauptproblematik der bestehenden Online-Self-Assessments stellt allerdings die Ausführlichkeit der Analyse der Testergebnisse dar, die in der Rückmeldung der Tests angeboten werden. So wird in den meisten Tests nur eine Gesamtlösungsquote ermittelt und/oder eine Übersicht der falsch und richtig gelösten Aufgaben angezeigt. Vereinzelt wird zusätzlich noch eine Musterlösung mitgeliefert anhand der dann im besten Fall eventuell gemachte Fehler selbst erkannt werden können. Es erfolgt in bestehenden Studieneingangstests kein individuelles diagnostisch fundiertes Feedback, das eine detaillierte Auskunft über die vorhandenen oder defizitären Kompetenzen der Testperson liefert. (vgl. Sauer 2013; Winter 2013)

Bei der Entwicklung der Studieneingangstest an der WWU Münster stehen diese Aspekte besonders im Vordergrund. Besondere Aspekte der entstehenden Self-Assessments sind:

- Zusammenstellung der Testitems je nach Studiengangsanforderungen der jeweiligen Hochschule differenziert
- Testitems und Testdesign diagnostisch aufbereitet (vgl. Winter 2011)
- Individuelle Auswertung und Rückmeldung der Testergebnisse:
  - Differenzierung nach Testitems und mathematischen Themengebieten
  - Fehleranalytische Analysen der eigenen Lösungen
  - Konkrete Hinweise für geeignete Fördermaßnahmen (bspw. Literatur und anderes Fördermaterial, Vorkurse etc.)

Die Tests übernehmen somit eine Diagnose- und Informationsfunktion für Studieninteressierte, so dass individuelle Schwächen einerseits frühzeitig entdeckt und andererseits durch konkrete Hinweise für geeignete Fördermaßnahmen rechtzeitig behoben werden können.

### **Entwicklung eines diagnostisch fundierten Self-Assessments**

Im Rahmen der Entwicklung eines Basis-Self-Assessments, welches später für einzelne Studiengangsanforderungen variiert werden kann, kommen verschiedene Methoden im Sinne eines Mixed-Method-Designs zum Tragen. Über Inhaltsanalysen, rationale und empirische Aufgabenanalysen oder Interviews, die sowohl qualitative als auch quantitative Methoden vereinbaren lassen, werden Testinhalte, Items und Distraktoren entwickelt, die in einem zyklischen Verfahren mehrfach verschiedene Analyseverfahren durchlaufen. Die unterschiedlichen Erhebungs- und Analyseverfahren und deren Ergebnisse wirken wechselseitig über die verschiedenen Entwicklungsphasen aufeinander ein und sind spiralig aufgebaut (vgl. hierzu auch Winter 2011). Zur technischen Umsetzung und als Testplattform dient aktuell das Angebot von mathe-meister.de ([www.mathe-meister.de](http://www.mathe-meister.de)).

## **Fehleranalysen als Basis für diagnostische Rückmeldungen**

Die Rückmeldungen der Testergebnisse werden differenziert in mehreren Stufen erfolgen. Für einen ersten Überblick werden neben der allgemeinen Rückmeldung - wie in den anderen Tests - in einer Defizitanalyse die unterschiedlichen mathematischen Themenbereiche getrennt dargestellt werden, so dass die themenbezogene Aufgabenbearbeitung ersichtlich wird. Symbolisch wird dies durch eine zusammenfassende Ergebnisampel unterstützt. Es folgt eine nach Items differenzierte Auswertung im Sinne einer Fehleranalyse. Hier wird neben der Beschreibung der Items und einer weiteren Aufschlüsselung des Items hinsichtlich der getesteten Kompetenzen/mathematischen Themengebiete die selbst gewählte Lösung diagnostisch erklärt. In einer weiteren Übersicht werden anschließend abgestimmt auf die individuellen Testergebnisse und die Studieninteressen (Studiengang, potentieller Hochschulstandort etc.) konkrete Hinweise zu Fördermaßnahmen gegeben.

Die erste Pretestphase des Projektes startete zu Beginn des Wintersemesters 2013/2014 mit 173 Lehramtsstudierenden mit dem Fach Mathematik für Grund-, Haupt-, Real- und Gesamtschulen sowie Gymnasien und 1-Fach-Bachelor Studierende der Mathematik. Die Teilnahme war freiwillig. Der Test bestand aus insgesamt 42 Items aus den Bereichen der Bruchrechnung mit Variablen, Gleichungen mit Parametern, Syllogismen, Prozentrechnung und Algebra. Die Lösungsquoten der einzelnen Aufgabenbereiche lagen zwischen 30 % und 78 %. Im Mittel wurden 52 % der Aufgaben richtig gelöst.

Als Grundlage für das diagnostische Potential wurde zuvor für jedes Testitem eine Fehleranalyse über verschiedene Verfahren durchgeführt. Idealtypische korrekte und fehlerhafte Lösungen wurden in Form möglichst kurzer und diagnostisch aussagekräftiger Distraktoren dargestellt. Die Ergebnisse der ersten Pretestphase wiederum fließen ein in weitere fehleranalytische Untersuchungen, um letztlich zum einen eine für die Zielgruppe idealtypische Menge und zum anderen möglichst genaue Interpretationen für die Formulierung der wahrscheinlichsten Fehlerursachen zu erhalten.

Die Analyse der Probandendaten der ersten Pretestphase sowie die Ergebnisse weiterer fehleranalytischer Untersuchungen zeigen, dass die Ausprägungen typischer Fehler in einem Kompetenzbereich vielfältig sind. Bereits in einem Item (Aufgabe: Lösen Sie nach  $x$  auf. Kürzen Sie das Ergebnis so weit wie möglich:  $x^2 - k^2 = x - k$ ) wurden bspw. zwei typische fehlerhafte Lösungen von ~16 % bzw. ~5 % der Probanden gewählt, 4 % gaben an, dass sie die Lösung nicht kennen und ~5 %, dass ihre Lösung nicht dabei ist. Knapp 40 % der Probanden bearbeiteten die Aufgabe nicht vollständig

und kreuzten als Ergebnis  $x = x^2 - k^2 - k$  an. Es zeigte sich in Interviews mit einigen Studierenden, dass es allein für die Wahl dieser Antwortoption unterschiedliche Gründe geben kann, die nun verifiziert werden, um daraus hilfreiche diagnostische Rückmeldungen zu formulieren oder eventuell die Teststruktur für insbesondere solche Distraktoren nochmals zu überprüfen.

### **Zwischenfazit und Ausblick**

Die Ergebnisse der ersten Pretestphase haben gezeigt, dass die Defizite der Studierenden häufig in grundlegenden mathematischen Bereichen liegen. Insbesondere die ersichtliche Verbindung zum Studium und die Aufschlüsselung relevanter mathematischer Themenbereiche führten bei den Studierenden zu positiven Rückmeldungen. Die individuellen Förderempfehlungen unterscheiden die an der WWU entwickelten Self-Assessments von den meisten bereits existierenden (Studieneingangs-)tests.

In nächster Zeit werden Distraktoren zu weiteren Aufgabenbereichen entwickelt werden. Die dazu erforderlichen zusätzlichen Erhebungen und Fehleranalysen können im Rahmen von Masterarbeiten von Studierenden übernommen werden. Eine Korrelation zu den Klausurergebnissen im Bereich Lineare Algebra I und Analysis I erfolgt ebenfalls in Kürze. Hintergrund dieser Korrelation ist das Ziel, mit Hilfe des Self-Assessments eine Prognose zum weiteren Studienerfolg geben zu können. Die Erweiterung des Self-Assessments über den Studiengang des Lehramtes Mathematik hinaus sowie eine Vertiefung der Kompetenzanalysen für einzelne Studiengänge verschiedener Hochschulen ist das Ziel dieses Projekts.

### **Literatur**

- Dieter, M. (2012): Studienabbruch und Studienfachwechsel in der Mathematik: Quantitative Bezifferung und empirische Untersuchung von Bedingungsfaktoren. Dissertation, Universität Duisburg-Essen.
- Heublein, U., Richter, J., Schmelzer, R., Sommer, D. (2013): Die Entwicklung der Schwund und Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen, Statistische Berechnungen auf der Basis des Absolventenjahrgangs 2010, HIS: Forum Hochschule.
- Neugebauer, C. (2013): Online -Test zum Self-Assessment im Themenfeld "Studierfähigkeit in Mathematik": Zur Entwicklung von Multiple-Choice-Items. In: Hoppenbrock et al. (Hrsg.): khdm-Report 13-01, Kassel.
- Sauer, K.; Winter, K. (2013) in: Stein, M. (Hrsg.): Mathematik Online. Studien zu mathematischen Self-Assessment-Tests und Übungsplattformen im Internet. Münster.
- Winter, K. (2011): Entwicklung von Item-Distraktoren mit diagnostischem Potential zur individuellen Defizit- und Fehleranalyse: Didaktische Überlegungen, empirische Untersuchungen und konzeptionelle Entwicklung für ein internetbasiertes Mathematik-Self-Assessment. WTM-Verlag, Münster.