

Alexander ROPPELT, Berlin

## **Messung heterogener mathematikbezogener Lerngelegenheiten im Hochschulstudium**

Lerngelegenheiten, bzw. das englische Pendant *opportunity to learn* (OTL), sind ein zentraler Begriff in vielen Bereichen der Bildungsforschung (im Überblick: Kurz, 2011; Stevens & Grymes, 1993). Sie lassen sich definieren als „contexts in which children are asked to engage in activities that promote skill development“ (Byrnes & Wasik, 2009, S. 173).

Bei der Beschreibung schulischer Lerngelegenheiten werden häufig drei Aspekte unterschieden (z. B. Leighton, Mullens, Turnbull, Weiner & Williams, 1995): Inhalte des Curriculums, Unterrichtsstrategien und Unterrichtsressourcen. Im Anschluss an Carroll (1963) lässt sich als zusätzlich relevanter Aspekt noch die Zeit ergänzen (vgl. das Modell von Kurz, 2011). Vergleicht man diese Aspekte hinsichtlich ihrer Wirkung auf die Leistungsentwicklung, so erweisen sich Inhalt und Zeit als am einflussreichsten (Elliott, 2015; Porter, 2002). Bei der Erfassung von Lerngelegenheiten haben sich – neben indirekten Maßen wie Kursniveau, Schulart u. ä. – Fragebögen als sehr geeignetes Instrument erwiesen, um die Quantität von Lerngelegenheiten zu beschreiben, weniger für deren Qualität (Porter, 2002).

### **Zielstellung**

Lerngelegenheiten wurden bislang vor allem im Bereich der Schule thematisiert. Mit der vorliegenden Studie soll die Perspektive auf die mathematikbezogenen Lerngelegenheiten im Hochschulstudium erweitert werden. Hierfür wurden Instrumente entwickelt, mit denen mathematikbezogene Lerngelegenheiten über das ganze Spektrum an Studiengängen hinweg in effizienter Weise erfasst und gemessen werden können. Für die Validität dieser Instrumente werden empirische Belege vorgestellt. Die Lerngelegenheiten werden dabei wegen ihrer großen Heterogenität nicht in allen Aspekten erfasst. Vielmehr zielen die hier vorgestellten Instrumente lediglich darauf ab, interindividuelle Unterschiede in der Quantität der Lerngelegenheiten abzubilden.

### **Methode**

Die vorliegende Studie ist an eine große Längsschnittstudie angeschlossen, die den Übergang vom Ende der gymnasialen Oberstufe ins Berufsleben untersucht (TOSCA-Studie; Köller, Watermann, Trautwein & Lüdtke, 2004). Die Basiserhebung (T1) umfasste eine breit angelegte Testung einer

repräsentativen Stichprobe von 4730 Abiturientinnen und Abiturienten aus Baden-Württemberg. Für die vorliegende Studie unterzog sich eine Teilstichprobe von 382 Studierenden aller Fachrichtungen fünf Jahre nach dem Abitur (T2) wiederum einem Mathematiktest (s. a. Roppelt, 2009). Die mathematikbezogenen Lerngelegenheiten im Studium wurden mit zwei Instrumenten zu T2 erfasst: (1) Selbstberichteter Mathematikanteil im Studiengang auf einer Skala von 0 (keine Mathematik im Studium) bis 4 (überwiegender Teil des Studiums besteht aus Mathematik), wobei typische Studienfächer als Anker für die Kategorien vorgegeben waren. (2) Differenzierte Skalen nach im Studium behandelten mathematischen Stoffgebieten. Dabei wurde ein Zugang über mathematische Inhaltsbereiche gewählt. Denn deren Breite spiegelt neben der Inhaltsfacette auch die Zeit und – zu einem gewissen Grad – auch die Tiefe der Auseinandersetzung mit Mathematik im Studium wieder. Für ein Gesamtmaß an Lerngelegenheiten im Studium wurden hoch korrelierte Stoffgebiete summativ zu einer Skala zusammengefasst. Diese umfasste 20 Items zu den Bereichen Analysis, Algebra (auch lineare), Zahlentheorie sowie Geometrie und wies eine sehr hohe interne Konsistenz auf ( $\alpha = .95$ ). Abbildung 1 zeigt Beispielitems aus dem Bereich Analysis. Mathematikkompetenz wurde mit dem *Advanced Mathematics Test* aus der TIMS-Studie gemessen, einem internationalen Test, der sich am Curriculum voruniversitärer Kurse am Ende der Sekundarstufe II orientiert (vgl. Baumert, Bos & Lehmann, 2000). Darüber hinaus kam ein Fragebogen mit zahlreichen weiteren Fragen (u. a. zum math. Selbstkonzept) zum Einsatz.

<b>Wie oft wurden die folgenden Gebiete der Mathematik im Laufe Ihres bisherigen Studiums benötigt, behandelt oder angewandt?</b>			
	Nie	Selten	Häufig
8. Funktionen („ $f(x)=x^2$ , $g(x)=\exp(x)$ , $h(x)=-\frac{1}{3}x+1$ “) .....	a	a	a
9. Differentialrechnung mit einer Veränderlichen („ $f'(x)$ “).....	a	a	a
10. Differentialrechnung mit mehreren Veränderlichen („ $\partial f/\partial y(x,y,z)$ “) .....	a	a	a
⋮		⋮	
14. Funktionentheorie (Analysis komplexer Funktionen, Residuensatz, Holomorphie) .....	a	a	a

**Abbildung 1** Beispielitems zu den Lerngelegenheiten im Studium im Bereich Analysis

## **Ergebnisse**

Der selbstberichtete Mathematikanteil im Studium (Skala von 0 bis 4)

- deckt sich bzgl. seiner Verteilung mit den Erwartungen, die sich aus den jeweiligen Studienfächern ergeben (konvergente Validität);
- differenziert unterschiedliche Entwicklungen mathematischer Kompetenz (prognostische Validität)
- korreliert auch innerhalb jedes Studienfaches noch positiv mit mathematischer Kompetenz (inkrementelle Validität).

Die Skala der Lerngelegenheiten nach Stoffgebieten ist hoch korreliert mit dem selbstberichteten Mathematikanteil im Studium und es gelten i. W. die eben genannten Validitätsindizien. In der Vorhersage mathematischer Kompetenz leistet die Skala darüber hinaus jedoch einen substanziellen eigenen Beitrag zur Varianzaufklärung. Weiterhin erwiesen sich in einer Kommonalitätsanalyse (Nimon, Lewis, Kane & Haynes, 2008) beide Maße bzgl. der Vorhersage von mathematischer Kompetenz als klar distinkt vom mathematischen Selbstkonzept.

## **Zusammenfassung und Diskussion**

Die vorliegende Studie zeigt, dass ein einzelnes 5-stufiges Item für eine grobe Abschätzung der globalen mathematikbezogenen Lerngelegenheiten im Hochschulstudium genügt. Die Skala auf Basis der mathematischen Inhaltsgebiete im Studium bietet ein noch genaueres Maß. Obwohl die vorgestellten Instrumente primär auf den Fall vielfältiger Studiengänge abzielen, könnte insbesondere die inhaltsbezogene Skala auch in Studien nützlich sein, in denen die untersuchte Population vergleichsweise homogen bezüglich ihrer Lerngelegenheiten ist, wie z. B. bei verschiedenen ingenieurwissenschaftlichen oder Lehramtsstudiengängen. Sollten Aspekte der Qualität der Lerngelegenheiten für die untersuchte Fragestellung von Bedeutung sein, müssten diese jedoch auf anderen Wegen erfasst werden. Weiterhin werden Lerngelegenheiten im Bereich der Stochastik zwar erfasst, wegen ihrer Sonderrolle im Hochschulstudium wurden sie jedoch nicht in die Skala einbezogen. Ihre Rolle ist noch gesondert zu untersuchen. Offen bleibt der messtheoretische Status von Lerngelegenheiten. Zwar liefert diese Studie einige Belege für die Validität der Skala, die hier pragmatisch und im Einklang mit dem Vorgehen in der Literatur summativ gebildet wurde, ein theoriegeleitetes Messmodell fehlt jedoch. Tatsächlich ist in fundamentaler Weise unklar, wie ein solches aussehen sollte. Denn in die klassische Unterscheidung von reflexiven und formativen latenten Variablen nach Bollen und Lennox (1991) lassen sich die Lerngelegenheiten nicht einordnen, da sie Eigenschaften beider Variablentypen besitzen. Offen bleibt deshalb

auch, mit welchen Kriterien man die Güte von Lerngelegenheitenskalen empirisch überprüfen sollte (etwa bzgl. Dimensionalität) und wie Messfehler für solche Skalen zu bestimmen sind.

## Literatur

- Baumert, J., Bos, W. & Lehmann, R. (Hrsg.). (2000). TIMSS/III. Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie. Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn. 2. Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe. Opladen: Leske u. Budrich.
- Bollen, K. & Lennox, R. (1991). Conventional wisdom on measurement: A structural equation perspective. *Psychological Bulletin*, 110 (2), 305–314.
- Byrnes, J.P. & Wasik, B.A. (2009). Factors predictive of mathematics achievement in kindergarten, first and third grades: An opportunity-propensity analysis. *Contemporary Educational Psychology*, 34 (2), 167–183.  
doi:10.1016/j.cedpsych.2009.01.002
- Carroll, J.B. (1963). A model of school learning. *Teachers College Record*, 64 (8), 723–733.
- Elliott, S.N. (2015). Measuring Opportunity to Learn and Achievement Growth: Key Research Issues With Implications for the Effective Education of All Students. *Remedial & Special Education*, 36 (1), 58–64. doi:10.1177/0741932514551282
- Köller, O., Watermann, R., Trautwein, U. & Lüdtke, O. (2004). Wege zur Hochschulreife in Baden-Württemberg. TOSCA - Eine Untersuchung an allgemein bildenden und beruflichen Gymnasien. Opladen: Leske u. Budrich.
- Kurz, A. (2011). Access to What Should Be Taught and Will Be Tested: Students' Opportunity to Learn the Intended Curriculum. In S.N. Elliott, R.J. Kettler, P.A. Beddow & A. Kurz (Hrsg.), *Handbook of Accessible Achievement Tests for All Students* (S. 99–129).
- Leighton, M.S., Mullens, J.E., Turnbull, B., Weiner, L.K. & Williams, A.S. (1995). Measuring Instruction, Curriculum Content, and Instructional Resources: The Status of Recent Work. ( No. ED418115). Washington, DC.: Policy Studies Associates, Inc. Zugriff am 30.1.2015. Verfügbar unter:  
<http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED418115.pdf>
- Nimon, K., Lewis, M., Kane, R. & Haynes, R.M. (2008). An R package to compute commonality coefficients in the multiple regression case: An introduction to the package and a practical example. *Behavior Research Methods*, 40 (2), 457–466.
- Porter, A.C. (2002). Measuring the Content of Instruction: Uses in Research and Practice. *Educational Researcher*, 31 (7), 3–14.
- Roppelt, A. (2009). Mathematische Grundkompetenzen von Studierenden. In A. Heinze & M. Grüßing (Hrsg.), *Mathematiklernen vom Kindergarten bis zum Studium - Kontinuität und Kohärenz als Herausforderung für den Mathematikunterricht* (S. 235–244). Münster: Waxmann.
- Stevens, F.I. & Grymes, J. (1993). Opportunity To Learn: Issues of Equity for Poor and Minority Students. ( No. NCES-93-232). Washington, DC, US: National Center for Education Statistics. Zugriff am 11.6.2015. Verfügbar unter:  
<http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED356306.pdf>