

Frank FEUDEL, Berlin & Alexander UNGER, Berlin

## **Wie verwenden Studierende optionale vorlesungsbegleitende digitale Tests zur Förderung von Konzeptverständnis?**

Digitale vorlesungsbegleitende Tests und computer-based assessment haben viele Potentiale (Charmann, 1999). Wie Tests mit Papier und Stift können sie z. B. Studierenden helfen, Verständnislücken aufzudecken, oder sie zu einer kontinuierlichen und aktiven Auseinandersetzung mit den Kursinhalten motivieren. Zusätzlich ermöglichen digitale Tests eine automatisierte Korrektur und damit die Bereitstellung individuellen Feedbacks direkt nach der Testabgabe sowie eine Flexibilität in Bezug auf den Bearbeitungszeitpunkt. Sie können außerdem auch in digitalen oder hybriden Kursen eingesetzt werden, wie sie unlängst wegen der Covid-19 Pandemie erforderlich wurden.

Inwieweit diese Potentiale tatsächlich ausgeschöpft werden, hängt aber davon ab, wie Studierende solche Tests tatsächlich nutzen, was bisher wenig untersucht ist. Vorhandene Studien dazu im Bereich der Mathematik deuten an, dass Studierende solche Tests hauptsächlich zur Wiederholung, zur Perfektionierung von Rechenfertigkeiten oder für eine finale Selbstprüfung kurz vor einer externen Prüfung nutzen (Hannah et al., 2016; Lowe, 2015), wobei die in diesen Studien verwendeten Testfragen auch auf das Üben prozeduraler Fertigkeiten abzielten. Wir haben nun im Rahmen einer Vorlesung zur Algebra/Zahlentheorie untersucht, wie Studierende optionale digitale Tests nutzen, die eine Förderung von Konzeptverständnis intendieren. Die Ergebnisse zeigen empirisch Potentiale solcher Tests, und liefern Empfehlungen für deren zukünftigen Einsatz in der Lehre – auch nach Covid-19 Pandemie.

### **Äußerer Rahmen der Studie und Beschreibung der Tests**

Die Studie fand im Kurs „Algebra/Zahlentheorie“ für Studierende des gymnasialen Lehramts an der Humboldt-Universität zu Berlin im digitalen Sommersemester 2020 statt. Der Kurs umfasste vier Themenbereiche: 1) Natürliche Zahlen und Teilbarkeit, 2) Grundbegriffe der Gruppentheorie und die Konstruktion der ganzen Zahlen, 3) Grundbegriffe der Ringtheorie und die Konstruktion der rationalen Zahlen sowie 4) die Konstruktion der reellen Zahlen. Er bestand aus zwei wöchentlichen Vorlesungen und einer Übung. Zusätzlich wurde jede Woche ein optionaler Moodle-Test zur Förderung von Konzeptverständnis implementiert, der mittwochs nach der zweiten wöchentlichen Vorlesung freigeschaltet wurde und bis Sonntagnacht abgegeben werden konnte. Die Tests waren sogenannte Concept-Tests (Mazur, 2017), d. h. Tests mit Fragen, die verschiedene Fehlvorstellungen zu den im Kurs behandelten Konzepten ansprechen sollten. Diese wurden von den Autoren

mit Hilfe didaktischer Literatur (z. B. Dubinsky et al., 1994) bei Konzepten der Gruppentheorie) und auf der Basis ihrer Lehrerfahrung entwickelt.

Jeder Test bestand aus fünf Blöcken mit je 6 wahr/falsch-Aussagen zu den in der Woche behandelten Konzepten (Beispiel zu Restklassen siehe Abbildung 1). Nach der Testabgabe erhielten die Studierenden unmittelbar ein automatisches Feedback zur Richtigkeit der gegebenen Antworten. Außerdem enthielt das Feedback Begründungen, weshalb die jeweiligen Aussagen richtig oder falsch waren. Nach Semesterende konnten die Studierenden die Tests noch einmal zur Klausurvorbereitung durchführen.

Es sei $n \in \mathbb{N}$ . Beurteilen Sie, ob die folgenden Aussagen über Elemente von $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$ zutreffen oder nicht.	
1) Die Elemente von $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$ sind die Zahlen $0, 1, \dots, n - 1$ .	<input type="checkbox"/> wahr <input type="checkbox"/> falsch
2) Die Elemente von $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$ sind Mengen der Form $\{k + l \cdot n \mid l \in \mathbb{Z}\}$ .	<input type="checkbox"/> wahr <input type="checkbox"/> falsch
3) Die Elemente von $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$ sind Mengen, die von den möglichen Resten bei der Division mit Rest durch $n$ repräsentiert werden können.	<input type="checkbox"/> wahr <input type="checkbox"/> falsch
4) Die Elemente von $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$ können von den Zahlen $-n, -(n - 1), \dots, -1$ repräsentiert werden.	<input type="checkbox"/> wahr <input type="checkbox"/> falsch
5) Die Elemente von $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$ können von den Zahlen $-\frac{n}{2}, -\frac{n}{2} + 1, \dots, 0, \dots, \frac{n}{2} - 1, \frac{n}{2}$ repräsentiert werden.	<input type="checkbox"/> wahr <input type="checkbox"/> falsch
6) Die Elemente von $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$ können durch beliebige $n$ aufeinanderfolgende ganze Zahlen repräsentiert werden.	<input type="checkbox"/> wahr <input type="checkbox"/> falsch

**Abb. 1:** Beispiel eines Frageblocks der wöchentlichen Tests

### Methodisches Vorgehen zur Ermittlung der Nutzungsweisen der Tests

Zur Beantwortung der Frage, wie die Studierenden die Tests genutzt haben, haben wir zunächst auf Basis der Moodle-Daten die Anzahl der Testabgaben sowie die Bearbeitungszeiten vom ersten Zugriff bis zur Testabgabe ermittelt. Zusätzlich haben wir am Ende des Semesters eine qualitative Befragung durchgeführt, mit deren Hilfe wir herausfinden wollten, wie die Studierenden die Tests strategisch genutzt haben. Diese bestand aus folgenden offenen Fragen, die verschiedene Facetten der Nutzung ansprechen sollten:

*Beschreiben Sie, wie Sie die wöchentlichen Concept-Tests in Ihr Selbststudium der Vorlesungsinhalte eingebunden haben.*

*Inwiefern sind Sie bei der Bearbeitung eher intuitiv vorgegangen, und in welchem Maße haben Sie sich Begründungen überlegt?*

*In welchem Maße haben Sie die Concept-Tests allein oder gemeinsam mit Kommiliton\*innen vorbereitet, bearbeitet oder nachträglich besprochen?*

*Beschreiben Sie kurz, wie Sie nach einem Concept-Test mit den jeweiligen Ergebnissen umgegangen sind.*

Zusätzlich wurde erfragt, inwieweit die Tests als Hilfe empfunden wurden.

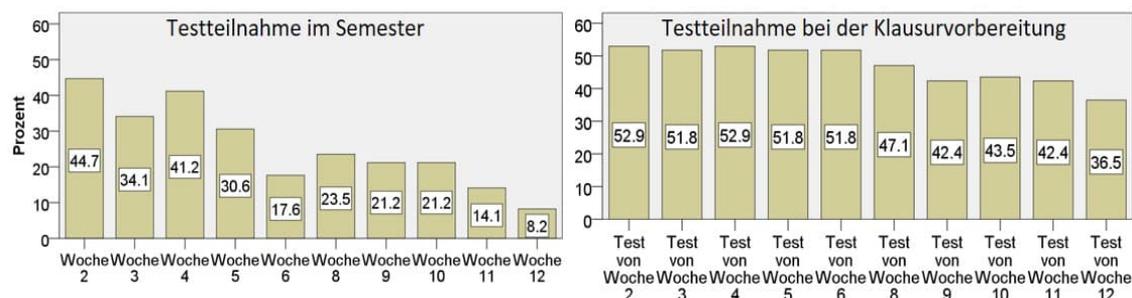
Von den 85 Kursteilnehmenden haben 20 die offenen Fragen ausführlich beantwortet. Um herauszufinden, wie diese die Tests nun strategisch zum Lernen genutzt haben, haben wir die einzelnen Antworttexte mit Hilfe der qualitativen Inhaltsanalyse kategorisiert, wobei die Kategorien die folgenden Lernstrategien nach Pintrich et al. (1993) waren:

- Kognitive Lernstrategien (Wiederholungsstrategien, Vertiefungsstrategien, Organisationsstrategien, Kritisches Denken)
- Metakognitive Strategien (Planung, Überwachung, Regulation)
- Ressourcenbezogene Strategien (Zeitmanagement, Management der Studienumgebung, Anstrengung, Suche nach Hilfe, Lernen mit anderen)

Auf Basis der Daten haben wir dabei spezifiziert, durch welche Aktivitäten die einzelnen Strategien bei der Nutzung der Tests sichtbar wurden. Dabei konnte eine Antwort auch mehreren Strategien zugeordnet werden.

### Ausgewählte Ergebnisse

*Quantitative Ergebnisse:* Der Anteil der Teilnahme bei den einzelnen Tests ist in Abbildung 2 dargestellt. Dieser nahm während des Semesters stark ab (linke Graphik), wie es auch in anderen Studien dokumentiert ist, z. B. in Lowe (2015). Anders sah es in der Klausurvorbereitungsphase nach dem Semester aus (rechte Graphik in Abbildung 2). Dort zerfiel die Population dann im Wesentlichen in diejenigen, die die Tests gar nicht nutzten (42.4%) und diejenigen, die fast alle Tests nutzten (41.2% gaben 8 Tests und mehr ab).



**Abb. 2:** Testteilnahme in den einzelnen Wochen ( $n = 85$ )

Bei den Bearbeitungszeiten der Tests war während des Semesters hingegen kein kontinuierlicher Abfall erkennbar. Diese waren eher themenabhängig, und waren bei erfahrungsgemäß schwierigeren Themen höher.

*Qualitative Ergebnisse:* Die qualitative Befragung zeigte, dass die Studierenden die Tests nicht bloß zur Wiederholung oder zur Festigung nutzten. Sie dienten auch der vertieften Auseinandersetzung mit den Inhalten, wie folgendes Zitat auf die Frage, inwieweit die Tests eine Hilfe waren, zeigt:

„Schon stark, gerade so Kleinigkeiten wie ‚sind es Mengen von Elementen oder Elemente, Paare natürlicher Zahlen oder ganzer Zahlen etc.‘ hat man sich dadurch noch mal bewusst gemacht.“

Inbesondere gaben 14 der 20 Probanden der Befragung an, dass sie versuchten, ihre Antworten zu begründen, obwohl das nicht verlangt war. Manchmal unterließen sie dies jedoch, z. B. wenn eine Frage als schwer oder der Zeitbedarf für das Finden einer Begründung als hoch empfunden wurde. Daher sollten die Fragen solcher Tests nicht zu schwer oder zu aufwendig sein.

Weiterhin wurden die Tests genutzt, um das zukünftige Lernen zu planen:

„Ich habe sie einmal gemacht ganz am Anfang, um zu sehen welche Themen ich mehr lernen musste.“

Daher sollten solche Tests nicht erst zum Abschluss der Behandlung eines Themas zur Verfügung gestellt werden.

Außerdem zeigte die Befragung, dass einige Studierende die Tests trotz der Covid-19 Pandemie nicht alleine bearbeiteten, und den Austausch über die Fragen/Antworten als positiv für den Erwerb von Verständnis hervorhoben, weil sich dadurch z. B. weitere Fragen und Überlegungen ergaben. Daher erscheint für die Zukunft die Implementation von Phasen des Austauschs über die Fragen/Antworten solcher Tests in die Präsenzlehre als sinnvoll.

Insgesamt zeigte die Befragung, dass unsere Probanden die Tests auf vielfältige Weise nutzten, insbesondere auch zum Erwerb von Verständnis. Weitere Detailergebnisse befinden sich in Feudel & Unger (eingereicht).

## Literatur

- Charman, D. (1999). Issues and Impacts of using computer-based assessment (CBAs) for formative assessment. In S. Brown, P. Race, & J. Bull (Eds.), *Computer-assisted assessment in higher education* (pp. 85–93). Kogan Page.
- Dubinsky, E., Dautermann, J., Leron, U. & Zazkis, R. (1994). On learning fundamental concepts of group theory. *Educational studies in Mathematics*, 27(3), 267–305.
- Feudel, F. & Unger A. (eingereicht). Students' strategic usage of formative quizzes in an undergraduate course in abstract algebra. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*.
- Hannah, J., James, A. & Williams, P. (2014). Does computer-aided formative assessment improve learning outcomes? *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 45(2), 269–281.
- Lowe, T. W. (2015). Online quizzes for distance learning of mathematics. *Teaching Mathematics and its Applications*, 34(3), 138–148.
- Mazur, E. (2017). *Peer Instruction*. Springer.
- Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T. & McKeachie, W. J. (1993). Reliability and Predictive Validity of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (Mslq). *Educational and Psychological Measurement*, 53(3), 801–813.