

Wirkungsevaluation von mathematikpropädeutischen Maßnahmen in den Wirtschaftswissenschaften

Stefan Büchele und Rainer Voßkamp

1 Einleitung

Im Rahmen des Qualitätspakts Lehre (QPL) wurden am Fachbereich Wirtschaftswissenschaften der Universität Kassel seit 2013 verschiedene Maßnahmen zur Förderung mathematischer Kenntnisse von Studienanfängerinnen und -anfängern implementiert und durchgeführt. Dazu zählen u. a. mathematische Vorkurse, Brückenkurse, eine offene Lehrumgebung und Kurztests. Obwohl solche Maßnahmen mittlerweile vielfach zum Standardprogramm eines mathematikaffinen Studiengangs gehören, sind Wirkungsevaluationen kaum vorhanden.

Im Rahmen des QPL-Teilprojekts „QPL-Maßnahmen im Bereich der Mathematik-Propädeutik – Ergebnisse und Perspektiven: Optimierung von Transfer und Nachhaltigkeit der Angebote im Fachbereich Wirtschaftswissenschaften“ werden die konkreten Angebote am Fachbereich Wirtschaftswissenschaften der Universität Kassel evaluiert. Mit Hilfe von Daten, welche in einem jährlich (jedes Wintersemester) stattfindenden Eingangstest und einem unregelmäßig durchgeführten Zwischentest erhoben wurden, war es uns möglich, eine kurz- und mittelfristige Wirkungsevaluation der Maßnahmen durchzuführen. Insgesamt können wir auf soziale, bildungsbiographische und pädagogisch-psychologische Variablen sowie Testergebnisse von bis zu 3.200 Studierenden (Eingangstest) und bis zu 1.200 Studierenden (Zwischentest) zurückgreifen. Dies erlaubt uns eine vollumfängliche und reliable Evaluation unserer Mathematik-propädeutischen Angebote.

2 Ausgangssituation

Die schulmathematischen Kenntnisse (im Weiteren als SMK bezeichnet) von Studienanfängerinnen und -anfängern werden deutschlandweit und fachübergreifend als unzureichend eingestuft (Bausch et al. 2014; Hoppenbrock et al. 2016). Zudem kämpfen allen voran Fachhochschulen – aber auch immer mehr Universitäten – mit einer zunehmend heterogenen Studierendenschaft. In diesem Kontext ist vor allem die Gruppe der Studierenden mit Fachhochschulreife (oder ähnlichem Abschluss – im Weiteren als FHR bezeichnet) von Studierenden mit allgemeiner Hochschulreife (im Weiteren als AHR bezeichnet) abzugrenzen, da diese zu Studienbeginn im Durchschnitt deutlich schlechtere SMK vorweisen. (Laging und Voßkamp 2017).

Um diesem Problem entgegenzutreten und Studienanfängerinnen und -anfänger mit unzureichenden mathematischen Grundlagen den Einstieg in das Studium und die Partizipation an mathematikaffinen Lehrveranstaltungen zu erleichtern, wurden an Hochschulen im Laufe der letzten Dekaden Mathematik-propädeutische Maßnahmen (z. B. Vor- und Brückenkurse, betreute Lernumgebungen, (online) Self-Assessments) implementiert.

Die Implementierung dieser Interventionsmaßnahmen erfolgte jedoch häufig ad-hoc. Es existieren zwar ausreichend theoretische Konzeptionen zu Interventionsmaßnahmen in der Studieneingangsphase (Bausch et al. 2014; Hoppenbrock et al. 2016), jedoch basieren diese meistens auf „Best-Practice“-Beispielen. Evaluationsstudien und empirische Evidenz, gerade in Bezug auf die (kausale) Wirksamkeit der propädeutischen Angebote, sind – zumindest für den deutschsprachigen Raum – kaum vorhanden.

Auch konkrete Projekte (z. B. WiGeMath, MamdiM, StuFo), die sich solchen Fragestellungen widmeten, konnten bislang nur wenig zur Schließung dieser Forschungslücke beitragen. Schlussendlich werden die durchgeführten Maßnahmen zwar theoretisch und didaktisch begründet, jedoch sind ihre kurz- und vor allem mittelfristigen Wirkungsweisen eher unklar.

3 Datengrundlage

Die in diesem Beitrag durchgeführten Untersuchungen beruhen auf einer breiten Grundlage an Daten, die durch das Fachgebiet Quantitative Methoden / VWL am Fachbereich Wirtschaftswissenschaften der Universität Kassel im Laufe der letzten Jahre erhoben wurden. Durch standardisierte Eingangs- und Zwischentests, die seit dem Wintersemester 2012 regelmäßig durchgeführt werden, konnten die SMK von Studienanfängerinnen und -anfängern sowie zahlreiche weitere Variablen erhoben werden. Die Erhebung der Daten erfolgte dabei vollständig anonym.

3.1 Erhebungsinstrumente

Der Eingangstest findet zu Beginn jedes Wintersemesters in der ersten Vorlesung der Veranstaltung „Mathematik für Wirtschaftswissenschaften I“ statt. Er besteht aus 30 Fragen, welche mathematische Themenbereiche der Sekundarstufen I und II abdecken (u. a. Brüche, Rechengesetzte, Funktionen, Differentialrechnung). Jedes Jahr nehmen ca. 400 Studierende am Test und an einer angegliederten Befragung teil, sodass der Großteil der Studienanfängerinnen und -anfänger erfasst wird. Mit der am Eingangstest verknüpften Befragung wird eine Vielzahl an sozioökonomischen, sozialen und bildungsbiographischen Variablen sowie pädagogisch-psychologischen Skalen erhoben. Diese umfassen u. a. Informationen zur Art des Schulabschlusses (FHR oder AHR), zu Schul- und Abschlussnoten, zum Geschlecht und zur mathematischen Selbsteinschätzung der Studierenden. Eine vollständige und genauere Darstellung der Variablen und Skalen findet sich bei Laging und Voßkamp (2017).

Neben dem Eingangstest wird zur Mitte ausgewählter Semester (in der neunten oder zehnten Semesterwoche) ein hinsichtlich des Inhalts und des Anforderungsniveaus vergleichbarer Zwischentest angeboten. Dieser findet auch in der Veranstaltung „Mathematik für Wirtschaftswissenschaften I“ statt. Allerdings werden dann nur noch ca. 150 bis 200 Studierende pro Semester erreicht. Mit dem Zwischentest werden die Studierenden nochmals gebeten einen Fragebogen zu beantworten. Dieser umfasst zusätzliche Fragen zu weiteren pädagogisch-psychologischen Skalen (z. B. Anstrengung und Autonomiegefühl während des Semesters) sowie Fragen zur Teilnahme an den Angeboten des Fachgebiets zur Veranstaltung Mathematik I (u. a. Anwesenheit in Vorlesungen, in Tutorien, im Brückenkurs und im MatheTreff). Eine vollständige Darstellung findet sich wiederum bei Laging und Voßkamp (2017).

3.2 Untersuchte Kursformate

Dieser Beitrag fokussiert sich auf den Vorkurs sowie den Brückenkurs und somit auf lediglich zwei der Angebote, die am Fachbereich Wirtschaftswissenschaften der Universität Kassel im Kontext der Mathematikpropädeutik angeboten werden.

Der Vorkurs findet als zweiwöchige Blockveranstaltung vor dem Beginn des Wintersemesters statt. Die vierstündige Vorlesung wird dabei zusätzlich von zweistündigen Tutorien begleitet. Die vermittelten Kursinhalte haben einen starken Bezug zur Schulmathematik und sind auf den Grundlagen der Sekundarstufe I und II aufgebaut (Rechnen mit Zahlen und Brüchen, Terme, Gleichungen, Funktionen, Differential- und Integral-

rechnung). Ziele des Vorkurses sind (neben der Auffrischung schulmathematischen Wissens und dem Ausgleich schulmathematischer Defizite) die Entwicklung einer realistischen Selbsteinschätzung der Mathematikkenntnisse sowie das Kennenlernen von Kommilitoninnen und Kommilitonen und des „Systems Universität“.

Neben dem Vorkurs wird ein semesterbegleitender Brückenkurs angeboten. Dieser richtet sich organisatorisch, zeitlich und inhaltlich – soweit möglich – an der Hauptvorlesung „Mathematik für Wirtschaftswissenschaften I“ aus. Dies führt dazu, dass Studierende ihre fehlenden Kenntnisse „just in time“ aufarbeiten können. Das übergeordnete Ziel des Brückenkurses ist die gezielte Aufarbeitung von fehlenden mathematischen Grundlagen, um der Hauptvorlesung lückenlos folgen zu können. Zielgruppe des Brückenkurses sind demnach vor allem Studierende mit mathematischen Defiziten und Problemen.

Neben den hier vorgestellten Maßnahmen werden am Fachbereich noch zwei weitere Formate angeboten. Studierende können an einer offenen Lernumgebung (MatheTreff) teilnehmen oder fakultative online Kurztests mit semi-individuellem Feedback lösen. Evaluationen dazu finden sich in Büchele und Voßkamp (2020).

4 Evaluationsdesign und Ergebnisse

4.1 Determinanten der Teilnahme

Um eine vollständige Evaluation der Angebote vornehmen zu können, wird in diesem Abschnitt auf die Determinanten der Teilnahme am Vor- bzw. Brückenkurs eingegangen, bevor in den nachfolgenden Abschnitten die Wirkung dieser Angebote genauer erläutert wird.

Grundsätzlich fehlt es an empirischer Evidenz, wenn es um die Teilnahme der Studierenden an Mathematikpropädeutischen Angeboten geht. Einerseits ist die Zielgruppe solcher Angebote, die eher leistungsschwächere Studienanfängerinnen und -anfänger umfasst, zwar gut beschrieben, andererseits ist gerade im Rahmen fakultativen Angebote unklar, ob leistungsschwächere Studierende diese Angebote auch nutzen.

Tabelle 1: Determinanten der Teilnahme am Vor- und Brückenkurs (logistische Regressionen)¹

Variablen	Vorkurs	Brückenkurs
Geschlecht (weiblich=1, männlich=0)	,487***	-,297
Studiengang (Wiwi=1; andere=0)	,319**	-,173
Schulabschluss (AHR=1, FHR=0)	,194*	-,365
„Bildungslücke“	,046*	,086*
Abschlussnote	-,237**	,606**
Mathematikängstlichkeit (1=niedrig; 5=hoch)	,100**	,276**
Nutzen von Mathematik (1=niedrig; 5=hoch)	,223***	,083
Mathematisches Selbstkonzept (1=niedrig; 5=hoch)	-,212**	-,340*
Punktzahl Eingangstest		-,079*
Anzahl (N)	2.600	798

Zur Klärung der Frage wurden zwei logistische Regressionen durchgeführt. Tabelle 1 stellt die wesentlichen Ergebnisse zur Teilnahme am Vor- bzw. Brückenkurs dar. Für den Vorkurs zeigt sich, dass sich stärker weibliche Studierende, Studierende des Studiengangs „Wirtschaftswissenschaften“ und Studierende mit AHR für eine Teilnahme am Vorkurs entscheiden. Auch Studierende mit größerer „Bildungslücke“ (Zeit zwischen Schulabschluss und Studienbeginn) und niedrigerer (also besserer) Abschlussnote nehmen eher am Vorkurs teil.

¹ ***p<0,001 **p<0,01 *p<0,05

Diese Ergebnisse sind durchaus überraschend, denn zusammengefasst sind somit leistungsstärkere Studierende (AHR und bessere Abschlussnote) im Vorkurs überproportional vertreten. Bei den pädagogisch-psychologischen Skalen ergeben sich erwartbare Ergebnisse. Studierende mit höherer Mathematikängstlichkeit und Studierende, die Mathematik einen höheren Nutzen zuschreiben, nehmen eher teil, während Studierende mit stark ausgeprägtem Selbstkonzept dem Vorkurs eher fernbleiben.

Während im Vorkurs leistungsstärkere Studierende überproportional vertreten sind, ist dies beim Brückenkurs nicht der Fall. Zum einen zeigt sich, dass eine niedrige Eingangstestpunktzahl (niedrige SMK) mit der Teilnahme am Brückenkurs korreliert. Zum anderen nehmen am Brückenkurs hauptsächlich Studierende teil, die eine hohe (und damit schlechtere) Schulabschlussnote erreicht haben. Zusammengefasst sind im Brückenkurs die leistungsschwächeren Studierenden – wie auch erwünscht – überproportional vertreten.

4.2 Wirkungsevaluation des Vorkurses

Für die Wirkungsevaluation des angebotenen Vorkurses werden getrennt voneinander kurz- und mittelfristige Effekte berechnet. Die kurzfristigen Effekte beziehen sich hierbei auf das Eingangstestergebnis, während für die mittelfristigen Effekte das Zwischentestergebnis von Relevanz ist. Die Analysen finden unter Berücksichtigung von zahlreichen Kontrollvariablen und aufwendigen quasi-experimentellen Designs (Differenzen-in-Differenzen-Ansatz, Propensity Score Matching) statt. Eine genaue Darstellung des Untersuchungsdesigns und der Ergebnisse findet sich in Büchele (2020a, 2020b).

Kurzfristig zeigt der Vorkurs positive Effekte auf das Eingangstestergebnis. Studierende, die am Vorkurs teilgenommen haben, erreichen dort im Schnitt ca. zwei Punkte mehr. Da das Testergebnis insgesamt sehr schlecht ausfällt (im Durchschnitt erreichen die Studierenden ca. 6 von 30 Punkten) ist die Effektstärke durchaus hoch. Zudem zeigt sich, dass der Effekt mit steigender Anwesenheit zunimmt. Sind Studierende nur selten anwesend (unter 25 % aller Sitzungen der angebotenen Vorlesungen und Tutorien), stellt sich kein Effekt ein, während Studierende mit einer Anwesenheit von über 75 % sogar 2,5 Punkte besser abschneiden als Nichtteilnehmerinnen und Nichtteilnehmer.

Mittelfristig zeigt sich jedoch, dass die Studierenden, die dem Vorkurs fernblieben, ihre fehlenden Kenntnisse nahezu vollständig kompensieren können. Das heißt, dass im Zwischentest kein vorkurspezifischer Vorteil mehr zu erkennen ist.

4.3 Wirkungsevaluation des Brückenkurses

Für die Wirkungsevaluation des Brückenkurses wird – analog zum Vorkurs – wiederum ein kurz- und mittelfristiger Effekt berechnet. Da der Brückenkurs eine semesterbegleitende Veranstaltung ist, werden die kurzfristigen Effekte mittels des Zwischentests und die mittelfristigen Effekte mittels des Ergebnisses der Abschlussklausur der Vorlesung „Mathematik für Wirtschaftswissenschaften I“ bestimmt. Das Analyseverfahren ist vergleichbar mit dem des im vorangegangenen Abschnitt gewählten Vorgehens. Eine genaue Darstellung des Designs findet sich in Büchele (2020b).

Auch der Brückenkurs zeigt kurzfristig einen positiven Effekt. Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Brückenkurses erreichen im Zwischentest (bereinigt um Selektionseffekte) ca. zwei Punkte mehr als Studierende, die den Kurs nicht besuchen.

Für die mittlere Frist konnte mit Hilfe der Klausurergebnisse (bestanden oder nicht bestanden) die Wirkung des Zwischentestergebnisses auf die Klausur geschätzt werden. Unter der Annahme einer Wirkungsbeziehung zwischen dem Brückenkurs, dem Zwischentest und der Abschlussklausur konnte so ermittelt werden, dass eine Brückenkursteilnahme zu einer Steigerung der Bestehenswahrscheinlichkeit der Abschlussklausur um 35 % führt.

5 Diskussion

Die im vorangegangenen Kapitel dargestellten Ergebnisse bieten eine sehr gute Grundlage für eine ausführliche Diskussion und für weiterführende Fragestellungen. Zusammenfassend zeigt sich, dass der Vorkurs die gewünschte Zielgruppe nicht bzw. nur teilweise erreicht, während im Brückenkurs leistungsschwächere Studierende – wie gewünscht – überproportional vertreten sind. Die Gründe dafür sind vielfältig. Denkbar ist, dass Studierende mit FHR noch länger in einem Arbeitsverhältnis stehen und daher nicht am Vorkurs (vor Semesterbeginn) teilnehmen können. Eine weitere Erklärung sind Fehleinschätzungen der eigenen Mathematikkenntnisse. Leistungsschwächere Studienanfängerinnen und -anfänger überschätzen vielfach vor Beginn des Studiums ihre Kenntnisse. Der Eingangstest kann hier adjustierend wirken, sodass die leistungsschwächeren Studierenden dann am Brückenkurs teilnehmen. Grundsätzlich kann jedoch auch das Nutzerverhalten von Studierenden ausschlaggebend sein. Da leistungsstärkere Studierende oft auch sogenannte „Allesnutzer“ sind (Laging und Voßkamp 2016), ist diese Gruppe im Vorkurs überproportional vertreten. Fraglich ist in diesem Kontext, wie die Teilnahme an solchen Kursen zukünftig gestaltet sein soll, da Freiwilligkeit scheinbar nicht zu optimalen Entscheidungen der Studierenden führt.

Im Rahmen der Wirkungsevaluation zeigen die Maßnahmen größtenteils positive Effekte. Während dem Brückenkurs jedoch kurz- und mittelfristig positive Effekte nachgewiesen werden können, zeigt der Vorkurs in Hinblick auf die SMK mittelfristig keinen Effekt mehr. Vorkurse sind meist das erste und wichtigste Mittel, um Studienanfängerinnen und -anfänger auf das Studium vorzubereiten. Dies scheint jedoch in Hinblick auf Teilnahme und Wirkung problematisch. Dies wirft vor allem Fragen bezüglich der Zielsetzung des Vorkurses auf. Unserer Ansicht nach sind Vorkurse deshalb aber nicht generell überflüssig. Zwar zeigen sich mittelfristig keine positiven Auswirkungen auf die mathematischen Kenntnisse, zu bedenken ist aber, dass die Ziele des Vorkurses vielfältiger sind. Neben dem Aufarbeiten mathematischer Defizite steht vor allem auch das Erkennen der Defizite im Vordergrund. Zudem zeigen weitere Befragungen, dass die Sozialkomponente (Kennenlernen von Kommilitoninnen und Kommilitonen) eine wichtige Rolle für die Studierenden spielt. Weiterhin ist unklar, ob der Vorkurs Auswirkungen auf die Persistenz der Studierenden hat.

Zusammengefasst ergeben sich demnach weitere Fragen, die im Zusammenhang einer vollständigen Evaluation propädeutischer Maßnahmen stehen. Grundsätzlich hat sich jedoch gezeigt, dass mit dem Blick auf mathematische Kenntnisse semesterbegleitende Angebote den Blockveranstaltungen vorzuziehen sind.

Literatur

Bausch I, Biehler R, Bruder R, Fischer P, Hochmuth R, Koepf W, Schreiber S, Wassong T (Hrsg) (2014) *Mathematische Vor- und Brückenkurse. Konzepte, Probleme und Perspektiven*. Springer. doi: <https://10.1007/978-3-658-03065-0>

Büchle S (2020a) Should we trust math preparatory courses? An empirical analysis on the impact of students' participation and attendance and on short- and medium-term effects. *Economic Analysis and Policy* (66): 154-167. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eap.2020.04.002>

Büchle S (2020b) Bridging the gap – How effective are remedial math courses in Germany? *Studies in Educational Evaluation* (64). doi: <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2019.100832>

Büchle S, Voßkamp R (2020) QPL-Maßnahmen im Bereich der Mathematik-Propädeutik – Ergebnisse und Perspektiven: Optimierung von Transfer und Nachhaltigkeit der Angebote im Fachbereich Wirtschaftswissenschaften. Universität Kassel. (In Vorbereitung)

Hoppenbrock A, Biehler R, Hochmuth R, Rück H (Hrsg) (2016) *Lehren und Lernen von Mathematik in der Studiengangsphase. Herausforderungen und Lösungsansätze*. Springer. doi: <https://10.1007/978-3-658-10261-6>

Laging A, Voßkamp R (2016) Identifizierung von Nutzertypen bei fakultativen Angeboten zur Mathematik. In Hoppenbrock A, Biehler R, Hochmuth R, Rück HG (Hrsg) *Lehren und Lernen von Mathematik in der Studiengangsphase*. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-658-10261-6_37

Laging A, Voßkamp R (2017) Determinants of maths performance of first year business administration and economics students. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education* (3): 108-142. doi: <https://doi.org/10.1007/s40753-016-0048-8>