

**Ronja KÜRTE<sup>1</sup>, Gilbert GREEFRATH, Thilo HARTH & Martin POTT-LANGEMEYER (Münster)**

## **Die Rechenbrücke – ein fachbereichsübergreifendes Forschungs- und Entwicklungsprojekt**

### **Zusammenfassung**

„Eigentlich fehlen unseren Studierenden vor allem Rechenfertigkeiten aus der Sekundarstufe I, bevor sie mit dem Ingenieurstudium beginnen können.“ Dieses Zitat eines Mathematikprofessors beschreibt die Ausgangssituation an der Fachhochschule Münster zur Initiierung eines fachbereichsübergreifenden Brückenangebots im Bereich Mathematik. Das Projekt Rechenbrücke baut auf Erfahrungen mit diversen Unterstützungskonzepten an der Hochschule auf und nutzt von Anfang an mathematikdidaktische Expertise zur Etablierung eines neuen, umfassenden Konzepts, das nachfolgend vorgestellt wird. Darüber hinaus können erste Evaluationsergebnisse aus der Pilotstudie präsentiert werden.

### **Schlüsselwörter**

Vorkurs, Übergang Schule–Hochschule, Studieneingangsphase, Mathematik

---

<sup>1</sup> E-Mail: [ronja.kuerten@uni-muenster.de](mailto:ronja.kuerten@uni-muenster.de)

## **Rechenbrücke – A joint research and development project of five university departments**

### **Abstract**

“Actually, it’s mostly the computational skills taught at school that our students lack at the beginning of their engineering studies.” This quote from a professor of mathematics provides an accurate characterisation of the typical situation at the University of Applied Sciences Münster, which led to the initiation of an interdisciplinary “mathematics bridge” supported by five departments. The Rechenbrücke project is based on experience with diverse student support measures at the university level, as well as expertise in the area of mathematical education. This knowledge was used to establish a new, comprehensive concept, which is introduced in this paper. In addition, the paper presents the initial results of a pilot study.

### **Keywords**

preparatory class, secondary-tertiary transition, introductory study phase, mathematics

## **1 Einleitung**

Das Projekt Rechenbrücke ist ein Kooperationsprojekt von fünf Fachbereichen der Ingenieurwissenschaften und dem Institut für technische Betriebswirtschaft (ITB) der Fachhochschule Münster sowie dem Institut für Didaktik der Mathematik und der Informatik der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. In diesem Projekt, Laufzeit von Januar 2013 bis Juni 2016, werden unterschiedliche Unterstützungsmaßnahmen im Bereich Mathematik für angehende Studierende sowie Studierende des ersten Studienjahrs der Ingenieurwissenschaften der Fachhochschule Münster entwickelt und evaluiert. Es wird mit Mitteln des „Bund-Länder-Programms für bessere Studienbedingungen und mehr Qualität in der Lehre“ finanziert. Im Folgenden werden zunächst die Ziele und die Ausgangslage des Pro-

jekts dargestellt. Anschließend wird die Konzeption der Maßnahmen vorgestellt. Es folgen ausgewählte Untersuchungsmethoden zur Wirkung des Projekts sowie erste Ergebnisse.

## 2 Das Projekt Rechenbrücke

### 2.1 Projektziele aus Sicht der Hochschule

Ein wichtiges Ziel der Fachhochschule Münster ist es, den Anteil Studierender zu erhöhen, die das Studium in der Regelstudienzeit abschließen, sowie eine geringe Abbrecherquote zu erreichen. Zielgruppe des Projekts Rechenbrücke sind insbesondere die Studierenden, die mit nicht ausreichenden methodischen und fachlichen Kenntnissen im Fach Mathematik zur Hochschule kommen. Diese Zielsetzungen sind nicht neu. Mit dem Projekt Rechenbrücke ist jedoch ein umfassender Ansatz verbunden, der

- die mathematikdidaktische Expertise von Anfang an einbezieht, um aktuelle Forschungsergebnisse an anderen Standorten zu berücksichtigen bzw. im Projekt valide wissenschaftliche Erkenntnisse begleitend zu gewinnen;
- kritisch hinterfragt, inwieweit der hohe und auf Dauer nicht gesicherte finanzielle Aufwand für Mathematikutorien nachhaltiger implementiert werden kann;
- die fachbereichsübergreifende Perspektive nutzt, um ein gemeinsames Verständnis von fachlich und methodisch-didaktisch adäquaten Hilfestellungen und Strukturen am Standort Steinfurt zu etablieren;
- die Mathematik-Professorinnen und -Professoren gemeinsam ihr Vorlesungskonzept im Sinne einer methodisch-didaktischen Weiterentwicklung hinterfragen lässt und auch zur Suche nach innovativen Lehrkonzepten an anderen Standorten einlädt;
- schließlich individuelle Unterstützungsmaßnahmen für Studienanfänger/innen mit zunehmend heterogenen Vorkenntnissen entwickelt.

## 2.2 Ausgangssituation in den beteiligten Fachbereichen

Am Campus Steinfurt der Fachhochschule Münster sind die Fachbereiche Chemieingenieurwesen, Elektrotechnik und Informatik, Energie-Gebäude-Umwelt, Maschinenbau, Physikalische Technik sowie das ITB beheimatet. Alle genannten Einrichtungen kooperieren in dem hier beschriebenen Projekt Rechenbrücke.

Die etwa 900 Erstsemesterstudierenden in Steinfurt besuchen die für ihren jeweiligen Studiengang vorgesehene Lehrveranstaltung Mathematik I. Insgesamt existieren sechs unterschiedlich akzentuierte Veranstaltungen, die von sechs verschiedenen Dozierenden durchgeführt werden. In der Vergangenheit unternahmen die Fachbereiche individuelle Bestrebungen – wie etwa die Durchführung begleitender Mathe-Tutorien oder die Einrichtung eines Vorkurses, in dem Studieninhalte quasi im Schnelldurchgang vorweggenommen wurden –, die bei vielen Erstsemesterstudierenden zu beobachtenden mathematischen Schwierigkeiten zu überwinden.

In einem aus Qualitätsverbesserungsmitteln finanzierten gemeinsamen Vorläuferprojekt haben die Fachbereiche Chemieingenieurwesen und Physikalische Technik die Ursachen für die Mathematik-Probleme bei Studienbeginn systematischer untersucht und dabei festgestellt, dass für viele Erstsemesterstudierende fehlende Rechengrundfertigkeiten aus der Sekundarstufe I und mangelnde Übung ein großes Problem darstellen (Sommersemester 2010: Ergebnisse aus Befragungen von Tutorinnen und Tutoren und Studierenden, die das Mathematikutorium besucht haben, sowie Auswertung der Ergebnisse im KNOSPE-Test des Jahrgangs, vgl. KNOSPE, 2011). Nun sollen durch die Neukonzeptionierung eines fachbereichsübergreifenden Mathematik-Vorkurses die Rechenfertigkeiten der Erstsemesterstudierenden verbessert werden.

## 2.3 Erhebung des Status quo

In Einzelinterviews mit den verantwortlichen Mathematikdozentinnen und -dozenten der verschiedenen Fachbereiche wurden zur Projektbeginn fachbereichsübergreifende Schwierigkeiten der Studierenden aus Sicht der Hochschullehrer/innen erhoben.

Alle befragten Hochschullehrer/innen benannten fehlende Fertigkeiten aus der Schulmathematik, insbesondere der Sekundarstufe I. Bruchrechnen, Gleichungsumformungen und Potenzrechnungen sind Beispiele für Inhalte, die von den Studienanfängerinnen und -anfängern nicht beherrscht werden. Viele Studierende versuchen nach Meinung der Mehrheit der befragten Professorinnen und Professoren nicht, die mathematischen Verfahren zu verstehen, sondern wenden eher auswendiggelernte Schemata an. Das Fehlen von geeigneten Lernstrategien für die Hochschule wird ebenfalls von mehreren Dozierenden genannt. Zusammen mit geringer Motivation für die Beschäftigung mit der Mathematik und fehlendem Bewusstsein für vorhandene Defizite führt dies dazu, dass die Studierenden zu spät mit dem Lernen beginnen und gerade diejenigen, die die Unterstützungsangebote am meisten brauchen, diese nicht nutzen. Dies wurde als ein weiterer Grund für die Durchfallquoten von teilweise über 60 % vermutet.

Vom Projekt Rechenbrücke wünschten sich die Dozierenden unter anderem eine Schulung der Tutorinnen und Tutoren, die ihre Veranstaltungen begleiten, sowie Betreuungsangebote, die bei der Behebung von Defiziten helfen sollen. Als wichtiger, aber auch schwierig zu erfüllender Wunsch wurde genannt, diejenigen Studierenden für die Hilfsangebote zu aktivieren, die diese am meisten benötigen.

### **3 Konzeption von Unterstützungsmaßnahmen im ersten Studienjahr**

Im Rahmen des Projektes wurden verschiedene Maßnahmen konzipiert, die den Studierenden den Übergang zur Hochschule im Bereich Mathematik erleichtern sollen. In einem ersten Schritt wurde ein gemeinsamer *Mindestanforderungskatalog* für die Mathematikveranstaltungen in den Ingenieurstudiengängen der Fachhochschule Münster erstellt. Darauf basierend wurde ein *modularisierter Vorkurs* entwickelt, dem ein diagnostischer Vortest vorgeschaltet ist. Ergänzt werden diese Maßnahmen durch *Schulungen* der Tutorinnen und Tutoren für den Vorkurs und die Mathematikvorlesungen der ersten Semester und einen offenen *Lernraum*, der

den Studierenden eine von Tutorinnen und Tutoren betreute Anlaufstelle für die Beschäftigung mit der Mathematik bietet. Die Maßnahmen werden durch eine *Steuergruppe* koordiniert und umgesetzt. Verschiedene wissenschaftliche Evaluationsmaßnahmen (z. B. ein Prä-Post-Test für mathematische Fertigkeiten und Evaluationsbögen zum Vorkurs) untersuchen die Wirksamkeit und Durchführbarkeit der Angebote.

Auf Grund der besonderen Bedeutung des Vorkurses für das Projekt gehen wir zunächst auf theoretische Hintergründe zur Konzeption von Vorkursen ein.

### **3.1 Vorkurskonzeption**

Im Folgenden werden mögliche Entscheidungen zu Rahmenbedingungen, Zielen und Inhalten sowie Kompetenzen diskutiert, die bei der Erstellung des Vorkurs-Konzepts für das Projekt Rechenbrücke getroffen werden mussten.

#### **3.1.1 Rahmenbedingungen**

Zunächst stellt sich die Frage, welche Studierenden mit einem mathematischen Vorkursangebot angesprochen werden sollen. Dies können beispielsweise Studierende ausgewählter Ingenieurstudiengänge oder aller Ingenieurstudiengänge sein. In der Regel sind Vorkursangebote auf Studierende weniger Studiengänge beschränkt.

Eine Festlegung zur Teilnahmeentscheidung der Studierenden am Vorkurs ist ebenfalls zu treffen. So kann die Vorkursteilnahme freiwillig oder als Option angeboten werden. Im Rahmen der Option können etwa Bonuspunkte für Übungszettel oder für eine Klausur vergeben werden. Denkbar ist auch ein Pflicht-Vorkurs, in dessen Rahmen etwa ein Test absolviert wird, der für das weitere Studium Bedingung ist. So wird z. B. an der Fachhochschule Südwestfalen in Meschede ein Test am Ende des Vorkurses durchgeführt, dessen Bestehen Voraussetzung für den Studienabschluss ist (vgl. REIMPELL et al., 2014). Die Art der Durchführung eines Vorkurses kann von reinen Online-Kursen, teilweise mit virtuellen Tutorien, wie sie im Rahmen des Online-Mathematik-Brückenkurses (OMB) an der TU Berlin

angeboten werden (vgl. ROEGNER, SEILER & TIMMRECK, 2014), über kombinierte Blended-Learning-Kurse, z. B. des Karlsruher Instituts für Technologie (EBNER & FOLKERS, 2013), bis hin zu reinen Präsenzkursen, wie zum Beispiel an der BiTS Iserlohn (vgl. RUHNAU, 2013) reichen. Online-Kurse ermöglichen flexibles, ortsungebundenes und an das eigene Lerntempo angepasstes Lernen.

### **3.1.2 Ziele und Inhalte**

Mathematische Vor- und Brückenkurse werden häufig angeboten, um die Heterogenität der Voraussetzungen der zukünftigen Studierenden aufzugreifen und eine gemeinsame Grundlage zu schaffen, auf der anschließend die Mathematikveranstaltungen aufbauen können. Ein weiteres Ziel kann sein, den Studierenden, bei denen die Schulzeit schon einige Jahre zurückliegt, Wiederholungs- und Übungsphasen zum Einstieg in das Studium anzubieten. Hier steht eher eine Nachbereitung des Mathematikunterrichts der Schule im Vordergrund.

### **3.1.3 Kompetenzen**

Die Vermittlung der mathematischen Kompetenzen in Vorkursen kann unterschiedlich akzentuiert stattfinden. So stellt sich einerseits die Frage, ob sie eher prozessbezogen, also mit einem Schwerpunkt auf allgemeinen mathematischen Kompetenzen (KMK, 2004) – etwa auf Problemlösen, Modellieren und Argumentieren sowie Kommunizieren –, oder eher inhaltsbezogen, also eher strukturiert nach mathematischen Sachgebieten, erworben werden.

Ein weiterer Aspekt ist die Entscheidung bezüglich der Nutzung digitaler Mathematikwerkzeuge (Computeralgebrasystem, Tabellenkalkulation, Funktionenplotter, dynamische Geometriesoftware...). So kann man einerseits hilfsmittelfrei verfügbare mathematische Fertigkeiten fördern oder gerade die Nutzung digitaler Mathematikwerkzeuge in den Vordergrund stellen.

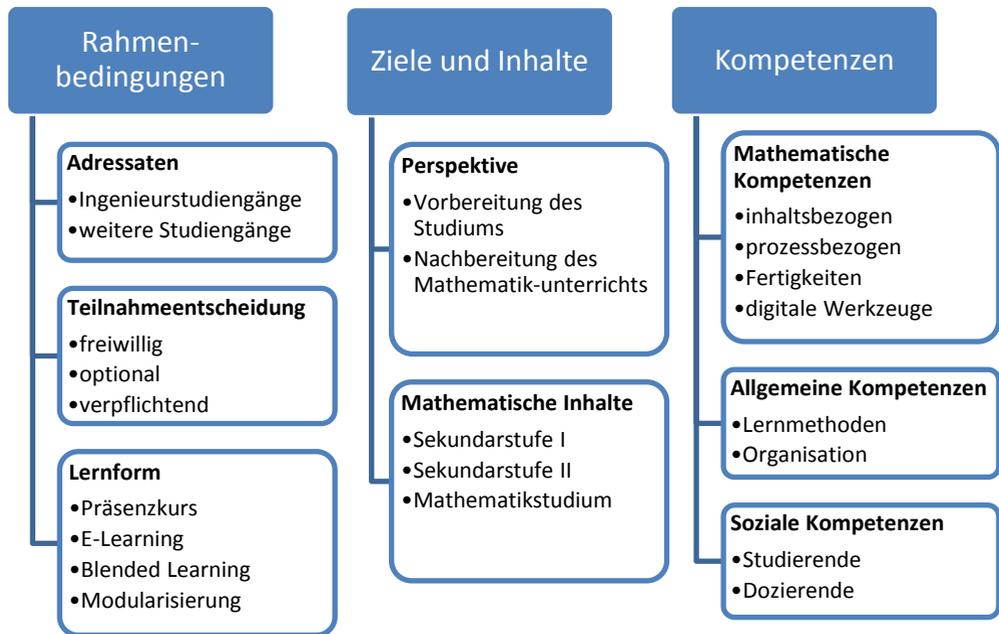


Abb. 1: Entscheidungen im Rahmen einer Vorkurs-Konzeption

Ein Vorkurs kann aber ebenso konzipiert werden, um allgemeine Kompetenzen für ein Studium zu vermitteln, etwa überfachliche Lernmethoden oder Studienorganisation einschließlich der Arbeitsweise oder eher soziale Kompetenzen wie das Kennenlernen von Studierenden oder Dozierenden zu Studienbeginn. Manche Vorkurse sind so gestaltet, dass der Dozent oder die Dozentin sowie die Tutorinnen und Tutoren des Vorkurses auch das begleitende Team in der Anfängervorlesung sind (vgl. RIEDL, ROST & SCHÖRNER, 2014). Eine Übersicht über Entscheidungen im Rahmen einer Vorkurs-Konzeption zeigt Abb. 1. Die Einordnung des Vorkurskonzepts der Rechenbrücke geschieht in Abschnitt 3.3.

### 3.2 Der Mindestanforderungskatalog

Zu Beginn des Projekts wurde gemeinsam mit allen Mathematikdozierenden ein Mindestanforderungskatalog für mathematische Voraussetzungen der Studienanfänger/innen und in den Ingenieurstudiengängen der Fachhochschule erstellt. Der Katalog basiert auf dem Mindestanforderungskatalog Mathematik, den das cooperations-team schule - hochschule (cosh) aus Baden-Württemberg als Konsens von Schulen und Hochschulen entwickelt hat. Dadurch kann der Katalog eine sinnvolle Grundlage für die Auswahl der mathematischen Inhalte eines Vorkurses oder eines Mathematiktests zu Studienbeginn liefern (vgl. DÜRRSCHNABEL et al., 2013). An der Fachhochschule Münster wurde dieser Katalog an die Situation der Fachhochschule angepasst und in Abstimmung mit den Fachbereichen festgeschrieben. Ergänzt wurden die Ergebnisse von cosh dabei durch die Erfahrungen der Dozierenden auf der Basis typischer Schwierigkeiten von Studierenden und typischer Fehler in Klausuren. Zur Erhöhung der Transparenz dieser Studienanforderungen wurde der Katalog für alle Studieninteressierten auf der Homepage der Fachhochschule veröffentlicht.<sup>2</sup>

### 3.3 Der Mathematik-Vorkurs an der Fachhochschule Münster

Auf der Basis der Erhebung der Ausgangssituation und des Status quo (Abschnitte 2.2 und 2.3) sowie auf der Grundlage des Mindestanforderungskatalogs wurde im ersten Halbjahr 2013 ein modular aufgebautes Vorkurs-Konzept entwickelt. Im Vorkurs werden in zehn Modulen Inhalte der Schulmathematik aus den Sekundarstufen I und II behandelt: Nach mathematischen Grundlagen folgen die Kapitel Funktionen, Differential- und Integralrechnung sowie Vektorrechnung. Zusätzlich werden in zwei von zwölf Modulen auch übergreifende mathematische und studienrelevante Aspekte wie das *Notieren von Aussagen und Gleichungen*, *Argumen-*

---

<sup>2</sup> Mindestanforderungskatalog Mathematik der Fachhochschule Münster.  
<https://www.fh-muenster.de/studium/studiengaenge/rechenbruecke/index.php#a7>,  
Stand vom 29. Januar 2014.

*tieren und Systematisches Vorgehen* und *Vorlesungsnachbereitung, Prüfungsvorbereitung* etc. behandelt. Man kann hier neben einer Nachbereitung des Mathematikunterrichts der Schule auch eine Vorbereitung auf die Anforderungen des Studiums erkennen. Diese Vorbereitung bezieht sich dabei auf Metawissen sowie fachübergreifende methodische und organisatorische Hinweise (vgl. HOFFKAMP, SCHNIEDER & PARAVICINI, 2013). Der Vorkurs findet als Präsenzkurs statt, der von E-Learning-Inhalten begleitet wird. Dazu gehören unter anderem aufbereitete Teile des Skripts, Übungsaufgaben sowie Kurzvideos zu einzelnen Themen. Aufgrund der großen Zahl an Studienanfängerinnen und Studienanfängern wird der Kurs nach Fachbereichen aufgeteilt in zwei parallelen Kursen durchgeführt.

Auf der Basis eines Eingangstests können die Studierenden entscheiden, welche Module des Vorkurses sie bearbeiten wollen. Im Anschluss an die Testdurchführung erhalten die Studierenden eine Rückmeldung, welche Aufgaben sie richtig bzw. falsch gelöst haben. Bei jeder falsch beantworteten Aufgabe erhalten sie zusätzlich die dringende Empfehlung, das entsprechende Modul des Vorkurses zu besuchen. Auf diese Weise soll die Zielgruppe für die Unterstützungsangebote sensibilisiert werden. Da die Klientel der Fachhochschule sich aus Vollzeit-, berufsbegleitenden und dual Studierenden zusammensetzt, soll die Modularisierung mit der Möglichkeit, für jedes Modul zu entscheiden, ob es in Präsenz, über die Lernplattform oder gar nicht bearbeitet wird, allen Zielgruppen zugleich eine Vorbereitung auf das Studium ermöglichen. Diese Modularisierung und Flexibilisierung, die insbesondere bei Präsenzkursen bisher noch nicht etabliert sind (BAUSCH et al., 2014), sollen den Studienanfängerinnen und -anfängern darüber hinaus eine an ihre persönlichen Fähigkeiten angepasste Vorbereitung auf das Studium ermöglichen und zeichnen das Konzept besonders aus.

### **3.4 Tutorenschulungen**

In vier der fünf am Projekt Rechenbrücke beteiligten Fachbereiche werden die Vorlesungen Mathematik I und Mathematik II von Tutorien oder Übungen begleitet, die von studentischen Tutorinnen und Tutoren geleitet oder mitgestaltet werden. Darüber hinaus werden im Projekt Rechenbrücke Tutorinnen und Tutoren für

die Vorkurs-Tutorien sowie die Betreuung im Lernraum eingesetzt. Vor Beginn des Projekts gab es an der Fachhochschule Münster keine Schulung, die für die Sicherung der geforderten Qualitätsstandards in Tutorien notwendig ist (vgl. KRÖPKE, 2008). Die Inhalte von Tutorenschulungen umfassen meist die gleichen Bausteine (vgl. REIMPELL & SZCZYRBA, 2007):

- Klärung des Rollenverständnisses als Tutor/in und der damit verbundenen Aufgaben
- Gruppensteuerung durch Training von Motivations-, Medien- und Methodenkompetenz mit dem Ziel der Aktivierung der Studierenden
- Erwerben von Vortragstechniken
- Techniken und Regeln für Feedback

Der Ablauf einer Tutorenschulung umfasst dabei i. d. R. eine Theoriephase, die oft in einem Eingangsworkshop durchgeführt wird, eine Praxisphase mit semesterbegleitenden Treffen und Hospitationen sowie eine Reflexionsphase mit einem Treffen nach Ende des Semesters (ebd.). Die im Projekt Rechenbrücke initiierte Tutorenschulung beschränkt sich derzeit auf einen Eingangsworkshop mit den von REIMPELL & SZCZYRBA (2007) beschriebenen Bausteinen als Vorbereitung auf die Aufgabe. Ausschlaggebend für diese Entscheidung war das Ziel, die Maßnahme auch über das Ende des Projektes hinaus finanzieren und durchführen zu können.

### **3.5 Lernraum**

Viele Hochschulen haben in den letzten Jahren Räume eingerichtet, die als Anlaufstelle oder Arbeitsraum für Studierende mit Unterstützungsbedarf in Mathematik oder Statistik dienen sollen. LAWSON et al. (2003) stellten fest, dass von 95 untersuchten Einrichtungen des tertiären Bildungsbereichs annähernd die Hälfte (48 %) derlei Angebote aufwiesen (vgl. LAWSON, CROFT & HALPIN, 2003, S. 9). LAWSON et al. definieren ein derartiges „Mathematics Support Centre“ als eine Einrichtung, die Studierenden zusätzlich zu ihrem regulären Studienprogramm angeboten wird (ebd., S. 9). Das Ziel dieser Angebote ist es in der Regel, einen Ort

für Unterstützung bei Schwierigkeiten mit der Mathematik zu bieten, der frei von Bewertungsdruck ist und eine angenehme, unterstützende Atmosphäre zum Lernen schafft (ebd., S.10f).

Dieses Ziel verfolgt auch der im Projekt Rechenbrücke eingerichtete Lernraum an der Fachhochschule Münster. Der Raum soll die Studierenden zu kontinuierlicher Beschäftigung mit dem Stoff der Mathematikvorlesungen anregen und eine niederschwellige Anlaufstelle bei Schwierigkeiten bieten. Um die Mittagszeit wird der Lernraum dazu von Tutorinnen und Tutoren betreut. Zur Verfügung gestellte Lehrbücher sollen darüber hinaus das eigenständige Arbeiten der Studierenden unterstützen.

### **3.6 Steuergruppe**

Im Rahmen des Projekts Rechenbrücke wurde eine fachbereichsübergreifende Steuergruppe, bestehend aus den beteiligten Mathematikdozenten sowie Vertretern des Zentrums für Qualitätsentwicklung der Fachhochschule Münster und der Mathematikdidaktik der Universität Münster, eingerichtet. Steuergruppentreffen finden zurzeit zwei- bis dreimal im Semester statt und betreffen im Moment insbesondere die weitere Verbesserung und Verstetigung des Vorkursangebotes und anderer begleitender Maßnahmen sowie das Arbeiten an einem gemeinsamen Aufgabenpool für den Vorkurs. Neben der Fokussierung auf den Projektfortschritt ist der Austausch über die jeweils gemachten Erfahrungen wie z. B. bezüglich des Einsatzes unterschiedlicher Medien oder der Verpflichtung zur Abgabe wöchentlicher Hausaufgaben wertvoll und ermöglicht die Verbreitung guter Ideen aus den einzelnen Fachbereichen.

## **4 Untersuchungsmethoden**

Im Rahmen des Projekts Rechenbrücke wurden zur Einschätzung der erforderlichen Unterstützungsmaßnahmen die Mathematikkenntnisse der Studienanfänger/innen erhoben. Außerdem interessiert ein Zusammenhang zwischen den

Kenntnissen vor Beginn des Vorkurses und den Ergebnissen der Klausuren nach dem ersten und zweiten Semester. Es werden daher Daten aus Tests vor und nach dem Vorkurs sowie Klausurergebnisse erhoben. Ergänzend zu diesen quantitativen Tests werden qualitative halbstandardisierte Leitfadenterviews mit Studierenden durchgeführt, um die Wirkung der verschiedenen Maßnahmen differenziert zu erfassen. Außerdem sind weitere Evaluationen geplant, bei denen die Einschätzungen der Studierenden zu den durchgeführten Maßnahmen mit Hilfe von Fragebögen erhoben werden. Wir gehen im Folgenden auf die genannten quantitativen Untersuchungsmethoden und erste Ergebnisse ein.

#### **4.1 Vor- und Nachtest**

An der Fachhochschule Münster werden im Zusammenhang mit dem Vorkurs ein Vortest und ein Nachtest verwendet. Der Vortest soll nicht nur als Selbstdiagnose-Instrument den Studierenden Rückmeldung über bestehende Defizite liefern, sondern darüber hinaus zusammen mit dem Nachtest der Evaluation des Vorkurses dienen. Abhängig von diesen Zielen wurde der Test verpflichtend für alle, die am Vorkurs teilnehmen wollen, sowie freiwillig für alle anderen eingerichtet. Die Testdurchführung ist computerbasiert und findet zur Objektivierung der Testdurchführung zentral in PC-Pools in der Hochschule statt. Die Tests wurden in die hochschulweit verwendete Lernplattform ILIAS integriert. Die Auswertung erfordert automatisch korrigierbare Aufgabenformate wie Single-Choice- und Multiple-Choice-Aufgaben sowie Aufgaben mit Kurzantworten. Da in den Aufgaben grundlegende Fertigkeiten abgefragt werden, wurde der Test für eine hilfsmittelfreie Durchführung konzipiert. Der Test besteht aus 13 Items, die den Inhalten der Vorkursmodule zugeordnet sind: Grundrechenarten, Bruchrechnung, Prozentrechnung, Potenz- und Wurzelrechnung, Terme, Proportionalität und Dreisatz, Bruchgleichungen, quadratische Gleichungen, lineare Ungleichungen, lineare Funktionen, Funktionstransformationen, Logarithmusfunktionen und Trigonometrie. Da für die Testdurchführung ein Zeitfenster von ca. 60 Minuten nicht überschritten werden sollte, jedoch möglichst viele Vorkursmodule abgedeckt werden sollten, wurden die Items so konstruiert, dass sie mit einer geringen Anzahl ein möglichst großes

Spektrum an Inhalten abdecken. Daneben wurden im Vor- und Nachtest statistische Daten zu Schulabschluss und Taschenrechnernutzung erhoben. Nach der Durchführung des Vorkurses nehmen die Studierenden an einem als Paralleltest gestalteten Nachtest teil. Dieser findet zu Beginn der Vorlesungszeit statt. Die erste Durchführung der Tests fand als Pilotstudie im Wintersemester 2013/2014 statt. In diesem Durchgang wurde ausnahmsweise aus organisatorischen Gründen der Vortest von den Studierenden am heimischen PC und der Nachtest in den Vorlesungen Mathematik I zu Beginn des Semesters mit Papiertests durchgeführt.

## **4.2 Klausuren**

Zur Ergänzung der in den Vorkurstests gewonnenen Informationen werden die Ergebnisse der Studierenden in den Mathematik-Klausuren nach dem ersten und zweiten Semester erhoben. Die Klausurnoten der Studierenden werden anonymisiert den entsprechenden in den Tests gesammelten Daten zugeordnet. Mit diesen Daten soll ein möglicher Zusammenhang zwischen Vorkursbesuch und dem Abschneiden in den Klausuren untersucht werden.

# **5 Erste Ergebnisse**

## **5.1 Testergebnisse**

Am Vortest haben 689 Probandinnen und Probanden teilgenommen. Davon haben 603 den Test beendet und auswertbare Ergebnisse geliefert. Für das Projekt Rechenbrücke war zunächst die Frage interessant, ob die Inhalte des Vorkurses sinnvoll gewählt wurden, d. h., ob tatsächlich Nachholbedarf bei diesen Inhalten besteht. Dazu betrachten wir die Lösungsquoten der einzelnen Aufgaben im Vortest.

Die Lösungsquoten und Inhalte sind in Tab. 1 abgebildet. Selbst die Aufgabe zu den Grundrechenarten mit der höchsten Lösungsquote konnte nur von weniger als drei Viertel der Probandinnen und Probanden gelöst werden. Aufgabe 4 (Potenzen und Wurzeln) hat die geringste Lösungsquote mit gerade einmal 21 % richtigen

Antworten. Die Quoten der anderen Aufgaben liegen zwischen diesen Werten. Die Lösungsquoten der Items zeigen, dass die Behandlung dieser Inhalte im Vorkurs sinnvoll ist.

Tab. 1: Lösungsquoten der einzelnen Aufgaben im Vortest (N = 603)

Aufgabe	Inhalt	Lösungsquote
1	Grundrechenarten	73 %
2	Bruchrechnung	61 %
3	Prozentrechnung	67 %
4	Potenzen und Wurzeln	21 %
5	Termumformungen	52 %
6	Antiproportionalität und Dreisatz	69 %
7	Bruchgleichung	70 %
8	Quadratische Gleichungen	36 %
9	Ungleichungen	63 %
10	Lineare Funktionen	53 %
11	Verschiebung von Parabeln	31 %
12	Logarithmusfunktion	33 %
13	Trigonometrie	53 %

Auf Grund der nicht objektivierten Testdurchführung in der Pilotstudie ist ein Vergleich der Lösungsquoten zwischen Vor- und Nachtest nur unter Vorbehalt möglich. So konnten bei einem kleinen Teil der Stichprobe (N = 209) die Ergebnisse aus dem Vor- und Nachtest einander zugeordnet werden. Dabei wurden zwar signifikante Veränderungen mit kleiner Effektstärke ( $|Cohens\ d| > 0,2$ ) bei einigen Aufgaben festgestellt (Verbesserung bei Aufgaben 1, 4 und 6 und Verschlechterung bei Aufgabe 7), diese Ergebnisse dienen jedoch höchstens als Indikator und werden im kommenden Durchlauf mit der eigentlichen Untersuchung überprüft. Die Reliabilität der Tests wurde mittels Cronbachs Alpha bestimmt. Für den Vortest ergab sich

ein Wert von 0,72 (N = 603). Für den Nachtest liegt der Wert bei 0,73 (N = 805). Damit ist die interne Reliabilität der Tests akzeptabel.

## 5.2 Zusammenhänge zu Klausurergebnissen

Auf der Basis der Daten der Tests und Klausuren wurden Zusammenhänge zwischen den Klausurergebnissen in Mathematik I und potentiellen Einflussfaktoren untersucht. Die untersuchten Variablen waren „Durchschnittsnote beim Schulabschluss“, „Abschlussnote in Mathematik“, „Punktzahl im Vortest“ und „Punktzahl im Nachtest“.

Tab. 2: Spearman-Rho Korrelationen für die Note in der Mathematik-I-Klausur

	Durchschnittsnote Schulabschluss	Mathenote Schulabschluss	Punkte Vortest	Punkte Nachtest
Korrelationskoeffizient	,45**	,37**	-,37**	-,44**
Sig. (2-seitig)	,000	,000	,000	,000
N	302	302	268	181

\*\* Korrelation ist bei Niveau 0,01 signifikant (zweiseitig).

Bei allen Variablen wurden statistisch sehr signifikante Korrelationen ( $p < 0,01$ ) festgestellt, die zwischen 0,37 und 0,45 liegen. Die erreichte Punktzahl im Nachtest und die Durchschnittsnote beim Schulabschluss zeigen dabei mit ca. 0,4 (bzw. -0,4) die höchsten Korrelationen zu den Klausurergebnissen in Mathematik I.

Des Weiteren wurde untersucht, ob sich die Ergebnisse in den Mathematik-Klausuren von Studierenden, die den Vorkurs besucht bzw. nicht besucht haben, unterscheiden. Bei Betrachtung der gesamten Stichprobe (N = 280) konnten zunächst keine signifikanten Abweichungen festgestellt werden. Teilt man jedoch die Ergebnisse nach den Vorkursgruppen auf, so erhält man für Gruppe B (Fachbereiche Chemieingenieurwesen, Maschinenbau und Physikalische Technik, N = 176)

mit dem Mann-Whitney-U-Test eine signifikante Abweichung ( $p = 0,037$ ). In diesen Fachbereichen sind die Klausurergebnisse der Studierenden, die am Vorkurs teilgenommen haben, signifikant besser als die Ergebnisse der Studierenden, die nicht am Vorkurs teilgenommen haben. In der anderen Vorkursgruppe A (Fachbereich Elektrotechnik und Informatik sowie Fachbereich Energie – Gebäude – Umwelt,  $N = 104$ ) ließ sich keine signifikante Abweichung der Verteilung feststellen. Ein Vergleich der Durchschnittsnote im Schulabschluss hat sowohl in Gruppe A als auch Gruppe B keine signifikanten Unterschiede zwischen den Studierendengruppen, die am Vorkurs teilgenommen haben oder nicht, ergeben.

### 5.3 Evaluation des Vorkurses

Am Ende des Vorkurses wurde mittels eines Fragebogens eine Evaluation der Inhalte und Methodik durchgeführt. Insgesamt wurde der Vorkurs mit einer Durchschnittsnote von 2,1 bewertet (siehe Abbildung 2).



Abb. 2 Ergebnisse der Evaluation des Vorkurses – Gesamtnote der Veranstaltung

Die Rückmeldungen waren zu allen im Fragebogen erfassten Dimensionen (Qualität der Vorlesung, didaktische Aufbereitung, verwendete Hilfsmittel, persönliches Auftreten der Dozentin, Tutorien zur Vorlesung) durchweg positiv. Z. B. wurden die Tutorien als hilfreich bei der Nachbereitung des Stoffs bewertet (2,2 auf einer fünfstufigen Likertskala mit 1 = „sehr“, 5 = „gar nicht“,  $N = 301$ ,  $s = 1,1$ ). Die abschließende Frage, ob sich die Studierenden gut auf das Studium vorbereitet fühlten, wurde mit durchschnittlich 2,4 bewertet (1 = „vollständig“, 5 = „gar nicht“,  $N = 361$ ,  $s = 0,9$ ).

## 6 Diskussion

Im Wintersemester 2013/2014 starteten die ersten Maßnahmen des Projekts Rechenbrücke. Im Zuge der durchgeführten Untersuchung wurden erste Daten erhoben und ausgewertet. Diese Ergebnisse der Vor- und Nachtests sind aufgrund nicht einheitlicher Durchführung nicht vergleichbar. Die festgestellten Tendenzen einer leichten Verbesserung bei einigen Aufgaben könnten jedoch ein Indikator für den Erfolg des Vorkurses sein. Die Ursachen für die Verschlechterung der Ergebnisse bei Aufgabe 7 müssen weiter untersucht werden. Möglicherweise hat die Einführung der Voraussetzungen, die vor dem Lösen einer Bruchgleichung beachtet werden müssen, das zuvor durchgeführte, direkte Ausrechnen der Lösung negativ beeinflusst. Die im Vortest festgestellten Defizite zu Studienbeginn bestätigen aber bereits, dass die Wiederholung elementarer Rechenfertigkeiten aus dem Mathematikunterricht sinnvoll ist. Entsprechende Ergebnisse zeigen sich auch in den Tests an der FH Aachen. Bei dem jeweils ersten Test erreichen die Studierenden dort, je nach Voraussetzungen, im Durchschnitt Lösungsquoten von 40-50 % (GREEFRATH & HOEVER, in Druck). Die Lösungsquoten des seit über zehn Jahren durchgeführten Eingangstests an Fachhochschulen in Nordrhein-Westfalen liegen sogar noch darunter (KNOSPE, 2011).

In der Untersuchung hat sich die Durchschnittsnote bei Schulabschluss als bester Prädiktor für das Abschneiden in der Mathematik-Klausur herausgestellt. Diese Ergebnisse stimmen mit der Metaanalyse von TRAPMANN et al. (2007) überein. Die Punktzahl im Nachtest liefert eine ähnliche Korrelation und kann somit ebenfalls als geeigneter Prädiktor für den Erfolg in der Mathematik-I-Klausur angesehen werden.

Der festgestellte positive Zusammenhang zwischen der Vorkursteilnahme und dem Abschneiden in der Mathematik-I-Klausur in einigen Fachbereichen kann vielfältige Gründe haben, wie z. B. die höhere Motivation und Lernbereitschaft von Studierenden, die am Vorkurs teilnehmen. Bei der Suche nach Ursachen für die unterschiedlichen Effekte in den beiden Vorkursgruppen wurden Unterschiede bei den Vorkenntnissen, gemessen auf der Basis der Schulabschlussnoten, gesucht. Die

Untersuchung hat jedoch keine signifikanten Unterschiede bei den verschiedenen Gruppen ergeben. Die beiden Vorkursgruppen wurden von derselben Dozentin gleich durchgeführt; jedoch verlaufen die anschließenden Mathematikveranstaltungen in den verschiedenen Fachbereichen sehr unterschiedlich in Inhalt und Durchführung. Aus diesem Grund ist die Passung des Vorkurskonzepts mit den Vorlesungen möglicherweise nicht in allen Fachbereichen gleichermaßen gegeben.

Das modulare Vorkurskonzept mit der Möglichkeit der individuellen Zusammenstellung der eigenen Vorkursinhalte durch die Studierenden bietet eine große Flexibilität. Darüber hinaus unterstützt die Rechenbrücke die Erstsemester beim Übergang von der Schule zur Hochschule durch weitere, z. T. frei wählbare Maßnahmen. Die gemeinsame Nutzung der verschiedenen Angebote durch die einzelnen Fachbereiche hat bereits zu produktiven Diskussionen und zu einer kritischen Auseinandersetzung mit den Methoden und Inhalten der Vorlesungen geführt. Die Bereitschaft, neue, in anderen Fachbereichen bereits erfolgreich durchgeführte Maßnahmen, wie z. B. die verpflichtende Abgabe und Korrektur von Übungszetteln, einzuführen, kann bereits als Erfolg des Projekts gewertet werden. Wünschenswert ist es, diesen fachbereichsübergreifenden Austausch auch über das Projektende hinaus zu etablieren.

Die in diesem Artikel vorgestellten Ergebnisse aus der Pilotstudie lassen vielversprechende Erkenntnisse aus der Durchführung der Hauptstudie in den kommenden Jahren erwarten.

## 7 Literaturverzeichnis

**Bausch, I., Biehler, R., Bruder, R., Fischer, P. R., Hochmuth, R., Koepf, W., Schreiber, S. & Wassong, T.** (Hrsg.) (2014). *Mathematische Vor- und Brückenkurse, Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.

**Dürschnabel, K., Klein, H.-D., Niederdrenk-Felgner, C., Dürr, R., Weber, B. & Wurth, R.** (2013). *Mindestanforderungskatalog Mathematik der Hochschulen Baden-Württembergs für ein Studium von MINT oder Wirtschaftsfächern (WiMINT)*.

<http://www.hochschuldidaktik.net/documentspublic/mak20130201.pdf>, Stand vom 27. Januar 2014.

**Ebner, B. & Folkers, M.** (2013). *Ein Blended Learning Vorkurs Mathematik für die Fachrichtung Wirtschaftswissenschaften am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)*. <http://lama.uni-paderborn.de/2-arbeitstagung-des-khdm-13.html>, Stand vom 20. September 2013.

**Greefrath, G. & Hoever, G.** (in Druck). Was bewirken Mathematik-Vorkurse? Eine Untersuchung zum Studienerfolg nach Vorkursteilnahme an der FH Aachen. In R. Biehler, R. Hochmuth, H.-G. Rück & A. Hoppenbrock (Hrsg.), *Mathematik im Übergang von Schule zur Hochschule und im ersten Studienjahr*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.

**Hoffkamp, A., Schnieder, J. & Paravicini, W.** (2013). Vorkurs kompetenzorientiert – Denk- und Arbeitsstrategien für das Lernen von Mathematik. Extended Abstract. Erscheint in: *Beiträge zur 2. Arbeitstagung des khdm*, Paderborn.

**Knospe, H.** (2011). Der Eingangstest Mathematik an Fachhochschulen in Nordrhein-Westfalen von 2002 bis 2010. *Proceedings des 9. Workshops Mathematik für ingenieurwissenschaftliche Studiengänge. Wismarer Frege-Reihe, 02/2011*, 8-13.

**KMK** (Hrsg.) (2004). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss. – Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 4.12.2003*. München: Wolters Kluwer.

**Kröpke, H.** (2008). Tutorinnen und Tutoren – Stützen der Hochschullehre. *Journal Hochschuldidaktik*, 19(2), 17-19.

**Lawson, D., Croft, T. & Halpin, M.** (2003). *Good practice in the provision of mathematics support centres: Second edition of a guide for those interested in the establishment and development of mathematics support centres in institutes of higher education*. Birmingham: LTSN Maths Stats & OR Network.

**Reimpell, M., Hoppe, D., Pätzold, T. & Sommer, A.** (2014). Brückenkurs Mathematik an der FH Südwestfalen in Meschede – Erfahrungsbericht. In I. Bausch et al. (Hrsg.), *Mathematische Vor- und Brückenkurse, Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik* (S. 165-180). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

**Reimpell, M. & Szczyrba, B.** (2007). Studierende als Dozierende – Kompetenzentwicklung durch ein Tutorenzertifizierungsprogramm. In B. Berendt et al. (Hrsg.), *Neues Handbuch Hochschullehre*. Berlin Stuttgart: Raabe.

**Riedl, L., Rost, D. & Schörner, E.** (2014). Brückenkurs für Studierende des Lehramts an Grund-, Haupt- oder Realschulen der Ludwig-Maximilians-Universität München. In I. Bausch et al. (Hrsg.), *Mathematische Vor- und Brückenkurse, Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik* (S. 55-65). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

**Roegner, K., Seiler, R. & Timmreck, D.** (2014). E-xploratives Lernen an der Schnittstelle Schule/Hochschule. Didaktische Konzepte, Erfahrungen, Perspektiven. In I. Bausch et al. (Hrsg.), *Mathematische Vor- und Brückenkurse, Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik* (S. 181-196). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

**Ruhnau, B.** (2013). *Wie der Vorkurs Mathematik Grundlagen auffrischt und Einstellungen verändert.* <http://lama.uni-paderborn.de/2-arbeitstagung-des-khdm-13.html>, Stand vom 20. September 2013.

**Trapmann, S., Hell, B., Weigand, S. & Schuler, H.** (2007). Die Validität von Schulnoten zur Vorhersage des Studienerfolgs – eine Metaanalyse. *Zeitschrift für pädagogische Psychologie*, 21(1), 11-27.

## Autorin und Autoren



Ronja KÜRTE M. Ed. || Westfälische Wilhelms-Universität  
Münster, Institut für Didaktik der Mathematik und der Informatik ||  
Fliednerstr. 21, D-48165 Münster || Fachhochschule Münster, Ab-  
teilung Steinfurt || Stegerwaldstr. 39, D-48565 Steinfurt

[www.fh-muenster.de/rechenbruecke](http://www.fh-muenster.de/rechenbruecke)

[ronja.kuerten@uni-muenster.de](mailto:ronja.kuerten@uni-muenster.de)



Prof. Dr. Gilbert GREEFRATH || Westfälische Wilhelms-  
Universität Münster, Institut für Didaktik der Mathematik und der  
Informatik || Fliednerstr. 21, D-48165 Münster

[greefrath@uni-muenster.de](mailto:greefrath@uni-muenster.de)



Prof. Dr. phil. Dipl.-Ing. Thilo HARTH || Wissenschaftlicher Lei-  
ter des Wandelwerks – Zentrum für Qualitätsentwicklung, Fach-  
hochschule Münster || Robert-Koch-Straße 30, 48149 Münster

[thilo.harth@fh-muenster.de](mailto:thilo.harth@fh-muenster.de)



Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Phys. Martin POTT-LANGEMEYER || Fach-  
hochschule Münster, Fachbereich Chemieingenieurwesen || Ste-  
gerwaldstraße 39, D-48565 Steinfurt

[pott-langemeyer@fh-muenster.de](mailto:pott-langemeyer@fh-muenster.de)