

**Herold DEHLING, Eva GLASMACHERS, Birgit GRIESE,
Jörg HÄRTERICH¹ & Michael KALLWEIT (Bochum)**

MP² – Mathe/Plus/Praxis: Strategien zur Vorbeugung gegen Studienabbruch

Zusammenfassung

Die Grundlagenfächer, und dabei insbesondere die Mathematik, stellen in den Ingenieurwissenschaften für eine große Gruppe von Studierenden eine scheinbar unüberwindliche Hürde dar. Im Projekt *MP² – Mathe/Plus/Praxis* wurden an der Fakultät für Mathematik der Ruhr-Universität Bochum Maßnahmen entwickelt und erprobt, um hohen Durchfallquoten und unnötigem Studienabbruch in der Studieneingangsphase der Ingenieurwissenschaften entgegenzuwirken. Die Ausgestaltungen der beiden Teilprojekte *MathePlus* und *MathePraxis*, die bisherigen Evaluationsergebnisse sowie aktuelle Weiterentwicklungen werden näher vorgestellt.

Schlüsselwörter

Studieneingangsphase, Ingenieurwissenschaften, Studienabbruch, Mathematik, Studienreformprojekt

¹ E-Mail: joerg.haerterich@rub.de

MP² – Mathe/Plus/Praxis: retention strategies for first year engineering students

Abstract

The first-year engineering curriculum, and mathematics in particular, presents a huge barrier for a large group of students. At the Mathematics department of Ruhr-University Bochum, a set of interventions was developed and evaluated within the programme *MP² – Mathe/Plus/Praxis* with the objective of reducing failure rates in early exams. This paper describes the basic principles of the implementation of both sub-programmes *MathePlus* and *MathePraxis*, as well as the results of the evaluations and their implications for future developments.

Keywords

first-year curriculum, engineering studies, retention rate, mathematics, teaching reform project

1 Einführung

Mathematik gilt im Studium der Ingenieurwissenschaften traditionell als schwieriges Fach. Gleichzeitig ist mathematische Kompetenz eine Schlüsselqualifikation in allen naturwissenschaftlich-technischen Fächern. Defizite in diesem Bereich kristallisieren sich direkt zu Beginn des Studiums an den harten Grundlagenfächern heraus und führen zu schlechten Bestehensquoten in den Prüfungen und damit oft zum frühen Studienabbruch. Insgesamt liegt die Schwundquote in den Ingenieurwissenschaften bei über 50 % der Studienanfänger/innen (HEUBLEIN, RICHTER, SCHMELZER & SOMMER, 2012; IN DER SMITTEN & HEUBLEIN, 2013). Auf der Basis langjähriger Erfahrung in der Mathematikausbildung von Studierenden der Ingenieur- und Naturwissenschaften wurden an der Fakultät für Mathematik an der Ruhr-Universität Bochum im Projekt *MP² – Mathe/Plus/Praxis* Maßnahmen für bestimmte Studierendengruppen entwickelt und erprobt, um hohen Durchfallquoten und unnötigem Studienabbruch in der Studieneingangsphase ent-

gegenzuwirken. Der Ansatz des Projekts wurde konkret von zwei Hypothesen geleitet:

1. Studienanfänger/innen sind durch den Übergang von Schule zu Hochschule mit einer Fülle von Problemen konfrontiert. So lassen sich die Lernmuster, die in der Schule funktioniert haben, oft nicht mehr erfolgreich an der Universität einsetzen. Probleme bei der Umstellung auf intensive, selbstständige und effiziente Arbeitsweisen sind die Folge.
2. Im weiteren Verlauf der Studieneingangsphase fällt der fehlende Praxisbezug immer stärker ins Gewicht. Erst in höheren Semestern werden anwendungsnahe Probleme bearbeitet, in denen Verfahren und Konzepte aus verschiedenen Disziplinen verschmelzen. Viele Studierende können ihr Berufsziel in den Lehrveranstaltungen des Anfangssemesters nicht erkennen, verlieren die Motivation und zweifeln an ihrer Studienfachwahl.

In der Konzeptionsphase 2010-2012 wurde das Projekt durch einen Preis des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft in Zusammenarbeit mit der Heinz-Nixdorf-Stiftung gefördert. Seitdem wird es anhand neuer Erkenntnisse sowie durch den Austausch mit anderen Projekten zur Verbesserung der Lehre in der Studieneingangsphase im Rahmen des Bündnis Lehren stetig weiterentwickelt und evaluiert.

In diesem Artikel sollen die zentralen Ansätze des Projekts sowie Details zur Ausgestaltung und Weiterentwicklung der Maßnahmen vorgestellt werden. Abschließend wird ein Überblick über den Stand der bisherigen Evaluationsergebnisse gegeben.

2 Zentraler Ansatz von *MathePlus*

Das Teilprojekt *MathePlus* beschäftigt sich mit der Studieneingangsphase in der Mathematikausbildung für Ingenieurinnen und Ingenieure und begegnet insbesondere den Schwierigkeiten der Erstsemester, sich adäquate Lernstrategien anzueignen. Erfahrungen zeigen, dass es eine zahlenmäßig relevante Gruppe Studierender

gibt, die sowohl ausreichende fachliche Kompetenzen als auch Interesse am Studienfach besitzt, aber große Probleme mit der eigenen Arbeitsorganisation und den an der Hochschule notwendigen Lerntechniken hat. Studierende aus dieser Risikogruppe, die sich ihrer Schwierigkeiten bewusst und bereit sind, ihr Lernverhalten den universitären Anforderungen anzupassen, erhalten methodische Unterstützung. Ziel dieser Bemühungen ist es, das Handwerkszeug für erfolgreiches Bestehen der ersten Mathematiklausuren und darüber hinaus des gesamten Studiums bereitzustellen.

Die ECTS-Kreditierung von Lehrveranstaltungen sieht neben der Präsenzzeit an der Hochschule eine von den Studierenden selbst zu organisierende Nacharbeitung der Lehrveranstaltung vor. Diese Zeit beträgt in der Regel das Doppelte der Präsenzzeit. Im Unterschied zu einem in der Schule sehr stark gelenkten Lernprozess wird an der Hochschule von den Studierenden eine eigenständige Strukturierung des Lernens erwartet. Die oben genannte Risikogruppe der Studierenden hat enorme Schwierigkeiten, innerhalb der ersten Wochen des Studiums ihr Arbeitsverhalten den neuen, von der Hochschule viel offener an die Studierenden herangetragenen Anforderungen anzupassen. In Fächern wie Mathematik, die von Beginn an durch ein schnelles Voranschreiten der aufeinander aufbauenden Inhalte geprägt sind, bedeutet eine fehlende angemessene Nacharbeitung der Vorlesung schon nach kurzer Zeit den Verlust des inhaltlichen Anschlusses. Rückblickend berichten Studierende, die Lehrveranstaltungen erst nach einem wiederholten Besuch erfolgreich absolviert haben, dass sie im ersten Studienjahr noch nicht mit der großen Freiheit bei der Zeitplanung des Lernprozesses umzugehen wussten. *MathePlus* greift als Zusatzangebot zu den regulären Vorlesungs- und Übungszeiten die freie Nacharbeitungszeit auf und gibt für eine Auswahl an Studierenden eine feinere und verbindliche Einteilung mit konkreten Arbeitspaketen für die Woche vor. Diese enge Führung bedeutet eine starke Einschränkung der studentischen Freiheit. Daher liegt die Besonderheit von *MathePlus* darin, dass die Studierenden sich aus eigenem Antrieb bewerben und sich freiwillig in Form eines Vertrages dazu bereiterklären, sich an die Vorgaben zu halten.

Konkret findet zur Identifizierung der Risikogruppe in Absprache mit den Dozierenden des Mathematikmoduls im ersten Semester nach ca. vier Wochen Vorlesungszeit ein Test zur Kontrolle des bisherigen Lernerfolgs statt, dessen Ergebnis für viele Studierende eine deutliche Diskrepanz zur Selbsteinschätzung offenbart. Die Zielgruppe von *MathePlus* besteht aus denjenigen, die nicht die erwartete Leistung erbracht haben und zu der Erkenntnis kommen, dass sie ihr Arbeitsverhalten ändern müssen, und sich selbst eingestehen, dass sie hierzu Unterstützung von außen benötigen. Diese Einstellung ist eine zentrale Grundvoraussetzung für den Erfolg des Projekts *MathePlus*. Unterstützt wird dies noch durch ein Bewerbungs- und Auswahlverfahren für das Projekt, das einerseits den besonderen Wert des Angebots unterstreicht, andererseits für die Studierenden bei erfolgreicher Aufnahme ein motivierendes erstes Erfolgserlebnis bietet.

Unmittelbar nach dem Test erhalten Studierende, die deutlich unterdurchschnittliche Ergebnisse erzielt haben, das Angebot und die Aufforderung, sich für das *MathePlus*-Programm zu bewerben. Explizit von dieser Einladung ausgeschlossen werden Studierende mit völlig ungenügenden Leistungen. Die Interessentinnen und Interessenten müssen zur Aufnahme ins Projekt eine kurze schriftliche Bewerbung einreichen, in der insbesondere der fachliche Status und die persönliche Motivation für die Projektteilnahme abgefragt werden. Erfahrungsgemäß werden ca. 30 % der Studierenden eines Jahrgangs für das Projekt angesprochen und mehr als die Hälfte der Angesprochenen bewirbt sich um die Teilnahme an *MathePlus*. Die endgültige Aufnahme erfolgt erst mit der Unterzeichnung des Vertrags zwischen den einzelnen Studierenden und der Projektleitung, die im Verlauf des Projekts einen engen persönlichen Kontakt pflegen werden. In dieser Vereinbarung werden für beide Seiten Pflichten, aber auch Rechte festgehalten. Die Teilnahmebedingungen für die Studierenden umfassen neben der wöchentlichen Mitarbeit an allen Elementen von *MathePlus* auch die aktive Teilnahme an den regulären Vorlesungen, Übungen sowie wöchentliche Hausaufgaben. Verstöße können zum Ausschluss aus dem Projekt führen. Die Erfahrung zeigt, dass diese Verträge von den Studierenden ernst genommen werden und die Aufnahme in das Projekt als Auszeichnung empfunden wird. Etwa 10 % der Teilnehmer/innen von *MathePlus* verlassen vorzeitig das Projekt.

Das Projekt *MathePlus* begleitet die Teilnehmer/innen ca. ab der sechsten Vorlesungswoche bis zur ersten Klausur. Der Zeitraum umfasst damit neun Vorlesungswochen und etwa drei weitere Wochen der vorlesungsfreien Zeit. Da das Projekt mit der ersten Klausur (inkl. der individuellen Nachbesprechung der Klausurergebnisse) endet und die Studierenden von da an allein erfolgreich ihr weiteres Studium bestreiten sollen, ist eine zentrale Strategie der „geplante Rückzug“: Zu Beginn werden die Studierenden sehr eng geführt und es werden ihnen feste Arbeitsweisen sowie eine Zeitplanung vorgegeben. Im Laufe des Semesters werden sie aber immer stärker angehalten, Entscheidungen bei sich immer weiter öffnenden Wahlmöglichkeiten selbst zu treffen und die eigene Verantwortung stärker wahrzunehmen. Dies hat das Ziel, dass die Studierenden einen eigenständigen, individuell passenden und nachhaltigen Lern- und Arbeitsstil entwickeln.

3 Überblick über die einzelnen Bestandteile von *MathePlus*

Die Besonderheit des Konzepts von *MathePlus* liegt neben den ausgefeilten Maßnahmen, die in diesem Abschnitt im Einzelnen ausgeführt werden, auch in ihrer Verzahnung untereinander und der Ausgewogenheit aus verpflichtenden Teilnahmebedingungen und Anreizen. Wesentlich sind hierbei aber auch die hohe Verbindlichkeit der Angebote für die Teilnehmer/innen nach Aufnahme in das Projekt, die soziale Einbindung in eine feste Lerngruppe, der regelmäßige persönliche Kontakt und das Feedback der/des wissenschaftlichen Mitarbeitenden zur Lerngruppe sowie die Aktivierung der Teilnehmer/innen. Insbesondere entspricht die Ausgestaltung der einzelnen Maßnahmen den von KENDALL BROWN, HERSHOCK, FINELLI & O'NEAL (2009) zusammengestellten Empfehlungen zur Vermeidung von Studienabbruch in den MINT-Fächern.

Zentraler Baustein ist bei *MathePlus* die persönliche Betreuung der Studierenden in *Lerngruppen* von ca. 25 Studierenden, die sich wöchentlich treffen. In der Regel werden vier bis sechs dieser Lerngruppen eingerichtet, die von erfahrenem wissen-

schaftlichem Personal geleitet werden, das neben hoher fachlicher auch eine hohe didaktische Qualifikation mitbringt. Nur so kann eine zielgruppenorientierte Gestaltung der Lerngruppen sowie individuelle wertschätzende Förderung jeder bzw. jedes einzelnen Studierenden gewährleistet werden. Eine besondere Herausforderung besteht darin, die Studierenden immer wieder mit ehrgeizigen, aber realistischen Zielen in Lernsituationen zu führen, in denen sie motivierende Erfolgserlebnisse machen können. Konkret werden in der *Lerngruppe* Lernmethoden am Beispiel eines aktuellen Vorlesungsthemas vorgestellt und erprobt sowie Hilfestellungen beim selbstorganisierten Lernen gegeben. Der Fokus dieser wöchentlichen Treffen liegt sehr stark auf dem eigenverantwortlichen und kooperativen Arbeiten, das mit selbstorganisierten Arbeitsaufträgen auch auf die restliche Woche ausgeweitet wird.

Neben der Lerngruppe ist ein von studentischen Hilfskräften an mehreren Terminen in der Woche betreutes fachliches *HelpDesk* Anlaufstelle für die Studierenden mit konkreten, bei der Lösung von Hausaufgaben oder der Nacharbeitung der Vorlesung auftretenden Fragen. Das *HelpDesk* wurde bereits in der Konzeptionsphase so gut angenommen, dass es zu einem Arbeitsraum ausgeweitet wurde, in dem die Studierenden sich zum Arbeiten treffen können.

Ein weiterer Baustein von *MathePlus* ist das *Arbeitsbuch*, welches das wöchentliche Schwerpunktthema der Lerngruppe aufgreift und zur Reflexion anregt. Es vertieft die bearbeiteten Themen, stellt weitere Techniken als Anleitung für die Beschäftigung zuhause vor und gibt einen Ausblick auf die nächste Gruppensitzung. Durch positive Erfahrungen in den ersten Projektdurchgängen ist das Arbeitsbuch zu einem integralen Bestandteil von *MathePlus* geworden. Das aktuelle Kapitel des Arbeitsbuchs liegt den Studierenden jeweils ein paar Tage vor dem nächsten Gruppentermin zur Abholung im *HelpDesk* bereit.

Als Beispiel soll der inhaltliche Aufbau einer Gruppensitzung zur Arbeit mit der Vorlesungsmitschrift skizziert werden:

Nach einem Austausch innerhalb der Lerngruppe darüber, was eine gute Mitschrift ausmacht, fertigen die Teilnehmer/innen zu einer kurzen, simu-

lierten Probevorlesung eine Mitschrift an. Diese Mitschriften werden in Partnerarbeit korrigiert, ergänzt und mit Verbesserungsvorschlägen versehen. Aufbauend auf die Mitschriften werden dann in der Gruppe Verständnisfragen zum Inhalt der Probevorlesung gesammelt. Diese Kontrollfragen bieten wiederum eine Unterstützung bei der Nacharbeitung der Probevorlesung für alle Studierenden der Lerngruppe.

Die Studierenden sind verpflichtet, ein wöchentliches elektronisches *LearningLog* zur Selbstregulierung des Lernens auch außerhalb der universitären Veranstaltungen auszufüllen. Mit Fragen zur aktuellen Befindlichkeit und zum Planungsstand der vorangegangenen sowie der kommenden Woche wird eine Reflexion des eigenen Lernprozesses angeregt. Die hier gesammelten Daten sind für die hochschuldidaktische Begleitforschung und die Weiterentwicklung von *MathePlus* äußerst wertvoll. Seitens der Studierenden wird aber kein Baustein von *MathePlus* so kritisch bewertet wie das *LearningLog*. Nach Erfahrungen mit täglichen und wöchentlichen Varianten wird aktuell an einer neuen Version gearbeitet, der *MatheMücke*, die den spielerischen Aspekt unterstreicht. Hier werden ein individualisierbarer Avatar und ein spielerischer Umgang mit hinterlegtem Material angeboten, aber es werden weiterhin auch Reflexions- und Planungsfragen zum Arbeitsverhalten gestellt, die jedoch stärker als bisher variieren. Sehr gute Erfahrungen wurden außerdem mit *Blitzgesprächen* geführt. Hierbei geht die/der wissenschaftliche Mitarbeitende in einer Sitzung der Lerngruppe mit jeder bzw. jedem Studierenden für fünf Minuten vor die Tür und fragt diese nach ihrer bzw. seiner Selbsteinschätzung des aktuellen Lernverhaltens und -erfolgs. Diese wird dann von der/dem Mitarbeitenden durch ihre/seine Perspektive ergänzt und die Studierenden erhalten neben der Rückmeldung eines spezifischen Entwicklungsfortschritts einen individuellen Tipp zur Optimierung des weiteren Arbeitens. Diese Gespräche bewirkten eine große Stärkung des Vertrauensverhältnisses sowie eine sehr effiziente und effektive Kombination aus der Erstellung einer Momentaufnahme zum Stand der Lerngruppe als auch der Weitergabe von individuellem Feedback.

Mehr Möglichkeiten zum fachlichen Üben und Austausch von Material innerhalb der Lerngruppen bietet der begleitende *eLearning-Kurs*. Die Vernetzung und

Kommunikation der Studierenden untereinander wird durch Integration bestehender *Social Networks* unterstützt. Die Erfahrungen zeigen, dass dieser Kurs sehr eng an die Arbeit in der Lerngruppe gebunden und insbesondere zu Beginn mit klaren Arbeitsanweisungen verknüpft werden muss, damit die Studierenden diesen nutzen.

Projektteilnehmer/innen aus vorangegangenen Projektdurchläufen begleiten die aktuellen Erstsemester als *Patinnen und Paten* mit ihren persönlichen Erfahrungsberichten und Tipps. Der nur geringe Studienvorsprung der *Patinnen und Paten* wirkt identitätsstiftend und führt zur schnelleren Akzeptanz der Notwendigkeit, die eigenen Arbeitstechniken weiterzuentwickeln. Gleichzeitig bietet der Kontakt zu den *Patinnen und Paten* der Projektleitung eine Möglichkeit, die Biographien einzelner Studierender nach Ende des ersten Semesters mitzuverfolgen.

Der Anreiz der Teilnahme an einem *Repetitorium* zur Klausurvorbereitung nach Vorlesungsende sowie einer *Probeklausur* zum Erproben von Klausurstrategien erhöht zudem die Motivation, die im Eingangsvertrag vereinbarten Teilnahmebedingungen einzuhalten.

4 Ansatz und Ausgestaltung von *MathePraxis*

Das Teilprojekt *MathePraxis* nimmt die zweite der in der Einleitung genannten Hypothesen zum Studienabbruch in den Fokus. Es richtet sich an Studierende, die das erste Semester zwar erfolgreich absolviert haben, die aber signalisieren, dass sich ihnen die Relevanz der Studieninhalte (noch) nicht erschließt. Wie in der Studie von DERBOVEN & WINKER (2010) erläutert, trifft diese Problematik häufig auf „studienkompetente Technikengagierte“ unter den Studienabbrecherinnen und Studienabbrechern zu, die ihr Interesse am Studium verlieren, „weil das Grundstudium primär Grundlagen als unzusammenhängendes Wissen vermittelt“.

Konkrete Anwendungsbeispiele kommen typischerweise in den Mathematikveranstaltungen des ersten Studienjahrs nur vereinzelt vor. Oft wird dabei nur das Vorkommen bestimmter Objekte, Eigenschaften oder Verfahren in einem ingenieur-

wissenschaftlichen Kontext aufgezeigt, ohne dass die genauen Zusammenhänge vertieft werden. *MathePraxis* bietet Studierenden die Gelegenheit, in Praxisprojekten zu entdecken, wie Mathematik in ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen eingeht und wie sich im Zusammenspiel zwischen Ingenieurwissenschaften, Modellierung und Mathematik realistische Probleme lösen lassen.

Ebenso wie *MathePlus* erlaubt auch *MathePraxis* durch die kleinere Teilnehmerzahl Lernformen, die in den großen Lehrveranstaltungen aus Mangel an Ressourcen nicht realisierbar sind. Die Studierenden erarbeiten sich hier in Kleingruppen den Stoff anhand von Leittexten und durch regelmäßige Treffen mit den Projektbetreuerinnen und -betreuern, bei denen es sich in der Regel um Wissenschaftliche Mitarbeiter/innen aus der Fakultät für Mathematik handelt, die Erfahrung mit angewandten Fragestellungen insbesondere aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften haben. Ziel der Gruppen ist dabei, eine technische Abschlusspräsentation zu erstellen, in der das Ausgangsproblem und die Lösung wissenschaftlich korrekt und für Studierende aus denselben Studiengängen verständlich dargestellt wird. Wie in *MathePlus* stehen auch in *MathePraxis* Studierende aus höheren Semestern als Patinnen und Paten zur Verfügung und beraten die Gruppen bei der Gestaltung der Abschlusspräsentation.

Die Fragestellungen und Aufgaben in den Leittexten unterscheiden sich deutlich von den üblichen Mathematik-Übungsaufgaben. Sie enthalten mehr offene Fragestellungen („Überlegen Sie sich verschiedene Kriterien, nach denen ein optimaler Kühler ausgesucht werden könnte. Denken Sie dabei vor allem an praktische Aspekte wie Größe, Gewicht, Kosten, ...“) und sollen zur Diskussion und Reflexion anregen („Schreiben Sie eine Zusammenfassung, was bisher geschah: Was war die Ausgangsfrage? Was möchten wir am Ende des Projekts erreicht haben? Welche Schritte sind dorthin nötig? Was haben wir bisher davon schon erledigt?“). Eine Ausarbeitung der Projekte als Vorlage zur Umsetzung eigener Praxisprojekte oder zum Selbststudium ist vor kurzem erschienen (siehe HÄRTERICH & ROOCH, 2014).

Im Verlauf mehrerer Durchgänge von *MathePraxis* seit 2011 haben sich verschiedene Faktoren als wichtig für den Erfolg der Gruppenarbeit herausgestellt. Da die Werkzeuge, die in der Mathematik und der Technischen Mechanik in den ersten Semestern bereitgestellt werden, begrenzt sind, ist das Vorgehen an vielen Stellen weitgehend vorgegeben und es ergibt sich nur wenig Spielraum für alternative Lösungswege. Hier ist es von großer Wichtigkeit, dass die Projektbetreuer/innen erfahren und flexibel genug sind, um Sackgassen zu erkennen, aber zugleich richtige Ansätze zu fördern und mit möglichst geringer Hilfe von außen in die richtige Richtung zu lenken.

Selbst, wenn der mathematische Werkzeugkasten im ersten Studienjahr noch recht begrenzt erscheint, ist es jedoch für viele Studierende schwer, auf Anhieb die passenden Methoden zu finden. Anders als Übungsaufgaben, die klar einem bestimmten Themengebiet zugeordnet sind, muss nun aus dem gesamten Spektrum an Möglichkeiten ein geeigneter Zugang gesucht werden. Außerdem muss an manchen Stellen das Wissen aus der Technischen Mechanik mit den Resultaten aus der Mathematik kombiniert werden, um beispielsweise korrekte Randbedingungen aufzustellen oder Stabilitätskriterien anzugeben. Hierfür benötigen die Studierenden sehr viel mehr Zeit als erfahrene Expertinnen und Experten, so dass der Umfang der Projekte im Verlauf mehrerer Durchgänge mit verschiedenen Studierendengruppen gegebenenfalls etwas reduziert wurde.

Darüber hinaus ist es wichtig, deutlich zu kommunizieren, dass ein gutes Verständnis der Ergebnisse bei allen Gruppenmitgliedern wichtiger ist als der individuelle Vergleich zwischen den einzelnen Studierenden. Da die *MathePraxis*-Gruppen hinsichtlich der Mathematikkenntnisse oft sehr inhomogen zusammengesetzt sind, muss die Projektleitung darauf achten, dass die gemeinsame Ergebnissicherung in regelmäßigen Abständen stattfindet. Um dies zu unterstützen, führt jede/r *MathePraxis*-Teilnehmende ein eigenes Projektheft, in dem Aufgabenverteilungen, Vorschläge und Ergebnisse protokolliert werden.

Eine weitere Herausforderung stellt die Leistungsbewertung dar. Da *MathePraxis* als Wahlfach kreditiert werden kann, muss die Leistung der Teilnehmer/innen be-

notet werden. Als Format wurde hier die Bewertung der gemeinsamen Abschlusspräsentation jeder Gruppe in Kombination mit einer kurzen mündlichen Prüfung gewählt. Da eines der Leitmotive bei der Ausarbeitung der Praxisprojekte darin besteht, dass keine mathematischen Inhalte verwendet werden sollen, die über den Umfang der Vorlesungen des ersten Studienjahrs hinausgehen, kann die Bewertung der mathematischen Aspekte nur eine kleine Rolle spielen, denn das Beherrschen der mathematischen Techniken wird gezielt in den Mathematik-Prüfungen abgefragt und beurteilt. Stattdessen spielen bei der Bewertung der Abschlusspräsentation die Auswahl des Materials, die Gestaltung in Hinblick auf Korrektheit und Angemessenheit für die Zielgruppe sowie die kommunikativen Aspekte der Präsentation eine wichtige Rolle.

In den mündlichen Prüfungen wird ein Ausgleich zwischen den mathematischen und den nicht-mathematischen Aspekten angestrebt. Hat beispielsweise ein Teilnehmer in der Abschlusspräsentation vorwiegend über die technischen Hintergründe berichtet, so wird er in der mündlichen Prüfung eher nach dem mathematischen Vorgehen befragt, während eine Teilnehmerin, die im Vortrag eine konkrete Rechnung erläutert hat, eher nach der anschaulichen Bedeutung der gewählten Rand- und Anfangsbedingungen gefragt wird.

5 Evaluationsergebnisse

Im Rahmen der hochschuldidaktischen Begleitforschung zu *MathePlus* und *MathePraxis* werden verschiedene qualitative und quantitative Daten erhoben und in Beziehung zu den Prüfungsergebnissen gesetzt sowie Evaluationen im Bezug auf die Steigerung der Selbstwirksamkeit durchgeführt. Die wissenschaftliche Begleitung erfolgte hierbei hauptsächlich durch Prof. Dr. Bettina Rösken-Winter.

Im Teilprojekt *MathePlus* wurden in der Konzeptionsphase die einzelnen Maßnahmen und ihre Verzahnung im Sinne von Design-Based Research nach BURKHARDT & SCHOENFELD (2003) sowie GRAVEMEIJER & COBB (2006) optimiert und werden punktuell noch immer weiterentwickelt. Auf der Theorieebene

hat die Auswertung der Umfragen zu Lernstrategien Zweifel über die direkte Messbarkeit metakognitiver Strategien (nicht jedoch über ihre Relevanz) aufgeworfen, wohingegen sich die Skalen zu kognitiven und ressourcenbezogenen Lernstrategien als stabil erwiesen. Das hat sowohl Auswirkungen auf die Anschlussforschung, für die sich nun andere Messinstrumente empfehlen, als auch auf die Interpretation der Ergebnisse. In der Konzeptionsphase wurde außerdem in einem experimentellen Design der Einfluss des persönlichen Kontakts und damit der sozialen Anbindung an eine (konzeptionell und inhaltlich geleitete) Lerngruppe untersucht. Der Erfolg von *MathePlus* zeigt sich in einer hohen Zufriedenheit der Teilnehmer/innen mit den Angeboten (vgl. GRIESE & KALLWEIT, 2014) sowie in den Auswirkungen auf die Klausurergebnisse. In den letzten beiden Jahren lag die Bestehensquote der Teilnehmer/innen von *MathePlus* bei etwa 17 Prozentpunkten über der Vergleichsgruppe und sogar über der Gesamtheit aller Studierenden [vgl. Abb. 1].

	WS 11/12	WS 12/13
Klausurteilnehmer/innen	59,13 %	58,12 %
MathePlus	70,69 %	72,86 %
Vergleichsgruppe(*)	53,33 %	56,25 %

(*) Teilnehmer/innen mit weniger als 9 (von 12) Punkten in der 1. Miniklausur

Abb. 1: Bestehensquoten in der 1. Mathematiklausur

Neben dieser Auswertung der Klausurergebnisse lag der Fokus der bisherigen Evaluationen auf der Untersuchung des Arbeitsverhaltens und der Motivation der Studierenden. Hierzu wurden der LIST-Fragebogen nach WILD & SCHIEFELE (1994) sowie ein modifiziertes Lerntagebuch nach SCHMITZ & WIESE (2006) eingesetzt. Dabei zeigten sich z. T. signifikante Unterschiede im Lernverhalten und in der Motivationslage (GRIESE, GLASMACHERS, KALLWEIT & ROESKEN, 2011), die der Projektteilnahme zugeschrieben werden können: Teilnehmer/innen

von *MathePlus* gaben signifikant öfter an, elaboriertere Lernstrategien zu nutzen, also z. B. die Lerninhalte zueinander in Beziehung zu setzen, anstatt diese lediglich aufzulisten oder auswendig zu lernen. Zudem lernten sie, eine detaillierte Zeitplanung zu schätzen, und lobten insbesondere die Möglichkeiten, kompetente inhaltliche Hilfestellung in angenehmer Atmosphäre in Anspruch nehmen zu können. Allerdings lieferten die Auswertungen auch das Ergebnis, dass das Lerntagebuch in der zu Beginn geplanten Form nicht sinnvoll war. Es wird daher weiterentwickelt (siehe GRIESE & KALLWEIT, 2014).

Im Teilprojekt *MathePraxis* wird mit gut 30 Teilnehmenden jährlich eine deutlich kleinere Gruppe von Studierenden betrachtet. Da eine Teilnahmevoraussetzung das erfolgreiche Bestehen der ersten Mathematiklausur ist, ist die Untersuchung der Erfolgsquote bei der zweiten Mathematiklausur im Vergleich zur Gesamtheit der Studierenden nicht sinnvoll. Die Evaluation von *MathePraxis* nimmt daher wichtige andere Aspekte ins Visier. Hierzu wurde anhand eines modifizierten Fragebogens nach GRIGUTSCH, RAATZ & TÖRNER (1998) die Änderung der Bedeutungseinschätzung von bestimmten mathematischen Themen untersucht. Es zeigte sich, dass für einzelne mathematische Themen wie die Taylorentwicklung oder Differentialgleichungen, die in den Projekten angewendet werden, signifikante Unterschiede in der Bedeutungseinschätzung zwischen den Teilnehmenden von *MathePraxis* und Nichtteilnehmenden vorliegen. Darüber hinaus ist in der Projektgruppe ein leichter Trend zu einer mehr problem- und prozessorientierten Sichtweise der Mathematik zu erkennen (siehe ROOCH, KISS & HÄRTERICH, 2013).

Weiterhin wurden mit einem modifizierten Fragebogen nach GÓMEZ-CHACÓN & HAINES (2008) das mathematische Selbstvertrauen und das Interesse an Mathematik untersucht. Die *MathePraxis*-Teilnehmer/innen zeigen eine signifikant höhere Bereitschaft, Probleme selbst lösen zu wollen, Mathematik zu verstehen, auch außerhalb von Veranstaltungen über mathematische Probleme nachzudenken, und haben eine höhere Wertschätzung von Übungsaufgaben. Allerdings weisen sie ein signifikant niedrigeres mathematisches Selbstvertrauen im Vergleich zu Nichtteilnehmenden auf. Diese auf den ersten Blick negative Entwicklung lässt aber bei gleichzeitig gestiegenem Interesse für Mathematik und guten Klausurergebnissen

auf eine tiefe kognitive Weiterentwicklung und Reifung der Einstellung zur Mathematik und der Komplexität von technischen Anwendungen in der realen Welt schließen.

Mit Hilfe des BEvaKomp-Fragebogens (vgl. BRAUN, GUSY, LEIDNER & HANNOVER, 2008) wurde außerdem der subjektive Kompetenzzuwachs der *MathePraxis*-Teilnehmer/innen abgefragt. Dabei zeigt sich, dass die Studierenden nach eigener Einschätzung sowohl einen guten Überblick über ihr Projekt geben als auch zentrale Begriffe und Sachverhalte wiedergeben können. Die überwiegende Mehrheit kann sich mit dem Ergebnis der Arbeitsgruppe voll und ganz identifizieren und ein großer Anteil fühlt sich durch das Projekt in seiner Studienfachentscheidung bestärkt. Insgesamt zeigt die BEvaKomp-Umfrage, dass das studierendenzentrierte Lernformat von *MathePraxis* von den Studierenden gut bewertet wird.

6 Literaturverzeichnis

- Braun, E., Gusy, B., Leidner, B. & Hannover, B.** (2008). Kompetenzorientierte Lehrevaluation – Das Berliner Evaluationsinstrument für selbsteingeschätzte, studentische Kompetenzen (BEvaKomp). *Diagnostica*, 54(1), 30-42.
- Burkhardt, H. & Schoenfeld, A.** (2003). Improving Educational Research: Toward a More Useful, More Influential, and Better-Funded Enterprise. *Educational Researcher*, 32(9), 3-14.
- Derboven, W. & Winker, G.** (2010). „Tausend Formeln und dahinter keine Welt“. Eine geschlechtersensitive Studie zum Studienabbruch in den Ingenieurwissenschaften. *Beiträge zur Hochschulforschung*, 32(1), 56-78.
- Gómez-Chacón, I. M^a. & Haines, C.** (2008). Students' attitudes to mathematics and technology. Comparative study between the United Kingdom and Spain. *ICME-11, 11th International Congress on Mathematical Education*. <http://tsg.icme11.org/tsg/show/31>, Stand vom 26. August 2013.

- Gravemeijer, K. & Cobb, P.** (2006). Design Research from a Learning Design Perspective. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney & N. Nieveen (Hrsg.), *Educational Design Research* (S. 45-85). London, New York: Routledge.
- Griese, B., Glasmachers, E., Kallweit, M. & Roesken, B.** (2011). Engineering students and their learning of mathematics. In B. Roesken & M. Casper (Hrsg.), *Current State of Research on Mathematical Beliefs XVII. Proceedings of the MAVI-17 Conference* (S. 85-96). Bochum: Professional School of Education, RUB.
- Griese, B. & Kallweit, M.** (2014). Lerntagebücher in der Studieneingangsphase – eine Bilanz. In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 455-458). Münster: WTM-Verlag.
- Grigutsch, S., Raatz, U. & Törner, G.** (1998). Einstellungen gegenüber Mathematik bei Mathematiklehrern. *Journal für Mathematikdidaktik*, 19(1), 3-45.
- Härterich, J. & Rooch, A.** (2014). *Das Mathe-Praxis-Buch: Wie Ingenieure Mathematik anwenden – Projekte für die Bachelor-Phase*. Wiesbaden: Springer Vieweg Verlag.
- Heublein, U., Richter, J., Schmelzer, R. & Sommer, D.** (2012). Die Entwicklung der Schwund- und Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen. Statistische Berechnungen auf der Basis des Absolventenjahrgangs 2010. *HIS: Forum Hochschule* 3/2012. Hannover: HIS.
- In der Smitten, S. & Heublein, U.** (2013). Qualitätsmanagement zur Vorbeugung von Studienabbrüchen. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 8(2), 98-109.
- Kendall Brown, M., Hershock, C., Finelli, C. & O'Neal, C.** (2009). Teaching for Retention in Science, Engineering, and Math Disciplines: A Guide for Faculty. *CRLT Occasional Paper*. Ann Arbor, MI: University of Michigan.
- Rooch, A., Kiss, C. & Härterich, J.** (2013). Brauchen Ingenieure Mathematik? – Wie Praxisbezug die Ansichten über das Pflichtfach Mathematik verändert. In I. Bausch, R. Biehler, R. Bruder, P. R. Fischer, R. Hochmuth, W. Koepf, S. Schreiber & T. Wassong (Hrsg.), *Mathematische Vor- und Brückenkurse: Konzepte, Probleme und Perspektiven* (S. 398-409). Wiesbaden: Springer Spektrum.

Schmitz, B. & Wiese, B. S. (2006). New perspectives for the evaluation of training sessions in self-regulated learning: Time-series analysis of diary data. *Contemporary Educational Psychology*, 31, 64-69.

Wild, K.-P. & Schiefele, U. (1994). Lernstrategien im Studium. Ergebnisse zur Faktorenstruktur und Reliabilität eines neuen Fragebogens. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 15, 185-200.

Autorinnen/Autoren



Prof. Dr. Herold DEHLING || Ruhr-Universität Bochum, Fakultät für Mathematik || Universitätsstr. 150, D-44870 Bochum

www.rub.de/ffm/Lehrstuehle/Lehrstuhl-XII/dehling.html

herold.dehling@rub.de



Dr. Eva GLASMACHERS || Ruhr-Universität Bochum, Fakultät für Mathematik || Universitätsstr. 150, D-44870 Bochum

www.ruhr-uni-bochum.de/ffm/fakultaet/dekanat/eg.html

eva.glasmachers@rub.de



OStR' Birgit GRIESE || Ruhr-Universität Bochum, Fakultät für Mathematik || Universitätsstr. 150, D-44870 Bochum

www.rub.de/ffm/Lehrstuehle/stochastik/griese.html

birgit.griese@rub.de



Dr. Jörg HÄRTERICH || Ruhr-Universität Bochum, Fakultät für
Mathematik || Universitätsstr. 150, D-44870 Bochum

www.rub.de/ffm/Lehrstuehle/Lehrstuhl-VII/haerterich.html

joerg.haerterich@rub.de



Dr. Michael KALLWEIT || Ruhr-Universität Bochum, Fakultät für
Mathematik || Universitätsstr. 150, D-44870 Bochum

www.ruhr-uni-bochum.de/ffm/lmi/kallweit

michael.kallweit@rub.de