

Katherine ROEGNER¹ & Michael HEIMANN (Berlin)

UniPlus: Transfer eines umfassenden Studienreformprojektes

Zusammenfassung

An der Technischen Universität Berlin wurden Studienreformprojekte im Modul „Lineare Algebra für Ingenieure“ über mehrere Jahre durchgeführt, um u. a. mehr Zeit für die persönliche Betreuung von Studierenden trotz großer Teilnehmerzahlen zu gewährleisten. Die eingeführten Maßnahmen wurden auf unterschiedliche Weise evaluiert und zum Teil auf das Modul „Analysis I für Ingenieure“ transferiert. In diesem Beitrag wird über die damit verbundenen Prozesse berichtet.

Schlüsselwörter

Blended Learning, Tutoriumsmodelle, Transparenz, Feedback

¹ E-Mail: roegner@math.tu-berlin.de

UniPlus: Transfer of an encompassing reform project

Abstract

At the Technical University Berlin, several reform projects were conducted in “Linear Algebra for Engineers” over the course of several years in order to gain more time to support the large number of course participants. The measures introduced into that course were then evaluated in different ways and partially transferred to “Analysis I for Engineers”. This paper reports on the corresponding process.

Keywords

blended learning, tutorial models, transparency, feedback

1 Einleitung

Das Modul „Lineare Algebra für Ingenieure“ (LinA) an der Technischen Universität (TU) Berlin wurde in den Zeiten des Diplomsystems nur von 34 % der angemeldeten Teilnehmer/innen erfolgreich durch das Bestehen einer der zwei am Ende des Semesters angebotenen Prüfungen (Klausuren) abgeschlossen. Mit der Einführung der Bachelorstudiengänge wurde das Modul reformiert, um die eher niedrigen Erfolgsquoten zu adressieren. Im alten Diplomsystem wurde seitens der Lehrenden festgestellt, dass die Studierenden frühzeitig aufhörten, regelmäßig in die Vorlesung zu gehen. Aufgrund des durch mangelnden Vorlesungsbesuch verursachten Nichtvertrautseins mit relevanten Begriffen konnte nicht erwartet werden, dass die Studierenden in der Lage seien, Aufgaben selbstständig in den Tutorien lösen zu können. Auch wurde bemerkt, dass die Studierenden auf Rückmeldung zu ihren Lernfortschritten lange warten mussten und die Transparenz bezüglich der an sie bei Klausuren gestellten Anforderungen weitgehend fehlte. Hinzu kam, dass die Tutorien je nach Präferenz der jeweiligen Lehrperson unterschiedlich durchgeführt wurden, und dass die didaktische Vorbildung der Lehrenden stark variierte. Seitens

der Assistentinnen und Assistenten wurde in jedem Semester aufs Neue viel Zeit für den Aufbau der Tutoriumsinhalte verwendet, welche ihnen dann zur Betreuung der Tutorinnen und Tutoren fehlte. Diesen verschiedenen Problembereichen wurde mit einer Reform des Kurses begegnet.

Seit dem Wintersemester 06/07 werden die Tutorien in LinA multimedial durchgeführt. Hierbei wird die Mumie-Lernplattform (Multimediale Mathematikausbildung für Ingenieure) derart eingesetzt, dass trotz rund 3000 Studienanfängerinnen und -anfängern pro Jahr, die das Modul belegen, ein individualisiertes Lehr- und Lernangebot entstanden ist. Einige Ziele des grundlegenden Konzeptes des assoziierten Projektes Tumult (Tutorien Multimedial) sind: Studierende zu motivieren, die Vorlesung zu besuchen, Studierende dazu zu bewegen, eine Mindestanzahl an Hausaufgaben pro Woche eigenständig zu bearbeiten, und Studierende im Tutorium dazu zu befähigen, unabhängiger von Lehrpersonen zu lernen. Die Studierenden erhalten elektronisch und direkt von der Lehrperson frühzeitig Rückmeldungen zu ihren Lernfortschritten. Des Weiteren wird Kleingruppenarbeit in den Tutorien angeboten, um eine stärkere soziale Anbindung der Studierenden zu fördern und mehr individuelle Betreuungszeiten zu ermöglichen. Letzteres kann eine erhöhte Transparenz bezüglich der Anforderungen an die Fachkompetenzen erzeugen.

Zwischen 2010 und 2014 wurde das Studienreformprojekt Unitus ebenfalls an der TU Berlin durchgeführt. In diesem Projekt lagen die benötigten Ressourcen für den Lehrbetrieb sowie für den Lernprozess im Fokus. Diese Ressourcen bieten Unterstützung auf drei Ebenen an: Studierende, Tutorinnen und Tutoren sowie Assistentinnen und Assistenten. Der Transfer der entstandenen grundlegenden Konzepte auf das Modul „Analysis I für Ingenieure“ wurde im Rahmen des UniPlus-Projektes untersucht und z. T. durchgeführt.

2 Tumult: Konzepte und Ergebnisse

Das Tumult-Modell (ROEGNER & SEILER, 2012) wurde in Zusammenarbeit mit dem Mumie-Team (siehe www.mumie.net) konzipiert. Die Kursinhalte mit zahl-

reichen elektronischen Trainings- und Hausaufgaben wurden vom Mumie-Team bereitgestellt und in Kooperationen mit den Assistentinnen und Assistenten im Kurs weiterentwickelt. Aufgaben bezüglich des Aufbaus bzw. der Organisation der Tutorien wurden überwiegend von der Autorin bzw. dem Autor übernommen.

Im Tumult-Modell bearbeiten die Studierenden elektronisch einzureichende Aufgaben (FRIED, 1999), z. B. Matrixmultiplikation oder das geometrische Verstehen der Eigenvektorgleichung für Matrizen in \mathbf{R}^2 , vor der Vorlesung, um dadurch einen Einstieg in die Thematik zu erhalten. Um die Prelearning-Aufgaben, Vorlesungsinhalte und Tutoriumsinhalte zu verbinden, wurden vertiefende Fragen entwickelt, auf die dann in den Tutorien eingegangen wird. Die multimedialen Lehrkomponenten wurden derart in die Tutorien eingebunden, dass u. a. durch die Themen der Prelearning-Aufgaben Zeit im Tutorium eingespart wird, die dann den tiefergehenden Konzepten (z. B. lineare Abbildung, Bild und Kern) gewidmet werden kann. Geeignete multimediale Lernkomponenten wurden für die Kleingruppenarbeit in den Tutorien identifiziert bzw. neu konzipiert.

Die Tutorien wurden nach einem Design-based-Research-Ansatz (COLLINS, JOSEPH & BIELACZYK, 1992) aufgebaut. Dies ist ein zyklisches Verfahren, bei dem man die Problematik identifiziert, einen Ansatz formuliert, entwickelt, ausprobiert und evaluiert. Das Ziel war es, die Studierenden im Tutorium durch den Einsatz von multimedialen Komponenten zu einer aktiveren Mitarbeit zu motivieren. Dafür wurde die PPP-Methode aus dem Fremdsprachenunterricht auf den Fall der Mathematik angepasst und zu einem P4-Vorgehen ((a) Preteach, (b) Practice, (c) Production, (d) Presentation) erweitert. Die Tutorinnen und Tutoren fungieren in diesem P4-Modell abwechselnd als Mentor/in / Lerncoach/in / Instrukteur/in. Um das P4-Modell zu implementieren, wurden unterschiedliche Unterstützungsangebote für die Tutorinnen und Tutoren im Kurs entwickelt. Dazu zählen u. a. wöchentliche Tutorblätter mit vielen Hinweisen und Anregungen zur Methodik, zu Fragestellungen für die Leitung und Moderation von Diskussionen, zu typischen studentischen Fehlern sowie zum Einsatz von Medien im Tutorium.

Das P4-Modell wird im Folgenden kurz beispielhaft für das Thema Eigenwerte und Eigenvektoren vorgestellt. Die Vorarbeit der Studierenden besteht darin, dass sie eine Prelearning-Aufgabe bearbeitet haben, in der ein Eigenwert und ein zugehöriger Eigenvektor einer gegebenen reellen 2×2 Matrix grafisch zu bestimmen ist. Im Anschluss an die Bearbeitung der Aufgabe soll die vertiefende Frage, ob ein Vielfaches des Eigenvektors auch ein Eigenvektor zum selben Eigenwert ist, beantwortet werden. Nachdem die Studierenden in der Vorlesung waren, besuchen sie das Tutorium. In der ersten Aufgabe wird eine Spiegelung an einer gegebenen Geraden durch den Ursprung betrachtet. In der Preteach-Phase (a) werden die Eigenwerte und Eigenvektoren bestimmt. Dazu werden die Studierenden abgefragt, wie die Eigenwertgleichung lautet. Dabei wird thematisiert, dass der Nullvektor kein Eigenvektor ist, sowie die vertiefende Frage behandelt und ergänzt. In der Practice-Phase (b) überlegen die Studierenden, ob es möglich ist, einen Vektor zu finden, der kein Eigenvektor der Matrix ist, und ob es Abbildungen ohne reelle Eigenvektoren (Rotationsmatrizen wurden schon behandelt) gibt. Des Weiteren wird die Frage diskutiert, ob die Summe von zwei Eigenvektoren wieder ein Eigenvektor ist. In der Production-Phase (c) bestimmen die Studierenden in kooperativen Gruppen (HAGELGANS et al., 1995) von zwei bis vier Studierenden Eigenwerte und Eigenvektoren für gegebene reelle 2×2 -Matrizen mithilfe der Veranschaulichung in der Mumie. Die Matrizen sind so gewählt, dass alle möglichen Fälle auftreten: Eine hat keine reellen Eigenwerte, eine hat unterschiedliche Eigenwerte und zwei haben Eigenwerte mit algebraischer Vielfachheit 2 sowie jeweils mit unterschiedlicher geometrischer Vielfachheit. Anschließend präsentieren die Studierenden ihre Ergebnisse (d).

Die in der Mumie vorhandenen Hausaufgaben sind ebenfalls elektronisch einzureichen und werden zeitnah automatisch korrigiert. Zu jeder dieser Aufgaben können die Studierenden ein naheliegendes Beispiel betrachten und mit einer assoziierten Trainingsaufgabe vorab online trainieren. Sie erhalten eine sofortige Rückmeldung zu ihrer Trainingslösung. Die Zeit, die die Tutorinnen und Tutoren durch die automatische Korrektur der elektronischen Hausaufgaben gewinnen, wird in die formative Korrektur einer schriftlichen Aufgabe pro Woche investiert. Die Studie-

renden können so schrittweise Selbstvertrauen in ihre schriftliche Kommunikationsfähigkeiten über das Semester hinweg aufbauen, was in Hinblick auf ihre Prüfungsvorbereitung unerlässlich ist. Die Sprechzeiten der Tutorinnen und Tutoren wurden in ein Computerlabor („Mathelabor“) verlegt. Hierbei gestaltet sich die Beteiligung der Studierenden aktiver als in einer herkömmlichen Sprechstunde, weil sie in dem Mathelabor ihre Hausaufgaben bearbeiten können.

Ein Fragebogen wurde entwickelt und i. d. R. im vorletzten Tutorium jedes Semesters ausgefüllt. Knapp 5200 Bögen wurden evaluiert. Einige Ergebnisse sind in Tabelle 1 geschildert.

Tab. 1: LinA-Evaluation (WS=Wintersemester, SS=Sommersemester)

Aussage	Anteil angekreuzt (in %) WS 06/07 bis SS 08 (N=2179)	Anteil angekreuzt (in %) WS 08/09 bis WS 10/11 (N=2994)
Ich fühlte mich durch Prelearning für die Vorlesung gut vorbereitet bzw. durch Prelearning habe ich mehr in der Vorlesung verstanden. Die Prelearning -Aufgaben haben einen guten Einstieg in die Vorlesungsthematik ermöglicht.	38 % bzw. 50 %	51 %
Die schriftlichen Aufgaben fand ich nützlich.	82 %	82%
Die elektronische Korrektur war ausreichend.	18 %	25 %
Die Gruppenarbeit* / das Selberrechnen** im Tutorium hat mir geholfen, die Inhalte zu verstehen.	25 %*	59 %***
Die Demos in der Mumie haben mir geholfen, die Inhalte zu verstehen.	40 %	47 %
Meine Fähigkeiten, Mathematik alleine zu verstehen , sind über das Semester hinweg angewachsen.	61 %	76 %

Im Bereich Prelearning finden ungefähr die Hälfte der Studierenden die Aufgaben „nützlich“. Auch ziemlich konstant geblieben (vom WS 06/07 bis WS 10/11) sind die empfundene Nützlichkeit der schriftlichen Hausaufgaben sowie die Wichtigkeit der Tutorin / des Tutors für das Verständnis (durchschnittlich 87 %).

Die Zufriedenheit der Studierenden bzgl. der automatischen Korrektur ist leicht gestiegen, zeigt aber noch einen erheblichen Verbesserungsbedarf des automatischen Feedbacks, welcher allerdings sehr zeitintensiv ist. Die empfundene Nützlichkeit der Demos ist etwas deutlicher gestiegen. Die empfundenen Fähigkeiten der Studierenden, alleine zu lernen, ist hingegen signifikant gewachsen. Lediglich ein Viertel der Studierenden findet die „Gruppenarbeit“ hilfreich im Tutorium. Deutlich wichtiger scheint das Selberrechnen im Tutorium (59 %).

Der Besuch der Vorlesung in LinA wurde gelegentlich kontrolliert: Die Anzahl der anwesenden Studierenden zum Beginn des Semesters wurde mit der Anzahl am Ende des Semesters verglichen. Der Anteil ist von 35 % (SS 05) auf ungefähr 65 % (SS 08 und SS 13) gestiegen. Andere Faktoren, die zu einem besseren Besuch der Vorlesung in LinA beigetragen haben könnten, sind die Betonung der Wichtigkeit der Vorlesung im Tutorium sowie die Tatsache, dass die Vorlesung im Tutorium nicht im großen Umfang wiederholt wird.

Im Bereich der Hausaufgaben wurde die Leistung der Studierenden kontrolliert und die Aufgabenstellungen, Demos und Trainings angepasst, bis die Studierenden durchschnittlich mindestens 70 % der Punkte pro Aufgabe erreicht hatten. Auch die Erfolgsquoten im Kurs ohne Verzicht auf Standards sind von 34 % auf mittlerweile 47 % deutlich gestiegen. Die Beibehaltung der Standards wurde durch eine Analyse von Schwierigkeitsniveaus von Klausuren (ROEGNER, 2014) sichergestellt.

Die Zufriedenheit der Tutorinnen und Tutoren ist ebenfalls gestiegen. In dem ersten Jahr von Mumie-Tumult hatten sich keine Tutorinnen und Tutoren für ein LinA-Tutorium von sich aus gemeldet. Mittlerweile melden sich ungefähr zwei Drittel der Lehrkräfte im Modul mit Erstwunsch für ein solches.

3 Tumult und Unitus: die Maßnahmen und Ressourcen

Neben Tumult gab es das Studienreformprojekt Unitus, welches zum Ziel hatte, die vorhandenen Materialien weiterzuentwickeln und zu ergänzen. In Tabelle 2 befindet sich ein detaillierter Überblick der einzelnen, über einen Zeitrahmen von acht Jahren ergriffenen Maßnahmen und entstandenen Ressourcen zum Modul LinA. In der Regel haben ein bis zwei wissenschaftliche Mitarbeiter/innen im Rahmen von Tumult oder Unitus daran mitgewirkt. Die mit ‚*‘ gekennzeichneten Ressourcen wurden vom Mumie-Team bzw. von der Firma [integral-learning \(www.integral-learning.de\)](http://www.integral-learning.de), also nicht von den wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Veranstaltung, entwickelt.

Tab. 2: Die Maßnahmen und Ressourcen in LinA

getroffene Maßnahme bzw. erstellte Ressourcen	Wirkungsbereich: Details
Prelearning (LUDWIG, ROEGNER & SEILER, 2007)	Einstieg in die Thematik der Vorlesung: wöchentlich, vor der Vorlesung, personalisierte Aufgaben*, automatisches* / zeitnahes* / qualifiziertes Feedback
e-Training	Selbstvertrauen: Online-Trainingsaufgaben* zu Haus- und Tutoriumsaufgaben, wählbares Schwierigkeitsniveau, 24/7, automatisches* / sofortiges* / qualifiziertes Feedback
e-Hausaufgaben	Eigenarbeit: wöchentlich, nach dem Tutorium, e-Training zugehörig, personalisierte Aufgaben*, automatisches* / zeitnahes* / qualifiziertes Feedback
Polya-Schema (POLYA, 2004)	schriftliche Kommunikation: allgemeiner Ansatz zur Problemlösung, verständliche und vollständige Kommunikation von Aufgabenlösungen, über diverse Beispiele und Tutoriumsarbeit verdeutlicht, formative Korrektur der schriftlichen Hausaufgaben entsprechend
Mathelabor	Selbstständigkeit: lernerzentrierte Sprechstunden der Tutorinnen und Tutoren

Begleitmaterial	Erleichterung der Vor- und Nacharbeit: Aufbereitung des Skriptes entsprechend studentischer Vorkenntnisse zu Studiumsbeginn, ergänzende Beispiele usw.
e-Tutoriumsblätter	handhabbare Navigation: in elektronisches Skript* integriert, (teilweise) wählbares Schwierigkeitsniveau, Standardisierung der Tutorien
Tutorblätter	Unterstützung der Tutorinnen und Tutoren: bei Tutoriumsvorbereitung und Tutoriumsgestaltung (typische Fehlvorstellungen, Anregungen zur P4-Methode und vertiefenden Diskussionen, Vorschläge für aktivierende Lehr- und Lernformen)
Feedback für Tutorinnen und Tutoren	Selbstreflexion: von Studierenden und Lehrpersonen, im Laufe des Semesters und nach dem Semester
Wiederholungsangebot, Prüfungsvorbereitung	Zeitmanagement: Angebot zur Prüfungsvorbereitung in Vorlesung, Tutorium und an Wiederholungsabenden
Vereinheitlichung	Kursstandardisierung: Notation/Abkürzungen/Begriffe
Zeitpläne	Zeitmanagement: zu Semesterbeginn alle relevanten Termine für das Semester kommunizieren
Klausurschema	Beibehaltung der Prüfungsstandards: Unterstützung bei der Prüfungsgestaltung bzgl. der Schwierigkeit
Automatisierte Dokumenterstellung	Zeitaufwand mindern/Kursstandardisierung: nachhaltige Sammlung von Kursdokumenten zur Wiederverwendung und Anpassung
Handbuch für die Kursorganisation	Informieren: Kursaufbau, didaktisches Konzept und notwendige Tätigkeiten über das ganze Semester
Analyse studentischer Lösungswege (ROEGNER, 2013)	studentische Fähigkeiten beachten: zur Gestaltung bzw. Anpassung der einzelnen Kurskomponenten, Bewertungskriterien für Klausurschema

4 UniPlus: der Transfer

Im Rahmen von UniPlus, einem Projekt im Lehreⁿ Kolleg (www.lehrehochn.de), wurde geprüft, welche in den beiden anderen Projekten ergriffenen Maßnahmen auf das Modul „Analysis I für Ingenieure“ (Ana) transferierbar sind, ggf. gefolgt von einer Adaption und entsprechenden Umsetzung. Die Systematik, die dabei

verwendet wurde, ist ein modifizierter Design-based-Research-Ansatz: Bedarfsanalyse, Konzeptanpassung, Gestaltung und Evaluation. Die notwendigen Ressourcen wurden mithilfe einer wissenschaftliche Mitarbeiterin sowie bis zu drei studentischen Hilfskräften aus verschiedenen ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen mit unterschiedlichen mathematischen Fähigkeiten entwickelt. So konnten die Ressourcen bereits auf Verständlichkeit hin getestet werden, bevor die Materialien Eingang in die Veranstaltung gefunden haben. U. a. konnte dadurch das Begleitmaterial für die Ana vergleichsweise schnell entwickelt werden (zwei Semester gegenüber vier in LinA).

Im ersten Schritt wurden sowohl die Unterschiede als auch die Gemeinsamkeiten der beiden Module untersucht. Erwähnenswert ist, dass beide Veranstaltungen überwiegend von Studierenden im ersten Fachsemester belegt werden. Die in der Einleitung geschilderte Problematik bei der LinA-Veranstaltung traf auch auf Ana zu. Die Erfolgsquoten lagen in Ana vor der Einführung der Bachelorstudiengänge sogar bei nur 30 % und hatten sich vom WS 06/07 bis dem SS 09 leicht verbessert (36 %). Die Ana-Tutorien werden im Gegensatz zur LinA überwiegend frontal unterrichtet und können derzeit aus Kapazitätsgründen nicht mit computergestützten Methoden durchgeführt werden. Es stellte sich die Frage, welche der Maßnahmen und Ressourcen dennoch eingeführt werden könnten, um Studierende und Lehrpersonen geeignet zu unterstützen.

Im Bereich Vorlesung ist die Tatsache, dass der Besuch der Vorlesung in LinA stark gestiegen ist, ein klares Argument für das Prelearning. Diese Übungen wurden wiederum vom Mumie-Team für Ana bereitgestellt. Leider ist die Bearbeitung dieser Aufgaben in der Ana freiwillig und die Aufgaben kommen häufig nicht explizit im Tutorium vor. Vielleicht werden deshalb diese Aufgaben von den Studierenden nicht im gleichen Maße beachtet wie in LinA. Die genauen Zahlen liegen nicht vor, aber die Betreiber/innen der Mumie berichten von einer deutlich geringeren Teilnahme daran als in LinA. Bemerkenswert ist, dass nur 50 % der Studierenden im SS 13 am Ende des Semesters die Ana-Vorlesung besucht haben.

Die Verwendung des Begleitmaterials in LinA ist nach einer Überarbeitung des Layouts deutlich gestiegen: von 46 % (SS 08 bis SS 10, N=2409) auf 67 % (WS 10/11, N=882). Das Begleitmaterial wurde auch von der Mehrzahl der Studierenden in Ana (N=253) als hilfreich empfunden (60 %).

Es war schwierig festzustellen, welche Maßnahmen zu der aktiveren Teilnahme am Tutorium geführt haben. Wichtig für die Durchführung des LinA-Tutoriums waren laut Aussagen der Tutorinnen und Tutoren das Begleitmaterial zur Vorlesung für die Vorbereitung aufs Tutorium sowie die Hilfestellungen in den Tutorblättern, insbesondere die typischen Lösungswege und Fehler der Studierenden bei den einzelnen Tutoriumsaufgaben. Die Tutorien in Ana werden jedes Semester erneut aufgebaut, sodass statt der Tutorblätter in LinA eine Fehlvorstellungsanalyse für Lehrpersonen in der Ana entwickelt wurde, um sie zu unterstützen und für die fachlichen Probleme der Studierenden zu sensibilisieren.

Im Bereich der Hausaufgaben hat das Projekt wenig Einfluss auf Ana, obwohl es möglich wäre, dem Kurs hier Unterstützung zu bieten. Das Problem ist, dass die verantwortlichen Personen keine weitergehende Standardisierung wünschen. Deshalb wurde eine Datenbank aufgebaut, um alte Aufgaben nach ein paar Semestern wiederverwenden zu können.

Die Klausurergebnisse sind in der LinA relativ stabil geblieben. In der Ana schwanken die Ergebnisse hingegen ziemlich stark, z. T. weil die Prüfungen sehr unterschiedlich im Schwierigkeitsniveau sind. Auch fehlt in Ana eine klare Formulierung einer akzeptablen Lösung. In LinA wurde deshalb das Polya-Schema (POLYA, 2004) eingeführt, welches die folgenden Schritten umfasst: 1. Wurde die Aufgabe verstanden? Dabei muss Bezug zu der Aufgabe genommen werden. 2. Ist eine passende Lösungsstrategie erkennbar? 3. Wurde die angegebene Lösungsstrategie nachvollziehbar durchgeführt und wurden die rechnerischen Details / notwendigen Schlussfolgerungen richtig und vollständig dargestellt? 4. Wurde die Frage vollständig beantwortet? Die Erfolgsquoten sind in der Ana seit der Einführung der Maßnahmen auf rund 44 % gestiegen, aber es besteht der Verdacht, dass einige Prüfungen recht leicht waren (89 % bestanden). Die Untersuchungen von

Schwierigkeitsniveaus von Prüfungen (ROEGNER, 2014) in Ana ist komplizierter als in LinA, sodass das Konzept angepasst werden musste. Wegen des erhöhten Aufwands fehlt hier noch die zugehörige Evaluation.

5 Diskussion

In dieser Arbeit wurde der Transfer eines existierenden Studienreformmodells auf ein anderes Modul innerhalb einer Hochschule präsentiert. Ein existierendes Modell zu einer anderen Hochschule zu transferieren ist sicherlich schwieriger, da die Ziele, Bedürfnisse und Rahmenbedingungen recht unterschiedlich sein können. Nichtsdestotrotz bedeutete der Transfer eine Zeitersparnis für uns und wir konnten durch den Transfer von den Erfahrungen anderer Lehrpersonen profitieren.

Tiefgehende Änderungen im Lehrbetrieb benötigen Zeit, um akzeptiert zu werden. Bei der Einführung einer Maßnahme ist nicht unbedingt zu erwarten, dass die Leistung der Studierenden sofort steigt. Manchmal vergehen ein paar Semester, bis die Wirkung klar erkennbar wird. Bei uns zeigten die ergriffenen Maßnahmen Wirkung nach zwei Semestern, was u. a. durch die Leistungen der Studierenden, die Evaluation der Maßnahmen und Ressourcen sowie durch Interviews zur Zufriedenheit der Lehrenden belegt ist.

Eine Maßnahme kann in einer Situation sehr sinnvoll sein und gute Wirkung zeigen, wobei in anderen Situationen die Maßnahme eher ungeeignet ist. Beispielsweise ist es sinnvoll, Begleitmaterial einzuführen, wenn der Unterschied zwischen dem Skript und den tatsächlichen Kenntnissen der Studierenden sehr groß ist. Wenn aber das Skript schon für die meisten Studierenden verständlich ist, wäre die Wirkung dieser Maßnahme vermutlich geringer als bei uns. Die Wirkung von Prelearning in den beiden Kursen LinA und Ana scheint recht unterschiedlich zu sein, vermutlich weil die Aufgaben in LinA verpflichtend sind, wohingegen in Ana diese freiwillig sind. U. a. aus den genannten Gründen vertreten wir die Meinung, dass es keine „universellen Lösungen“ der Probleme im Bereich Mathematik für Ingenieure gibt, sondern die Lehreinheiten und Fachgebiete einer gesonderten Be-

trachtung und Herangehensweise auf dem Erfahrungshintergrund einer Vielzahl von unterschiedlich bewährten Maßnahmen und Ressourcen bedürften.

6 Literaturverzeichnis

Collins, A., Joseph, D. & Bielaczyc, K. (1992). Design Research: Theoretical and Methodological Issues. *J. Learning Sciences*, 13, 15-42.

Fried, M. (1999). Interactive E-Mail Assessment. In B. Gold, S. Keith & W. Marion (Hrsg.), *Assessment Practices in Undergraduate Mathematics*. MAA Notes Number 49. Washington D.C., USA: Mathematical Association of America.

Hagelgans, N., Reynolds, B., Schwingendorf, K., Vidakovic, D., Dubinsky, E., Shahin, M. & Wimbish, G. (1995). *A Practical Guide to Cooperative Learning in Collegiate Mathematics*. MAA Notes Number 37. Washington D.C., USA: Mathematical Association of America.

Ludwig, E., Roegner, K. & Seiler, R. (2007). E-Prelearning in der mathematischen Ausbildung von Ingenieure. *Proceedings Minisymposium „Moderne Mathematikausbildung für Ingenieure“*. Wismarer Frege-Reihe 1/2007 (S. 33-45). Wismar: Frege Zentrum.

Polya, G. (2004). *How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*. Princeton, N.J., USA: Princeton University Press.

Roegner, K. & Seiler, R. (2012). Das multimediale Lehr- und Lernsystem Mumie/Tumult in der universitären Mathematikausbildung. In M. Zimmermann et al. (Hrsg.), *Hochschuldidaktik – Mathematik und Informatik. Symposiumsband „Verbesserung der Hochschullehre in Mathematik und Informatik“* (S. 115-122). Hildesheim: Verlag Franzbecker.

Roegner, K. (2013). Cognitive levels and approaches taken by students failing written examination in mathematics. *Teaching Math. Appl.*, 32, 81-87.

Roegner, K. (2014). Using student performance in the quality control of assessment. In B. Alpers et al. (Hrsg.), *Proceedings of the 17th SEFI MWG Seminar “Mathematical Education of Engineers”*.

Autor/in



Dr. Katherine ROEGNER || Technische Universität Berlin, Institut für Mathematik MA 5-3 || Straße des 17. Juni 136, D-10623 Berlin

<http://page.math.tu-berlin.de/~roegner/>

roegner@math.tu-berlin.de



Dipl.-Inf. Michael HEIMANN || Technische Universität Berlin, Institut für Mathematik MA 7-1 || Straße des 17. Juni 136, D-10623 Berlin

<http://page.math.tu-berlin.de/~heimann/>

heimann@math.tu-berlin.de