

Mathe-Üben in Studium und Abitur

Hilfestellung aus der Mathe-App MassMatics

Stephan Claus, Robert Koschig
info@massmatics.de

MassMatics UG
39326 Wolmirstedt

Eva Decker, Barbara Meier

MINT-Collage
Hochschule Offenburg

urn:nbn:de:0009-5-41317

Zusammenfassung

Fehlende Grundkenntnisse in der Mathematik zählen zu den größten Hindernissen für einen erfolgreichen Start in ein Hochschulstudium. Studienanfänger in einem MINT-Studium bringen inzwischen deutlich unterschiedliche Voraussetzungen mit: „Mathe-Angst“ gilt als typisches Phänomen und der Übergang in ein selbstbestimmtes Lernverhalten stellt eine große Herausforderung dar. Diese Fall-Studie beschreibt, wie mit Hilfe einer Mathe-App bereits zu Beginn des Studiums aktives Lernen unterstützt und selbstbestimmtes Lernen eingeübt werden kann. Das neue Kurskonzept mit App-Unterstützung stößt an der Hochschule Offenburg auf breite Akzeptanz. Der mobile BYOD-Ansatz ermöglicht Lern-Szenarien, die über PC- bzw.- Laptop-gebundene eLearning-Lösungen nicht realisierbar sind. Der Inhalt des MassMatics-Vorbereitungskurs orientiert sich am Mindestanforderungskatalog des cosh-Arbeitskreises für den Übergang Schule-Hochschule. In der Zwischenzeit wurde der App-gestützte Kurs mit seinen über 500 Aufgaben von mehr als 1000 Studierenden besucht.

Stichwörter: e-learning; mobile computing; app; Hochschule; Mathematik

Abstract

Gaps in basic math knowledge are among the biggest obstacles to a successful start in university. Students starting their studies in STEM disciplines display a significant diversity, “Math anxiety” is a typical phenomenon and the transition to a self-determined way of studying is a huge challenge. This case study describes how the embedding of a math app can foster activation and self-regulated learning right from the start at university.

The app approach shows a broad acceptance at Offenburg University of Applied Science, and due to its mobility, it can assist in learning settings that cannot be served by e-learning solutions that are optimized for PC or laptop usage. The app’s content for the transition from (high) school to university incorporates the cross-university COSH minimum requirement catalog for mathematics. Meanwhile more than 1000 students participated in the App based preparatory courses with a training package of 500 exercises.

Keywords: e-learning; mobile computing; app; Hochschule; Mathematik

Der Hauptgedanke der Mathe-App MassMatics ist, motivierte Studienanfänger durch ausführliche Hilfestellung beim selbstregulierten Üben zu unterstützen, wenn menschliche Hilfe (Lehrer, Dozenten, Tutoren, Mitstudierende, Bekannte) nicht durchgängig zur Stelle sind und Online Foren für die Überbrückung von kleineren Hürden bei Routineaufgaben viel zu umständlich wären. Sie unterscheidet sich von vielen Büchern und bisherigen E-Learning Systemen nicht nur durch ihre Mobilität und Offline-Verfügbarkeit, sondern auch durch Umfang und Ausführlichkeit der Tipps und Hilfestellungen und die gewählte „Tutoren“-Sprache, die Formalismen reduziert. So ist die App ergänzend zu Seminaren, Büchern und ggf. E-Learning-Systemen zu sehen und ersetzt diese nicht notwendigerweise. Der Unterschied zu anderen deutschsprachigen Mathe-Apps betrifft (neben dem User Interface Design) derzeit den Umfang der Inhalte (von Übergang Schule-Studium bis Hochschul-Grundstudium inklusive Statistik), den Umfang der Hilfestellungen in Tutorensprache und der Theorieblöcke. Wichtig ist die Verfügbarkeit für iOS und Android.

Über die App Stores ist die App in der Basisversion kostenlos erhältlich, Pakete wie der Vorbereitungskurs für den Übergang Schule-Hochschule können kostenpflichtig erworben oder als Campuslizenzen genutzt werden. In Kooperation mit der Hochschule Offenburg entstand insbesondere ein Lehr-Lernszenario zur Unterstützung des Übergangs Schule-Studium. Mittlerweile haben dort knapp 1000 Studierende die Präsenzkurse durchlaufen, in der das Üben mit Unterstützung der Mathe-App integrierter Bestandteil ist, um eine breitere Aktivierung der Teilnehmer zu fördern. Die Evaluationen zeigen eine sehr hohe Akzeptanz und Zufriedenheit mit diesem Ansatz. Dieses didaktische Gesamtprojekt zur Integration von Mobile Learning in die Hochschullehre wurde Sieger des European Awards für Technology Supported Learning (eureleA 2014) in der Kategorie Didaktik. Mittlerweile haben auch weitere Hochschulen die Mathe-App MassMatics in ihre Lehre integriert.

Im Folgenden stellen wir die Konzeption der Mathe-App sowie die Grundzüge ihrer technischen Umsetzung vor und geben abschließend Hinweise zu weiterführenden Informationen über den Einsatz und die Erfahrungswerte an Hochschulen.

Konzept der Mathe-App MassMatics

Das Grundkonzept der App ist bewusst einfach gehalten. Es geht von dem in der Mathematik klassischen Übungsvorgang aus, dass Lösungswege mit Stift und Papier erarbeiten werden. Zahlreiche Übungsaufgaben zum selbstständigen Bearbeiten stehen zur Auswahl. Über ein mobiles Device wie Smartphone oder Tablet hat der Lernende jedoch schnell Zugriff auf ein sehr ausführliches und feingliedriges Hilfesystem, wie es in dieser Ausführlichkeit und Übersichtlichkeit durch reine Printmedien nicht möglich wäre. Die folgende Slide Show zeigt wie ein typischer Arbeitsablauf aussieht, wie Lernen in der eigenen Geschwindigkeit und bei heterogenen Kenntnisständen gestützt wird, welche Funktionen wie Merklisten und Klausur-Generator den Übungsprozess flankieren.

Slide Show: Konzept der Mathe-App MassMatics

Zunächst versucht der Lernende, eine Lösung zu erarbeiten und vergleicht diese in der App. Ist die Lösung falsch bzw. stößt man beim Bearbeiten einer Aufgabe auf Probleme, so bietet die App nicht sofort einen perfekt optimierten Lösungsvorschlag, sondern bietet nach dem Prinzip des „sukzessives Enthüllens“ zunächst erste Tipps mit Denkanstößen. Fragen wie „Welcher berühmte Grieche hilft dir hier weiter?“ reichen oft schon aus, den Nutzer zum Lösungsweg zu leiten. Daneben gibt es Links, über die passende ausführliche Erklärungen zu benötigten Begriffen, Rechengesetzen, Algorithmen und Beispielrechnungen abgerufen werden können. Zahlreiche Grafiken und Slide Shows helfen bei der Veranschaulichung der Theorie-Erklärungen.

Der Lernende öffnet die Hilfestellungen bei Bedarf und versucht, den nächsten Schritt selbstständig zu bewältigen.

Danach kann der Lernende Zwischenschritte der Lösung vergleichen, Weiterarbeiten und wieder Schritt-für-Schritt Tipps aufrufen, bis hin zum vollständigen Lösungsweg.

Die App will den Studierenden wie in einem studentischen Tutorium oder einer Lerngruppe auf Augenhöhe begegnen. Die Tipps und ausführlichen Erklärungen sind deshalb in einer locker gehaltenen „Tutoren-Sprache“ geschrieben, ohne jedoch mathematisch ungenau zu werden.“ Dies ergänzt die formale „Dozenten-Fachsprache“ aus Vorlesungen oder Büchern, die viele anfangs überfordert.

Die Hilfestellung werden an den Stellen geöffnet, wo sie vom Lerner benötigt werden. Dies ermöglicht eine individuelle Steuerbarkeit und ein Arbeiten im individuellen Tempo. Indem über kleinere Hürden hinweggeholfen wird, werden „Success Opportunities“ gefördert und so das Durchhaltevermögen auch für Studierende mit Wissenslücken gestärkt. Der Verzicht auf Formeleingabe und automatische Validierung von Ergebnissen senkt die Komplexität der Übungsumgebung und entspricht auch der vorherrschenden Situation in Vorlesungen, Seminaren, Tutorien, wo mathematische Terme per Aufschrieb verglichen werden müssen.

Die Aufgaben sind nach Levels (1-2-3) strukturiert, um die Heterogenität bzgl. Einstiegswissen und Übungsgeschwindigkeit zu berücksichtigen.

Die 1200 sehr umfangreichen Theorie-Erklärungen sind nicht nur innerhalb der Lösungswege der Übungsaufgaben verlinkt, sondern können auch als Nachschlagewerk genutzt werden, unter anderem per Suche über Stichwort (z.B. „Logarithmus“) oder eine ID genutzt werden. Auch die Theorie-Themen können auf Merklisten gesammelt werden, so dass sich ein „Spickzettel“ in der Hosentasche zusammenstellen lässt, der beim Bearbeiten von Übungsblättern zur Vorlesung immer griffbereit ist.

Neben den Möglichkeiten der Hilfestellung, wurde bei den Funktionen der App Wert darauf gelegt, dass der Nutzer sich seine eigene Lernumgebung schaffen kann: Schafft man eine Aufgabe nur mit Tipps oder gar nicht, kann man sich dies per Merkliste an eine spätere Wiederholung erinnern.

Im Anschluss an eine Übungsphase zum Aufbau von Wissen und Routine kann eine Überprüfung per Klausuren-Trainer stattfinden. Der Anwender kann passende Übungstests generieren: Dazu wählt er die gewünschten Themengebiete, Dauer und Schwierigkeitsgrad der Klausur aus.

Die Themen der insgesamt 2500 Übungsaufgaben mit ausführlichen Lösungswegen und 1200 zugehörigen Theorie-Artikel reichen von Bruchrechnung, Gleichungssystemen und Geometrie über Differential- und Integral- bis zur Matrizenrechnung und gewöhnlichen Differentialgleichungen. Zudem sind grundlegende Themen im Bereich Statistik und Stochastik als Vorbereitung auf das Abitur und die ersten Semester abgedeckt.

Das 500-Aufgaben-starke Paket „Vorbereitungskurs“ ist in Kooperation mit der Hochschule Offenburg speziell für den Übergang Schule-Studium entstanden und orientiert sich an dem hochschulübergreifenden Mindestanforderungskatalog Mathematik des Arbeitskreises Cooperation Schule-Hochschule aus Baden-Württemberg (cosh 2013), der auch bundesweit Beachtung fand.

Verfügbarkeit, Offline-Fähigkeit, Browser-Version

Die MassMatics App ist verfügbar für iOS und Android Geräte per Apple App Store bzw. Google Play Store. Die App mit allen Theorieblöcken und einigen Beispielaufgaben ist kostenlos. Die Aufgabenpakete können individuell themenbezogen gekauft werden bzw. per Hochschullizenz über ein Hochschul-Login oder Coupon-Codes für die Studierenden kostenfrei zugänglich gemacht werden. Dabei können für Hochschulen die Aufgabenpakete flexibel zusammengestellt werden.

Sämtliche Inhalte können auch offline genutzt werden. Für den Einsatz an Hochschule oder Schulen kann zusätzlich die Browser-Variante der MassMatics Anwendung interessant sein, falls Smartphones bzw. Tablets nicht ausreichend zur Verfügung stehen bzw. in einzelnen Schulen nicht erwünscht sind. Sie kann über Lernplattformen wie Moodle zugänglich gemacht werden.

Übersichtlichkeit, Usability

Die Präsentation der Inhalte passt sich automatisch an die Größe des verfügbaren Bildschirms an. Auch mathematische Formeln und Grafiken skalieren automatisch und können ohne Qualitätsverlust gezoomt werden. Um für 2.500 Übungsaufgaben die Lösungswege Schritt-für-Schritt nachzuvollziehen und dabei bei Bedarf 1.200 weiterführenden Theorieartikel und Funktionen zur Verfügung zu haben, bedeutet, dass in dieser mobilen Lösung insgesamt mehr als 16.000 DIN A4 Seiten Text abgerufen werden können. Dabei ist ein User Interface wichtig, das übersichtlich bleibt und mit dem man auch mit einem Klick zum Endergebnis kommt. Beim Einsatz an Hochschulen wurden die App und ihre Bedienung sehr positiv rückgemeldet. Hier Auszüge aus der Evaluation des App-Einsatzes im Rahmen der Brückenkurse an der Hochschule Offenburg mit 295 Studierenden. Die App-Usability wird von 95 % als zufriedenstellend bis sehr zufriedenstellend bewertet:

Slide Show: Usability

Hintergründe zur technischen Umsetzung

Übersicht: Die Implementierung für mobile Geräte erfolgte nativ. Zu den Gründen dafür zählen die Geschwindigkeit, die Offline-Verfügbarkeit der Inhalte, die Speicherung von Statistiken/Einstellungen ohne Nutzer Authentifizierung sowie eine bessere User Interface Integration in das jeweilige Operation System mit entsprechender User Experience. Um die Inhalte auch über Browser ausspielen zu können, wurde für das Framework zur Präsentation der mathematischen Inhalte eine Mischung aus HTML5, Javascript und CSS verwendet. Die dazu gehörigen Daten werden in einer Datenbank (MySQL für Web bzw. SQLite für App) abgelegt, die durch das Einlesen und Konvertieren von TeX-Dateien gespeist wird. Die softwaretechnische Herausforderung bestand vor allem darin, die volle Skalierbarkeit der Formeln und Grafiken für unterschiedliche Browsersysteme zu gewährleisten und gleichzeitig die Speicheranforderung der App so gering wie möglich zu halten. Zentrale Aspekte der Realisierung werden im Folgenden detaillierter dargestellt.

Mathematische Inhalte in LaTeX-Format: Als Datenformat für das Erstellen von mathematischen Aufgaben und Theorieteilen wird das Textsatzsystem TeX (<http://www.dante.de/>) verwendet. Hierfür sprechen die weite Verbreitung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich, ein plattformunabhängiger Editor und die hohe Anpassbarkeit durch Macros (<http://ctan.org/>). Darüber hinaus können auch externe Graphiken eingebunden oder über die PGF/TikZ Pakete direkt in den Dokumenten erzeugt und eingebettet werden. Die Kombination von Text und Grafik in einer Datei erwies sich auch beim Datenmanagement als Vorteil. Schließlich sind die Inhalte auch leicht in andere Formate, wie etwa PDF konvertierbar. Für Metadaten (wie etwa Schlagwörter, geschätzte Bearbeitungsdauer und Struktur der Aufgabe oder Aufgabenzuordnung innerhalb der Themenpakete) werden in TeX strukturierte Kommentare verwendet, die beim Export verarbeitet werden.

Von TeX ins Webformat: Um bei Änderung oder Hinzufügen von mathematischen Inhalten in den TeX Dateien eine automatisierte Validierung und Synchronisierung der Datenbank zu gewährleisten, wurde ein Werkzeug in Ruby geschrieben, welches in vier Modulen folgende Schritte ausführt: 1. Das Parsen der TeX Dateien, 2. das Validieren der Datei-Inhalte, 3. Das Konvertieren von Bilddateien, 4. Der DB Connector. Sobald neue oder geänderte Inhalte für die Synchronisation mit den mobilen Endgeräten bereitgestellt werden sollen, wird dieses Werkzeug via Kommandozeile im Terminal gestartet und konfiguriert. Der Parser liest dabei in Abhängigkeit der übergebenen Parameter die entsprechenden Dateien oder Ordner ein und interpretiert und übersetzt benutzerdefinierte TeX-Strukturen und Macros in ein datenbankkonformes Format. Der Validierer setzt auf dem Parser auf und gibt Auskünfte darüber, ob das Datenformat valide ist. Im dritten Schritt erstellt der Konvertierer aus den TikZ Befehlen zunächst PDF und danach PNG Dateien. Nachdem alle Inhalte vollständig erstellt und überprüft wurden, stellt der DB Connector via SSH eine Tunnel-Verbindung zum Datenbankserver her und synchronisiert die Tabellen mit den neu erstellten Inhalten. Sobald sich die App auf einem Endgerät das nächste Mal synchronisiert, sind alle neuen Inhalte auf dem mobilen Gerät verfügbar. Änderungen an Aufgaben, Lösungen oder Merkmaltzeln werden dem Anwender auf diese Weise sofort verfügbar gemacht.

Volle Skalierbarkeit mathematischer Formeln und Grafiken für mobile Geräte: Das Framework zur Präsentation der Inhalte im User Interface orientiert sich am EPUB 3.0 Standard (<http://idpf.org/epub/30>). Datengrundlage aus den Datenbank-Dateien ist HTML5. Für die visuelle Gestaltung sowie das Responsive Design wird CSS3 eingesetzt (<http://www.w3.org/TR/css3-mediaqueries/>). Die Funktionalität wie die Slide-Shows oder das dynamische Anzeigen und Verbergen von Inhalten, sowie das Rendern der mathematischen Inhalte werden über Javascript realisiert. Dabei wird die MathJax-Bibliothek (<http://www.mathjax.org>) verwendet. Da diese Bibliothek über 80mb umfasst, wurde das Framework so konfiguriert und auf 2,5 mb reduziert, dass es auf den mobilen Geräten möglichst speicherarm verwendet werden kann. Für die Anzeige der Formeln werden derzeit SVG Graphiken eingesetzt. Grundsätzlich ist auch MathML (<http://www.w3.org/Math/>) denkbar, dieser Standard wird derzeit jedoch noch nicht von allen Browsern unterstützt. Für die Anzeige des Bildmaterials werden derzeit hochaufgelöste PNG Dateien verwendet. Hier wären SVG-Grafiken zwar ebenfalls naheliegend, allerdings werden diese je nach Browser-Engine unterschiedlich formatiert, oftmals fehlen mathematische Zeichen und die Dateigröße übersteigt die einer PNG Datei im Allgemeinen deutlich. Falls man zukünftig die App-Inhalte zum Beispiel in eBook Form im EPUB3-Format ausgeben möchte, ist lediglich eine Umstellung des beschriebenen Konvertierungswerkzeugs und des Outputs auf MathML Rendering notwendig.

Die App im Hochschul-Einsatz

An der Hochschule Offenburg wird der Übergang Schule-Studium in Mathematik durch Einbindung der Mathe-App MassMatics in Präsenz-Brückenkurse unterstützt. Ziel war, schon beim Erstkontakt mit Mathematik an der Hochschule eine breitere Aktivierung und Durchhaltevermögen zu fördern. Im Blockkurs wurden Phasen mit aktivem Üben eingebaut, bei der jeder Kursteilnehmer Lösungen der nach Niveau gestaffelten Aufgaben auf Papier erarbeitet. Jeder arbeitet in seinem Tempo, nach Wunsch auch in Partnerarbeit. Bei Bedarf wird auf die Hilfestellungen aus der App zurückgegriffen, so dass eine individuelle Unterstützung auch in Gruppen bis zu 40 Teilnehmern möglich wird. Bewusst wurden klassische Medien wie Übungsblatt und Skript zur Führung durch die Themen genutzt. Die App ist ein ergänzendes, aber für die aktivierenden Phasen wichtiges Medium. Der Dozent erhält mehr Freiraum, offen gebliebene Fragen zu beantworten bzw. individuelle Gespräche zu führen.

Slide Show: App im Hochschul-Einsatz

Die Präsenz-Brückenkurse mit integrierter Mathe-App wurden mittlerweile in zwei Wintersemestern (je ca. 400 Teilnehmer) und einem Sommersemester (180 Teilnehmer) durchgeführt. Der technische Ablauf funktionierte reibungslos. Die Teilnehmer erleben nicht nur, dass sich die Hochschule auch um innovative Lehrzugänge bemüht, auch der Kurs selbst wird besser angenommen: Die Kurs-Schwundquote hat sich sehr deutlich reduziert, die Dozenten betonen die sehr verbesserte Kursatmosphäre. Die App-gestützten Übungsphasen stoßen bei den Kursteilnehmern auf eine sehr breite Akzeptanz. In den drei Durchläufen meldeten zwischen 82 % und 95 % zurück, dass sie die App weiterempfehlen

würden. Auffallend ist, wie deutlich die heterogenen Bedingungen selbst empfunden werden: Über 85 % würdigen den Aspekt, dass die App das Lernen im eigenen Tempo fördert.

Spezielle Funktionen wie das Sammeln von Aufgaben zur Nachbearbeitung per Merkzettel, wurde nicht breitflächig genutzt. In wenigen Fällen wurde die App-Version für Windows Phone nachgefragt bzw. wurden für ältere Android-Geräte einige „App-Abstürze“ gemeldet. Für den Kursablauf an der Hochschule stellt dies keine Einschränkung dar, da von den Studierenden vor Ort auch gerne Partnerarbeit praktiziert wird bzw. auch die Browser-Version zur Verfügung steht. Letztere wurde jedoch nur von wenigen Studierenden genutzt. Über die Funktion „Fehler melden“ können die Nutzer direkt in der App Anregungen zu Aufgabenlösungen erfassen. Dies wurde in wenigen Fällen für den Hinweis auf Tipp-Fehler oder Probleme beim Umbruch langer mathematischer Terme genutzt. Durch den zeitnahen Support während der Brückenkurse konnten die Teilnehmer erleben, dass Fehlermeldungen binnen eines Tages korrigiert wurden, bei nächster Online-Verbindung auch auf den Endgeräten. Empfehlungen von Dozentenseite, für einzelne Themen den Anteil einfacher Einstiegsaufgaben auszubauen, werden in die Weiterentwicklung der Inhalte einfließen.

Aufgrund der großen Nachfrage werden an der Hochschule Offenburg inzwischen auch App-Aufgaben für den Physik-Brückenkurs entwickelt. Auch in Schulen starten Projekte mit der Mathe-App. In den Schulen wurde im Gegensatz zum Hochschulkurs oftmals auf die Führung durch ein Begleitskript oder Übungsblatt verzichtet und nur die Themennavigation innerhalb der App genutzt. In den zugehörigen Befragungen äußerten dann einige (mehrheitlich Mädchen) den Wunsch einer buchartigeren Struktur. In der neuen MassMatics-Version 2015 konnten diese Rückmeldungen einfließen. Lag der Fokus bislang auf der Aufgabenstruktur mit Links zum Theorieteil, so wird es zukünftig auch möglich sein, sich im ersten Schritt über die Theorie vorzubereiten. Generell bewährte sich in den Kursen an der Hochschule die Kombination aus klassischen Materialien (Skript, Papierübungsblatt) und dem Medium Mathe-App über Verweise mittels Aufgaben-IDs.

Die didaktische Gesamtmaßnahme entstand an der Hochschule Offenburg im Rahmen der Förderung des Projektes MINT-College TIEFE durch das Bund-Länder-Programm „Qualitätspakt Lehre“ (Kennzeichen 01PL11016) als Kooperationsprojekt zwischen Mathematikdozentin des MINT-College, dem Kompetenzzentrum E-Science der Hochschule Offenburg und der MassMatics UG. Die didaktische Gesamtkonzeption, Bezüge zu aktivierenden Methoden, Heterogenitätsproblematik, Bezüge zu Prinzipien des Motivational Designs sowie Evaluationsergebnisse werden in E. DECKER, B. MEIER (2014a) beschrieben. Aspekte zur Entwicklung der mobilen Lösung als Kooperationsprojekt mit der MassMatics UG werden in E. DECKER, B. MEIER (2014b) beleuchtet.

Mobile Learning und Mathematik

Das Thema Mobile Learning und Mathematik ermöglicht viele interessante Szenarien. Im Anfang 2015 erscheinende Buch „Mobile Learning and Mathematics: Foundations, Design and Case Studies“ stellen H. Crompton und J. Traxler (Hrsg.) Case Studies zur Integration von Mobile Learning in den Mathematik-Unterricht (von Grundschule bis Hochschule) aus 16 Ländern vor, aus dem deutschen Sprachraum das oben beschriebene sowie Beiträge

der TU Graz. Neben dem hier adressierten Schwerpunkt des Einübens mathematischer Verfahren, stehen in anderen Szenarien die Nutzung mobiler Geräte und Anwendungen zum Entdecken mathematischer Phänomene und Strukturen in und vor allem außerhalb des Klassenraumes im Vordergrund sowie Hilfestellungen per Apps für die Modellierung und Lösung von Problemstellungen, die über das Einüben hinausgehen.

Kontakte über www.massmatics.de und <http://mintcollege.hs-offenburg.de/angebote-fuer-studierende/mathe-app/>

Literatur

Claus, S.; Koschig, R.; Heymann, Ch.: MassMatics Aufgabensammlung Übersicht. 2013. Online unter: <http://massmatics.de/de/aufgabensammlung/> (last check 2015-02-25)

Cosh: Mindestanforderungskatalog Mathematik der Hochschulen Baden-Württemberg für ein Studium von MINT oder Wirtschaftsfächern (WiMINT). 2013. Online unter: http://lehrerfortbildung-bw.de/bs/bsa/bk/bk_mathe/cosh_neu/katalog/index.html (last check 2015-02-25)

Crompton, H.; Traxler, J. (Hrsg.): Mobile Learning and Mathematics: Foundations, Design and Case Studies. Routledge, New York, 2015.

Decker, E.; Meier, B. (2014a): Mathe-App als Aktivierungsunterstützung beim Studienstart. In: Zeitschrift für Hochschulentwicklung. Sonderheft Transfer von Studienreformprojekten für die Mathematik in der Ingenieurausbildung. ZFHE Jg.9, 2014, Nr.4. Online unter: <http://www.zfhe.at/index.php/zfhe/article/view/716> (last check 2015-02-25)

Decker, E.; Meier, B. (2014b): Eine Mathe-App im Hochschul-Einsatz. In: e-teaching.org, Themenspecial Mobiles Lernen. Ausgabe 11/2014. Online unter: <http://www.e-teaching.org/praxis/erfahrungsberichte/mathe-app-hochschul-einsatz/> (last check 2015-02-25)