

Derr, Katja; Hübl, Reinhold; Podgayetskaya, Tatyana  
**Formative Evaluation und Datenanalysen als Basis zur schrittweisen  
Optimierung eines Online-Vorkurses Mathematik**

Nistor, Nicolae [Hrsg.]; Schirlitz, Sabine [Hrsg.]: *Digitale Medien und Interdisziplinarität. Münster, u.a. : Waxmann 2015, S. 186-196. - (Medien in der Wissenschaft; 68)*



Quellenangabe/ Reference:

Derr, Katja; Hübl, Reinhold; Podgayetskaya, Tatyana: Formative Evaluation und Datenanalysen als Basis zur schrittweisen Optimierung eines Online-Vorkurses Mathematik - In: Nistor, Nicolae [Hrsg.]; Schirlitz, Sabine [Hrsg.]: *Digitale Medien und Interdisziplinarität. Münster, u.a. : Waxmann 2015, S. 186-196 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-113522 - DOI: 10.25656/01:11352*

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-113522>

<https://doi.org/10.25656/01:11352>

in Kooperation mit / in cooperation with:



**WAXMANN**  
[www.waxmann.com](http://www.waxmann.com)

<http://www.waxmann.com>

**Nutzungsbedingungen**

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden und es darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

**Terms of use**

This document is published under following Creative Commons-Licence: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work or its contents. You are not allowed to alter, transform, or change this work in any other way.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



**Kontakt / Contact:**

peDOCS  
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation  
Informationszentrum (IZ) Bildung  
E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Mitglied der

  
Leibniz-Gemeinschaft

Medien in der  
Wissenschaft

**GMW**  
Gesellschaft  
für Medien in der  
Wissenschaft e.V.



Nicolae Nistor, Sabine Schirlitz (Hrsg.)

# Digitale Medien und Interdisziplinarität

Herausforderungen, Erfahrungen, Perspektiven

WAXMANN



Nicolae Nistor, Sabine Schirlitz (Hrsg.)

# Digitale Medien und Interdisziplinarität

Herausforderungen,  
Erfahrungen, Perspektiven



Waxmann 2015  
Münster • New York

## **Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Der Volltext ist online unter [www.waxmann.com/buch3338](http://www.waxmann.com/buch3338) abrufbar.  
Die Einzelbeiträge und zugehörige Dateien sind unter <http://2015.gmw-online.de> abrufbar und kommentierbar.



Dieses Material steht unter der Creative-Commons-Lizenz  
Namensnennung – Nicht kommerziell – Keine Bearbeitungen 4.0 International.  
Um eine Kopie dieser Lizenz zu sehen, besuchen Sie  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

## **Medien in der Wissenschaft, Band 68**

ISSN 1434-3436  
ISBN 978-3-8309-3338-0  
ISBN-A 10.978.38309/33380

© Waxmann Verlag GmbH, 2015  
[www.waxmann.com](http://www.waxmann.com)  
[info@waxmann.com](mailto:info@waxmann.com)

Umschlaggestaltung: Pleßmann Design, Ascheberg  
Umschlagfoto: © Pressestelle LMU, München  
Satz: Stoddart Satz- und Layoutservice, Münster  
Druck: Hubert & Co., Göttingen

Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier,  
säurefrei gemäß ISO 9706



Printed in Germany

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, verboten.

# Inhalt

*Nicolae Nistor, Sabine Schirlitz*

Digitale Medien und Interdisziplinarität

Herausforderungen, Erfahrungen, Perspektiven..... 11

## 1. Digitale Medien und Interdisziplinarität

*Kerstin Mayrberger, Tobias Steiner*

interdisziplinär, integriert & vernetzt – Organisations-  
und Lehrentwicklung mit digitalen Medien heute..... 13

*Philipp Marquardt*

Interdisziplinarität? Erkenntnisse der Technikphilosophie –

Argumente für einen Kulturwandel?..... 24

*Tilman-Mathies Klar, Dieter Engbring*

Braucht die Medienpädagogik Impulse aus der Informatik?

Erkenntnisse aus interdisziplinären Seminaren..... 35

*Olaf Pütz, Birgit Döringer*

E-Kompetenz: Eine interdisziplinäre Medienkompetenz mit Mehrwert?

Praxisprojekt zur mediengestützten Remodellierung eines Studiengangs  
unter besonderer Berücksichtigung der Förderung von E-Kompetenzen..... 46

*Ambar Murillo Montes de Oca, Nicolae Nistor*

Supporting integrative interdisciplinary research discourse:

A case study analysis..... 57

*Jeelka Reinhardt, Susanne Bergann*

Digitaler Hörsaal interdisziplinär. Evaluation einer

Online-Vorlesung mit fachlich heterogenen Studierenden..... 69

*Robert Meyer, Maxime Pedrotti*

Interdisziplinäre Lernkontexte durch annotierte Vorlesungsaufzeichnungen.

Potential nutzergenerierten Contents im Bereich der Hochschulbildung..... 80

## 2. Open Educational Resources

*Matthias Rohs, Mario Ganz*

Open Educational Resources zur sozialen Öffnung der

Hochschule. Eine kritische Analyse..... 91

*Anja Lorenz, Andreas Wittke, Farina Steinert, Thomas Muschal*

Massive Open Online Courses als Teil der Hochschulstrategie..... 102

|   |     |
|---|-----|
| <i>Jürgen Handke</i><br>Shift Learning Activities – vom Inverted Classroom<br>Mastery Model zum xMOOC.....  | 113 |
| <i>Lili Wiesenhütter, Monika Haberer</i><br>Kaiserslauterer Open Online Course (KLOOC)<br>Erprobung eines offenen Online-Kurses zum Thema<br>„Nachhaltigkeit“ als disziplinübergreifendes Hochschulformat ..... | 124 |
| <i>Daniela Pscheida, Andrea Lißner, Maria Müller</i><br>Spielwiese MOOCs – Drei Experimente im #neuland .....   | 132 |
| <i>Klaus Wannemacher, Imke Jungermann</i><br>MOOCs als Treiber für (interdisziplinäre) Kooperation? .....   | 141 |

### 3. Geschäftsmodelle

|   |     |
|---|-----|
| <i>Claudia Bremer, Michael Eichhorn</i><br>Aufgabenspektrum, Ausgestaltung und Geschäftsmodelle von<br>E-Learning-Einrichtungen an Hochschulen .....                          | 151 |
| <i>Linda Heise, Helge Fischer</i><br>Und was bleibt? Nachhaltigkeitsfaktoren der mediengestützten<br>Weiterbildung an Hochschulen.....  | 165 |
| <i>Anne Fuhrmann-Siekmeyer, Tobias Thelen</i><br>Einzelerhebung der Nutzung urheberrechtlich<br>geschützter Sprachwerke gemäß §52a UrhG in<br>einem Lernmanagementsystem..... | 175 |

### 4. Gestaltungsbeispiele aus der Praxis

|  |     |
|--|-----|
| <i>Katja Derr, Reinhold Hübl, Tatyana Podgayetskaya</i><br>Formative Evaluation und Datenanalysen als<br>Basis zur schrittweisen Optimierung eines<br>Online-Vorkurses Mathematik .....                                      | 186 |
| <i>Martin Ebner, Sandra Schön, Kathrin Käfmüller</i><br>Inverse Blended Learning bei „Gratis Online Lernen“ –<br>über den Versuch, einen Online-Kurs für viele in die<br>Lebenswelt von EinsteigerInnen zu integrieren ..... | 197 |
| <i>Christian F. Freisleben-Teutscher</i><br>Educamp-Workshop: Angewandte Improvisation.<br>Belebende Impulse für die dialogorientierte Gestaltung von<br>Online- und Offline-Vorbereitungs- bzw. Präsenzphasen .....         | 207 |

|  |     |
|--|-----|
| <i>Brigitte Grote, Cristina Szász, Athanasios Vassiliou</i><br>Ein Angebot für alle? – Blended Learning im Umgang mit<br>Vielfalt in (weiterbildenden) Masterstudiengängen .....   | 210 |
| <i>Alexander Knoth, Ulrike Lucke, Dariuš Zifonun</i><br>Lehre im Format der Forschung:<br>ein interdisziplinäres Seminarkonzept .....  | 217 |
| <i>Christina Kober, Ines Paland-Riedmüller, Stephanie Hafner</i><br>„Daumen hoch“ für das virtuelle Klassenzimmer.<br>Zur Förderung mündlicher Interaktion in studienvorbereitenden<br>Online-Sprachkursen durch den Einsatz eines virtuellen Klassenzimmers<br>mit ergonomischer Benutzeroberfläche ..... | 228 |
| <i>Sandra Niedermeier, Raphaela Schätz, Heinz Mandl</i><br>Ausbildung von E-Tutoren zur Betreuung von Studierenden –<br>ein Beitrag aus der Praxis zur Lehre mit digitalen Medien .....  | 239 |
| <i>Regina Schiller</i><br>Praxisbericht über digitale Medien in der Bildung<br>an Beispielen von Museen.....   | 250 |
| <i>Silke Schworm, Markus Heckner</i><br>Help design does matter!<br>Supporting knowledge development with design<br>patterns and social computing .....  | 260 |
| <i>Ferran Suñer, Ines Paland-Riedmüller</i><br>Blended Learning<br>Flexible TestDaF-Vorbereitung mit Online-Lernphasen .....   | 270 |

## 5. Workshops

|  |     |
|--|-----|
| <i>Claudia Börner, Claudia Bremer, Brigitte Grote, Luise Henze,<br/>Peer-Olaf Kalis, Heike Müller-Seckin, Jana Riedel</i><br>Heterogenität als Chance?<br>Möglichkeiten der Binnendifferenzierung in<br>mediendidaktischen Qualifizierungsangeboten..... | 285 |
| <i>Claudia Bremer, Anja Ebert-Steinhübel, Bettina Schlass</i><br>Change Management und Organisationsentwicklung zur<br>Verbreitung und Verankerung von E-Learning an Hochschulen .....   | 289 |
| <i>Claudia Bremer, Martin Ebner, Sandra Hofhues, Thomas Köhler,<br/>Andrea Lißner, Anja Lorenz, Markus Schmidt</i><br>Open Educational Resources und ihre Rolle an Hochschulen.<br>Rahmenbedingungen für die Erzeugung, Bereitstellung und Nutzung ..... | 291 |

|   |     |
|---|-----|
| <i>Regina Bruder, Petra Grell, Johannes Konert, Christoph Rensing,<br/>Josef Wiemeyer</i>                                     |     |
| Qualitätsbewertung von Lehr- und Lernvideos.....  | 295 |
| <i>Annabell Lorenz, Bettina Schlass</i>   |     |
| Medieneinsatz in der Hochschullehre mit Moodle/Moodlerooms.....   | 298 |
| <i>Jörn Loviscach, Anne Thillosen, Klaus Wannemacher</i>  |     |
| Kleine Hindernisse nicht zu Hürden werden lassen:<br>Lektionen für das E-Learning an Hochschulen.....                         | 301 |
| <i>Christiane Metzger, Mathias Hinkelmann, Jens Lüssem,<br/>Johannes Maucher, André Rieck, Tobias Seidl</i>                   |     |
| Softwaregestützte Analyse von Studienverläufen –<br>neue Grundlagen für Studienberatung, Qualitäts- und Lehrentwicklung ..... | 303 |

## 6. Poster

|  |     |
|--|-----|
| <i>Patricia Arnold, Gisela Prey, Dennis Wortmann</i>   |     |
| Interdisziplinarität aus der Perspektive von E-Learning-<br>Supporteinheiten – das fakultätsübergreifende Projektseminar<br>„Future City“.....                   | 306 |
| <i>Stephanie Berner, Markus Fath</i>   |     |
| „LehrLernKultur“ mit „IDID“ – eine mobile didaktische<br>Webanwendung für Lehrende und Lernende .....  | 308 |
| <i>Marc Egloffstein, Melanie Klinger, Daniel Schön</i>   |     |
| Die Schnittstellenfunktion der Hochschuldidaktik im<br>Kontext Digitaler Medien.<br>Herausforderungen und Gestaltungsmöglichkeiten.....                          | 311 |
| <i>Ortrun Gröbinger, Michael Kopp, Martin Ebner</i>  |     |
| Was unterscheidet xMOOCs von der Aufzeichnung von<br>Vorlesungen?.....   | 312 |
| <i>Thiemo Leonhardt, Nadine Bergner</i>  |     |
| Multitouch-Spiele zur Vermittlung fundamentaler Ideen in der Informatik.<br>Planung und Entwicklung kooperativer Lernsoftware<br>in der Lehramtsausbildung ..... | 314 |
| <i>Julia Lutz</i>  |     |
| Lebenslang vernetzt lernen und lehren.<br>Blended Learning in der Lehrerbildung am<br>Beispiel eines Praxisprojektes .....                                       | 316 |

|  |     |
|--|-----|
| <i>Martina Mauch, Diemut Bartl</i><br>InterFlex und digitale Medien.<br>Zur Nutzung digitaler Medien in der interdisziplinären Hochschullehre.....   | 319 |
| <i>Claudia Müller</i><br>Entwicklung eines Serious Games für Offene Organisationen.....  | 322 |
| <i>Daniel Potts, Yvonne Winkelmann</i><br>Aufbau eines elektronischen Übungs- und Bewertungstools für die<br>Mathematikausbildung in MINT-Fächern (ELMAT) .....  | 325 |
| <i>Michaela Schunk, Nadja Hourieh Zaza, Martin Fegg,<br/>Sabine v. Mutius, Claudia Bausewein</i><br>E-Learning-Kursentwicklung mit der TAE-Methode in<br>interdisziplinären studentischen Gruppen..... | 327 |
| <i>Martin Wessner, Sabine Hueber</i><br>Vermittlung von Web Literacy in der Hochschullehre.....  | 329 |
| <br>   |     |
| Autorinnen und Autoren .....   | 331 |
| Tagungsleitung .....   | 350 |
| Steering Committee .....   | 350 |
| Gutachterinnen und Gutachter.....  | 350 |
| Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft (GMW).....   | 352 |



# Digitale Medien und Interdisziplinarität

## Herausforderungen, Erfahrungen, Perspektiven

### Vorwort zum Tagungsband der GMW 2015

Die Fragen des sinnvollen Medieneinsatzes in Hochschullehre und Forschung sind zentral für die Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft e.V. (GMW). An der Erforschung und Erprobung der entsprechenden mediengestützten Lern- und Arbeitsszenarien sind Expertinnen und Experten aus unterschiedlichsten Domänen beteiligt, womit die Aktivität der GMW unter dem Zeichen der Interdisziplinarität steht. Bereits etabliert sind Fächerkombinationen wie die Mediendidaktik oder die Medieninformatik. Im wissenschaftlichen Alltag entstehen jedoch deutlich mehr interdisziplinäre Schnittstellen, deren Erörterung und Untersuchung das Thema der GMW-Tagung 2015 sind. Dabei werden in den einzureichenden Beiträgen u.a. folgende Fragen angesprochen:

- Wo liegen die interdisziplinären Impulse?
- Welche interdisziplinären Bereiche können entstehen oder sind schon entstanden? Mit welchen spezifischen Problemen sind sie verbunden?
- Welche Lösungen bieten sich dafür an?
- Welche Medienkompetenzen empfehlen sich vor diesem Hintergrund?
- Wie können diese gefördert werden?

Die Einreichungen zu dem Call for Papers für die GMW 2015 erfolgten als Papers für Vorträge und im Flipped-Conference-Format, Praxisberichte, Poster, Educamp-Beiträge und Hands-On-Sessions, die in die folgenden vier Hauptabschnitte gegliedert wurden: Digitale Medien und Interdisziplinarität, Open Educational Resources, Geschäftsmodelle sowie Gestaltungsbeispiele aus der Praxis.

Die Beiträge des Themenbereiches *Digitale Medien und Interdisziplinarität* befassen sich vor dem Hintergrund der Open Education unter anderem damit, welche Unterstützungsmaßnahmen bei einer interdisziplinären Zusammenarbeit notwendig sind, und zeigen aus der Perspektive der Technikphilosophie, wie die aktuelle Neuverortung der Technik einen Kulturwandel zu einem reflektierteren Technikverständnis anregt und damit Hilfestellungen für Modernisierungsprozesse in Verbindung mit digitalen Medien gibt. Der Medienkompetenz vor dem Hintergrund der Interdisziplinarität widmen sich zwei Beiträge, die zum einen die Spezifika digitaler Medien zum anderen die Verbesserung der Chancen der Studierenden im Blick haben. Am Beispiel eines laufenden Forschungsprojektes werden die Möglichkeiten eines integrativen interdisziplinären Forschungsdiskurses an der Schnittstelle zwischen Psychologie, Pädagogik und *Image Information Mining* diskutiert und schließlich die Anforderungen des interdisziplinären digitalen Hörsaals und des nutzergenerierten Contents in der interdisziplinären Hochschulbildung erörtert.

Die *Open Educational Resources*, vor allem die Massive Open Online Courses (MOOCs) in ihren verschiedenen Variationen, stellen ein konferenzübergeordnetes Thema dar, das auch bei den Autorinnen und Autoren der GMW 2015 auf ein großes Interesse stößt. Gleich zu Beginn des Themenbereiches werden vor dem Hintergrund gesellschaftlicher Mechanismen der Ungleichheit die Chancen von Open Educational Resources zur Öffnung der Hochschulen diskutiert und daran anschließend MOOCs als Teil der Hochschulstrategie betrachtet. Wie MOOCs in Kombination mit anderen mediendidaktischen Konzepten eingesetzt werden können, zeigt das darauf folgende Paper. Der Abschnitt schließt mit der Diskussion, inwieweit MOOCs als Treiber für interdisziplinäre Kooperationen fungieren können.

Ein Einblick in die Hochschulentwicklung in Verbindung mit der stets zunehmenden Anwendung digitaler Medien in Wissenschaft und Hochschulen wird durch die Darstellung einiger *Geschäftsmodelle* gegeben. Dabei werden Aufgabenspektrum, Ausgestaltung und Geschäftsmodelle von E-Learning-Einrichtungen an einigen deutschen Hochschulen präsentiert und Nachhaltigkeitsfaktoren der mediengestützten Weiterbildung an Hochschulen dargelegt. Die exemplarische Darstellung der Nutzung urheberrechtlich geschützter Lehr-Lernmaterialien im Rahmen hochschulischer Lernmanagementsysteme rundet den Themenbereich ab.

Mehrere Höhepunkte aus der Landschaft der Medien in Wissenschaft und Hochschule werden im Abschnitt *Gestaltungsbeispiele aus der Praxis* von zehn Beiträgen geschildert. Der Tagungsband wird durch die Zusammenfassungen von sieben Workshops und elf Postern abgerundet.

Die VeranstalterInnen der GMW 2015 und HerausgeberInnen dieses Tagungsbandes danken allen AutorInnen für ihre Einreichungen sowie den GutachterInnen, die im Rahmen des anonymen Peer-Review-Verfahrens maßgeblich bei der Selektion und Überarbeitung der Beiträge geholfen haben. Alle bringen damit die Hoffnung zum Ausdruck, den Diskurs zur Nutzung digitaler Medien in Wissenschaft und Hochschule durch wissenschaftlich und praktisch fundierte, interdisziplinäre Projekte und Studien zu bereichern und zu konsolidieren.

Unser Dank gilt auch dem Vorstand der GMW für das in uns gesetzte Vertrauen; dem Steering Committee für den Erfahrungsaustausch; dem Team des Waxmann-Verlages, allen voran Beate Plugge, für ihren Einsatz und ihre Hilfe; und den VeranstalterInnen der zeitgleich stattfindenden DeLFI-Tagung, vor allem Hans Pongratz von der TU München.

Nicolae Nistor und Sabine Schirlitz  
Ludwig-Maximilians-Universität München  
im September 2015

## **Formative Evaluation und Datenanalysen als Basis zur schrittweisen Optimierung eines Online-Vorkurses Mathematik**

### **Zusammenfassung**

In diesem Beitrag wird die Vorgehensweise beim Auf- und Ausbau eines Online-Vorkurses Mathematik für technische Studiengänge beschrieben, der jährlich auf Basis der Evaluationsergebnisse angepasst und erweitert wurde. Die Entwicklung der interaktiven Lernmaterialien und formativen E-Assessments erforderte die Kombination mathematik-, physik- und mediendidaktischer Kenntnisse. Umfangreiche Abfragen auf dem datenbankbasierten Lernmanagementsystem (LMS) ermöglichten die Analyse der Qualität und Wirksamkeit des Angebots; hier kamen insbesondere testtheoretische Methoden und Verfahren zum Einsatz. Die entwickelten Instrumente sowie Erkenntnisse über Vorwissen und Lernverhalten der angehenden Studierenden fließen in das Hochschulverbundprojekt *optes* ein. Im Gegenzug konnte die dort vorhandene Expertise im Bereich des E-Mentoring zum Aufbau eines Betreuungskonzepts genutzt werden. Die Evaluationsergebnisse des Jahrgangs 2014 werden vor dem Hintergrund der Frage dokumentiert, welche Betreuungsangebote für welche Lernenden geeignet erscheinen.

### **1 Einleitung**

Vor- und Brückenkurse in Mathematik sind ein wichtiger Bestandteil der Vorbereitung auf technische Studiengänge und werden mittlerweile an fast allen Hochschulen angeboten. Dabei werden mathematische Grundlagen aus der Mittel- und Oberstufe in komprimierter Form wiederholt, um den StudienanfängerInnen den Einstieg in die Hochschulmathematik zu erleichtern. Angesichts der heterogenen Ausgangsvoraussetzungen und Lebenssituationen der TeilnehmerInnen bietet sich die Vermittlung dieser Lerninhalte über E- bzw. Blended-Learning-Formate an (Bausch et al., 2014). Im vorgestellten Projekt wurde im Jahr 2010 mit dem Aufbau eines Online-Vorkurses Mathematik für die Fakultät Technik der Dualen Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) Mannheim begonnen, der sich zu einem interaktiven Lernraum mit Online-Betreuungsphasen entwickelt hat. Im Jahr 2012 wurde das Projekt in das BMBF-geförderte Verbundprojekt *optes* eingegliedert, in dem im Rahmen des

Qualitätspakts Lehre Angebote zur Unterstützung der Studieneingangsphase konzipiert und erprobt werden.

Die sukzessive Entwicklung und Optimierung der Lernplattform hatte den Vorteil, dass die Lernenden schon zu einem relativ frühen Zeitpunkt auf die (noch nicht interaktiv aufbereiteten) Materialien zugreifen konnten. Unerwartete Probleme, Kritik und Wünsche der TeilnehmerInnen konnten dann beim weiteren Ausbau berücksichtigt werden. Darüber hinaus wurden die Daten genutzt, um die eingesetzten Instrumente zu evaluieren. Durch diesen offenen Ansatz konnte flexibel auf konzeptionelle, inhaltliche oder technische Unstimmigkeiten reagiert werden, das Untersuchungsdesign wurde parallel zu den Lernmaterialien überarbeitet und verbessert (Richey et al., 2004). Zur Triangulation der quantitativen Daten wurden außerdem in den Jahren 2011 und 2012 mehrere Gruppeninterviews mit StudienanfängerInnen zu ihrer Nutzung des Vorkursangebots geführt (Creswell & Plano Clark, 2011). Die Analyse der Datensätze der Jahrgänge 2011 und 2012 führte zu einer Reihe von Korrekturen, wie z.B. der Anpassung des Schwierigkeitsgrads, der Erweiterung bzw. Kürzung von Lerninhalten oder der Optimierung technischer Abläufe. In Bezug auf die Entwicklung der Instrumente und des didaktischen Designs wurden folgende zentrale Aufgabenstellungen für die weitere Arbeit formuliert:

*1. Modularisierung:* Die angehenden Studierenden unterscheiden sich in ihrer Wohn- und Lebenssituation zum Zeitpunkt des Vorkurses; um möglichst alle angehenden Studierenden ansprechen zu können, sollte das Angebot sowohl zeitlich als auch räumlich so flexibel wie möglich gestaltet sein. Die Vorkurs-TeilnehmerInnen haben unterschiedliche schulische und berufliche Hintergründe, auch ihre Vorkenntnisse in Mathematik differieren teilweise erheblich (Fischer & Biehler, 2011). Oft bestehen nur kleinere Wissenslücken in Mathematik, die problemlos im Selbststudium geschlossen werden können. Ein Teil der StudienanfängerInnen ist hingegen mit großen Defiziten im Grundlagenbereich konfrontiert oder verfügt nicht über die Fähigkeit, diese im Selbststudium zu bearbeiten. Für diese Gruppe werden zusätzliche Unterstützungsangebote erprobt und ausgewertet.

*2. Formatives E-Assessment:* Die in der Pilotphase eingesetzten Selbsttests werden im Hinblick auf Qualität und Aussagekraft des diagnostischen Feedbacks untersucht und optimiert. Über den zielgerichteten Einsatz von Selbsttests und Übungsaufgaben sollen Lernende außerdem in höherem Maße aktiviert und motiviert werden.

## 2 Qualitätskontrolle und Redesign

Das Basisangebot, das alle angehenden Studierenden der technischen Fakultät zur Studienvorbereitung nutzen können, besteht aus einem umfassenden Online-Selbsttest, dem darauf basierenden diagnostischen Feedback, interaktiven Lernmodulen sowie einem Kontrolltest zur Überprüfung des Lernerfolgs. Auf Basis der Kontrolltestergebnisse erhalten die StudienanfängerInnen dann Empfehlungen für die Teilnahme an Mathematik-Tutorien während des ersten Semesters.

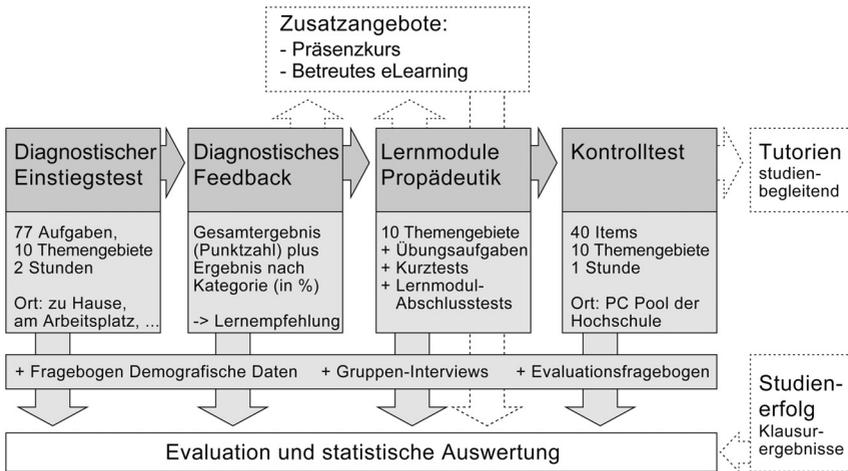


Abb. 1: Online-Studienvorbereitung Mathematik: Basisangebot auf der Lernplattform (LMS) und optionale Zusatzangebote für den Jahrgang 2014/15

### 2.1 Überprüfung der Qualität der Instrumente

Die Instrumente zur Selbstdiagnose und Lernerfolgskontrolle wurden von Anfang an als Online-Tests bereitgestellt, damit die Möglichkeiten des automatisierten Feedback genutzt werden konnten. Bei der Testkonstruktion standen zunächst inhaltliche Fragen im Vordergrund, so sollte der diagnostische Selbsttest das Curriculum der Mittel- und Oberstufe abdecken (cosh, 2014) und den Lernenden dann möglichst passgenaue Empfehlungen zur Arbeit mit den Lernmodulen geben. Damit Flüchtigkeitsfehler nicht überbewertet werden, ist jedes der zehn Themengebiete durch mehrere Items repräsentiert, außerdem kommen nur niederschwellige Aufgabentypen wie Multiple Choice und numerische Eingabe zum Einsatz. Beide Tests wurden im Vorfeld durch drei ExpertenInnen geprüft (MathematiklehrerInnen eines Gymnasiums sowie

Mathematik-Dozierende der Hochschule) und von Studierenden getestet, bevor sie im Vorkurs zum Einsatz kamen.

Die Testergebnisse des ersten Jahrgangs wurden genutzt, um die Qualität der beiden Tests und ihre Tauglichkeit zur Messung des Lernerfolgs zu überprüfen. Ziel war die Identifizierung von Aufgaben mit geringem Informationsgehalt (zu leicht, zu schwer) oder unerwarteten oder „unfairen“ Ergebnissen (Aufgaben, die für unterschiedliche Teilnehmergruppen unterschiedlich schwer sind). Neben Item-Test-Korrelationen wurden probabilistische Verfahren zur Analyse der Schwierigkeit auf Item- und Testebene eingesetzt (Rasch-Modell). Nicht „modell-konforme“ Items wurden überarbeitet oder ersetzt, so konnten die beiden Tests schrittweise optimiert und skaliert werden<sup>1</sup>. Ziel war die Angleichung des Schwierigkeitsgrads von Einstiegs- und Kontrolltest, zur Messung des Lernerfolgs sollten zwei vergleichbar schwere, aber nicht gleiche Tests zum Einsatz kommen (Kane, 2013). Während in den ersten beiden Jahren noch relativ viele Anpassungen vorgenommen werden mussten, lieferten die Tests 2013 zufriedenstellende Ergebnisse (Cronbachs  $\alpha$  zwischen .910 im Einstiegstest und .852 im Kontrolltest) und wurden 2014 unverändert eingesetzt. Die genannten Qualitätsanalysen werden auch im weiteren Projektverlauf durchgeführt.

## **2.2 Modularisierung**

Nicht alle StudienanfängerInnen verfügen über angemessene Lernstrategien, um Lerninhalte im Selbststudium zu bearbeiten. Ein realistisches Zeitmanagement, die Schaffung eines lernförderlichen Umfelds, aber auch der Umgang mit Motivationsproblemen sind jedoch Voraussetzung für einen erfolgreichen Lernprozess (Zimmerman, 1989). Diese Fähigkeit zum „selbstregulierten Lernen“ korreliert oft mit fachlichem Vorwissen (Baumert et al., 2000). Lernenden mit guten Fachkenntnissen fällt es leichter, unterstützende Online-Tools effektiv für den Lernprozess einzusetzen (Renkl & Atkinson, 2003). Ein großer Prozentsatz der TeilnehmerInnen des Online-Vorkurses verfügte über solide fachliche und überfachliche Vorkenntnisse und schätzte die Möglichkeit, auf der Plattform selbständig und im eigenen Tempo zu lernen, während sich vor allem TeilnehmerInnen mit eher niedrigen Einstiegstestergebnissen Unterstützung bei der Einschätzung dieses Resultats und bei der Gestaltung des Lernprozesses wünschten.

*Zusatzangebote: Präsenz.* Insbesondere SchülerInnen mit Fachhochschulreife empfanden die Lernmodule als eher schwer und hatten oft Schwierigkeiten mit ihnen unbekanntem mathematischen Ausdrücken oder zu knapp gehaltenen Lösungswegen im Aufgabenfeedback. Auch nach der Überarbeitung der

---

1 Als Software wurde das R-Package eRm genutzt (Mair & Hatzinger, 2007).

Lernmodule im Hinblick auf diese Probleme waren die Lernerfolge dieser Gruppe am geringsten, so dass schon im Jahr 2012 zusätzliche Präsenzkurse für StudienanfängerInnen mit Fachhochschulreife angeboten wurden. Diese einwöchigen Kurse fanden jeweils im September statt und waren inhaltlich und konzeptionell auf die Online Lernmaterialien abgestimmt. Der Lernerfolg der TeilnehmerInnen konnte allerdings durch diese Kurse nicht signifikant angehoben werden. Die Evaluation ergab, dass nur wenige Lernende über die Präsenzphase hinaus auf der Lernplattform aktiv waren, sodass die investierte Lernzeit ganz offensichtlich nicht ausreichte, um die teilweise erheblichen Wissenslücken zu schließen. Angesichts knapper Ressourcen und wachsender Nachfrage wurden die Konzepte überarbeitet und die Präsenzangebote für alle StudienanfängerInnen geöffnet, können nun aber nicht mehr kostenfrei angeboten werden.

*Zusatzangebote: Betreutes E-Learning.* Zusätzlich wurde das Angebot 2014 um einen einmonatigen (kostenfreien) Kurs „betreutes E-Learning“ erweitert. Ziel dieses Angebots ist die stärkere Aktivierung und Motivierung der Lernenden durch den Kontakt zu einem Fachdozierenden bzw. zu E-MentorInnen und einer Lerngruppe sowie eine stärkere Strukturierung des Lernprozesses. Bei der Entwicklung des Konzepts konnte auf Erfahrungen der Hochschule Ostwestfalen-Lippe, einer Partnerhochschule im Verbundprojekt, zurückgegriffen werden (Halm et al., 2013). Gemäß dem Prinzip der „minimalen Hilfe“ werden die Lerninhalte zunächst in Eigenregie bearbeitet, bei Bedarf werden dann Peers oder Lehrpersonen im Online-Forum um Tipps zur Lösung eines Problems gebeten (z.B. Aebli, 2011). In den vier Wochen Kursdauer werden vier von sechs grundlegenden Lernmodulen bearbeitet. Der zentrale Unterschied zum Selbststudium liegt in der höheren Verbindlichkeit. Die Kursteilnahme wird nur bestätigt, wenn ein Teilnehmer vier Aufgabenblätter rechtzeitig bearbeitet und eingereicht hat (ein Aufgabenblatt pro Thema und Woche). Dieses offene Aufgabenformat ermöglicht den Dozierenden einen Einblick in die einzelnen Rechenschritte der TeilnehmerInnen. Anders als bei geschlossenen oder halb offenen Online-Aufgabentypen können sie so nachvollziehen, ob und an welcher Stelle eines Lösungsansatzes eine Fehlkonzeption vorliegt und diese gezielt adressieren.

*Aktivierung und Motivation.* Als ein weiteres Handlungsfeld des Redesigns wurde der Aufbau eines Fragepools mit technischem Anwendungsbezug definiert. Vielen TeilnehmerInnen am Vorkurs fiel es schwer, sich über einen längeren Zeitraum für die Beschäftigung mit mathematischen Grundlagen zu motivieren. Über die Verbindung der mathematischen Verfahren mit physikalischen oder technischen Anwendungsbeispielen soll der Bezug zum eigentlichen Studieninteresse hergestellt und das Interesse an mathematischen Fragestellungen erhöht werden. Die Herausforderung bei diesem Ansatz ist es, Aufgaben zu finden, die gleichzeitig authentisch und mit dem Vorwissen der

StudienanfängerInnen lösbar sind (Wolf & Biehler, 2014). Die Entwicklung von nachvollziehbaren und realistischen Beispielen ist zeitaufwändig und muss in Abstimmung mit ExpertInnen aus der Physik bzw. den ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten erfolgen (Preißler et al., 2010). Für den Bereich des Selbststudiums werden Übungsaufgaben entwickelt, in denen die Praxisbeispiele als „Anker“ für das spätere Berufsziel dienen, während im betreuten E-Learning auch komplexere Problemstellungen zum Einsatz kommen, die dann im Austausch mit Peers oder Dozierenden schrittweise gelöst werden (Leutner et al., 2008).

### **3 Evaluationsergebnisse 2014**

#### **3.1 Erfasste Teilnehmerdaten**

Am Online-Vorkurs können alle angehenden Studierenden der Fakultät Technik teilnehmen. Die Teilnehmerzahlen lagen im ersten Jahr des Projekts bei etwa 70% der StudienanfängerInnen und sind seither jedes Jahr leicht angestiegen, auf 84% im Jahr 2014 (603 von 722)<sup>2</sup>. Die sechs einwöchigen Präsenzkurse wurden im Zeitraum August bis November mit 119 TeilnehmerInnen durchgeführt, der vierwöchige Kurs „Betreutes E-Learning“ fand im September mit elf Gruppen und 132 TeilnehmerInnen statt. Zu Beginn des Vorkurses wurden persönliche und demografische Daten wie Alter, Bundesland, schulischer Hintergrund und Mathematiknoten der letzten Schuljahre erfasst, außerdem enthielt der Fragebogen Items zur Einstellung gegenüber Mathematik und Mathematiklernen (Kadijevich, 2006). Der Evaluationsfragebogen nach Abschluss des Vorkurses umfasste Fragen zum Schwierigkeitsgrad, zur technischen Performance sowie allgemeinen Zufriedenheit mit dem Angebot, außerdem wurden die TeilnehmerInnen nach der investierten Lernzeit und dem Einsatz von Lernstrategien gefragt (Schiefele & Wild, 1994). Der Evaluationsfragebogen wurde von 205 TeilnehmerInnen ausgefüllt, wobei die Rücklaufquote bei den TeilnehmerInnen am betreuten E-Learning mit 65% am höchsten war (Präsenzkurs: 37%, Selbststudium: 28%).

#### **3.2 Vorkenntnisse: Ergebnisse im diagnostischen Einstiegstest**

Im diagnostischen Einstiegstest wurden durchschnittlich 49,7 von 100 Punkten erzielt. Wie schon in den Vorjahren wiesen die Ergebnisse eine relativ starke Streuung auf (n: 603, min.: 7,06, max.: 92,9, Standardabweichung: 16,62). Die

---

2 Als TeilnehmerInnen wurden StudienanfängerInnen gewertet, die am diagnostischen Einstiegstest *und* am Kontrolltest teilgenommen haben.

Analyse in Bezug auf die erhobenen persönlichen Variablen bestätigte schon bekannte Zusammenhänge zwischen schulischem Hintergrund, Einstellung und Mathematik-Leistungsmessung (z.B. Mullis, 2012). So bestand beispielsweise ein deutlicher Unterschied zwischen den Einstiegstestergebnissen der StudienanfängerInnen mit Abitur (MW: 51,8) und Fachhochschulreife (MW: 40,3). Einen ähnlich starken Einfluss auf das Einstiegstestergebnis hatten die Note im Schulabschlusszeugnis, die Mathematiknoten der letzten Schuljahre sowie die Einstellung dem Schulfach Mathematik gegenüber.<sup>3</sup>

### 3.3 Lernerfolg: Ergebnisse im Kontrolltest

Der Lernerfolg im Vorkurs wurde gemessen als Differenz zwischen den beiden Messpunkten „Einstiegstest“ (Termin frei wählbar, mindestens einen, höchstens fünf Monate vor Studienbeginn) und „Kontrolltest“ (Durchführung in der ersten Woche des Studiums in den Computerräumen der Hochschule). Insgesamt wurde eine Verbesserung von 49,7 auf 55 (von 100) Punkten festgestellt. Die Veränderung zwischen beiden Messpunkten ist signifikant ( $p < .001$ ), allerdings ist auch hier eine starke Streuung zu beobachten. Im Unterschied zum Ergebnis im diagnostischen Einstiegstest war der Lernerfolg unabhängig von der Art der Hochschulzugangsberechtigung und der Mathematiknote, auch Geschlecht oder Alter hatten keinen Einfluss auf die Veränderung zwischen Pre- und Posttest. Deutlich war hingegen der Einfluss der Variablen zur Einstellung: Lernende mit einer positiven Einstellung dem Fach Mathematik und dem Mathematiklernen gegenüber hatten nicht nur bessere Einstiegstestergebnisse sondern auch einen stärkeren Lernzuwachs als Lernende mit einer indifferenten oder ablehnenden Haltung.

Die erfassten Variablen zum Lernverhalten brachten weniger eindeutige Ergebnisse. Zwar konnte gezeigt werden, dass sich TeilnehmerInnen des betreuten E-Learning, die viel Lernzeit investieren, auch stärker verbessern; dieser Effekt wurde aber erst bei sehr hohem Zeitaufwand sichtbar (15 und mehr Stunden pro Woche über einen Zeitraum von vier Wochen). Ein linearer und signifikanter Zusammenhang zwischen eingesetzter Zeit und Lernerfolg für alle VorkursteilnehmerInnen ließ sich nicht nachweisen, und auch andere Variablen zur Beschreibung des Lernverhalten (z.B. Erstellung und Einhalten eines eigenen Lernplans) wiesen zwar signifikante Zusammenhänge mit den einzelnen Testergebnissen, nicht aber mit dem Lernerfolg auf.

Interessant ist vor allem die Entwicklung der TeilnehmerInnen mit eher niedrigem Einstiegstestergebnis, die in den Zusatzangeboten besonders stark repräsentiert waren. Hier zeigte sich eine besonders deutliche Verbesserung der

---

3 ANOVA lieferte in den vier genannten Fällen ein signifikantes Ergebnis mit  $p < .001$

TeilnehmerInnen, die den Kurs „Betreutes E-Learning“ mit Zertifikat abgeschlossen, aber nicht an einem Präsenzkurs teilgenommen haben (n = 85). Diese Gruppe konnte sich von durchschnittlich 47,5 Punkten im Einstiegstest auf 54,2 im Kontrolltest verbessern. StudienanfängerInnen, die sich für beide Kursangebote entschieden haben (n = 28), konnten einen Lernzuwachs von 44,2 auf 53,3 erzielen. Im Vergleich dazu war der Lernerfolg der Präsenzkursteilnehmenden (n = 91) mit einer Verbesserung von 43,7 auf 47,3 geringer (siehe Abb. 2). Durch die stärkere Verbindlichkeit und die Verlängerung der Kursdauer (und damit der Übungsphasen) im betreuten E-Learning konnte vor allem der Lernerfolg von Teilnehmenden mit einem schwachen Einstiegstestergebnis (< 50) verbessert werden. Einschränkend ist zu sagen, dass die Vorkenntnisse bzw. Einstiegstestergebnisse der Teilnehmenden an der E-Learning-Variante etwas besser waren als die der Präsenzkursteilnehmenden. Dieser größere Abstand ist durch einen einwöchigen Kurs offensichtlich nicht zu schließen. Die Gruppe, die das betreute E-Learning abgebrochen hat (n = 19), hatte in beiden Tests ein unterdurchschnittliches Ergebnis und konnte ganz offenbar kaum von dem Angebot profitieren.

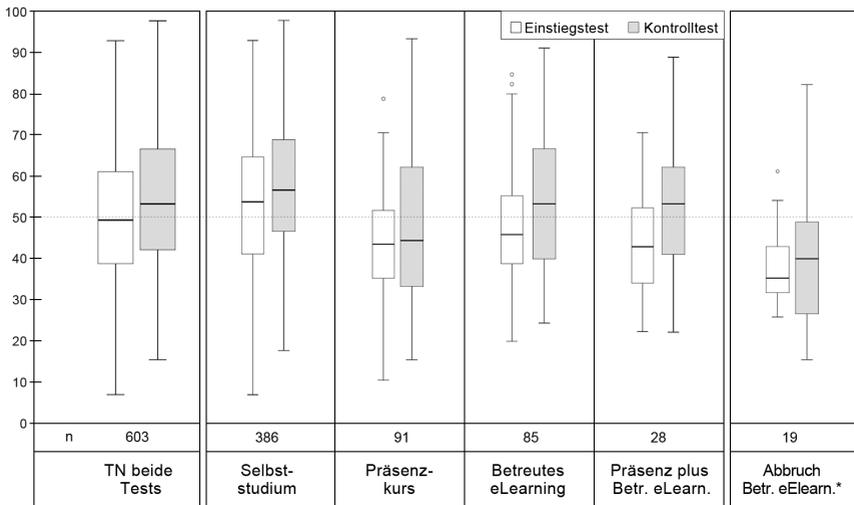


Abb. 2: Einstiegs- und Kontrolltestergebnisse 2014 in Prozent, Vergleich der Lernformen (Datenbasis: Teilnehmer an beiden Tests) (\*in dieser Gruppe sind 6 Teilnehmer enthalten, die danach am Präsenzkurs teilgenommen haben)

Der Einsatz von mehr praxisbezogenen Aufgaben wurde positiv evaluiert, vor allem Teilnehmende mit schwächerem Einstiegstestergebnis bevorzugten diesen Aufgabentyp. Das Konzept der Einreichaufgaben wurde von 72% der Teilnehmenden als „hilfreich“ bzw. „sehr hilfreich“ bezeichnet. Ein Zusammenhang zwischen Lernerfolg und positiver Einstellung diesen Angeboten gegenüber konnte allerdings nicht beobachtet werden.

## **4 Fazit und Ausblick**

Im vorgestellten Ansatz wurde eine Kombination unterschiedlicher Datenquellen, qualitativ und quantitativ, über einen längeren Zeitraum hinweg evaluiert, wobei die Instrumente zusammen mit den Lernmaterialien schrittweise optimiert wurden. Interdisziplinäre Schnittstellen ergaben sich in mehreren Bereichen des Projekts. Als Ausgangspunkt für die statistische Analyse waren umfangreiche jährliche Datenbankabfragen erforderlich, die über die Standardfunktionalität des LMS hinausgingen. Für die in Abschnitt 2.1 beschriebene Analyse des Pre-Postdesigns wurden Kenntnisse der Testtheorie und probabilistischer Verfahren benötigt, und auf inhaltlicher Ebene waren die Lehrpläne der Mittel- und Oberstufen in Baden-Württemberg und den angrenzenden Bundesländern zu berücksichtigen. Die Erstellung und Evaluation der interaktiven Lernmodule und Übungsaufgaben erforderte die Verknüpfung von mathematik- und mediendidaktischer Expertise sowie die Beschäftigung mit offenen und geschlossenen Aufgabenformaten. Für die Ergänzung der Lernmaterialien durch praxisbezogene Beispiele ergaben sich wiederum Schnittmengen mit den Ingenieurwissenschaften und der Physikdidaktik.

Die auf Basis der Datenanalyse entwickelte Strategie, die sehr heterogene Gruppe der StudienanfängerInnen durch ein modulares Angebot zu adressieren, hat sich bewährt. Während StudienanfängerInnen mit gutem und sehr gutem Einstiegstestergebnis kleinere Wissenslücken im Selbststudium schließen konnten, wurden insbesondere StudienanfängerInnen mit schwächeren Einstiegstestergebnissen zur Teilnahme an den Zusatzangeboten motiviert und konnten sich, mit den geschilderten Einschränkungen, im Kontrolltest teilweise deutlich steigern.

Insgesamt konnten Zusammenhänge zwischen Mathematikeinstellung und -leistung aufgezeigt werden, die schon in deutlich größeren Projekten (TIMSS, PISA) für SchülerInnen nachgewiesen wurden, sodass nun ein solides Datenmodell zur Verfügung steht, das auf die Gruppe der Ingenieursstudierenden angewandt werden kann. Ein Bedarf weitergehender Analysen besteht im Hinblick auf die Variablen zum Lernverhalten, die bislang wenig zur Erklärung des Lernerfolgs beitragen konnten. Im weiteren Projektverlauf ist der Abgleich der Vorkursergebnisse mit dem Studienerfolg am DHBW-Standort Mannheim

geplant, sowie der Vergleich der Vorkursergebnisse an den verschiedenen Partnerhochschulen im Verbundprojekt *optes*.

## Literatur

- Aebli, H. (2011). *Zwölf Grundformen des Lehrens. Eine Allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Baumert, J. et al. (2000). *Fähigkeit zum selbstregulierten Lernen als fächerübergreifende Kompetenz*. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Bausch, I. et al. (Hrsg.) (2014). *Mathematische Vor- und Brückenkurse. Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik*. Wiesbaden: Springer.
- cosh cooperation schule:hochschule (2014). Mindestanforderungskatalog Mathematik (2.0) der Hochschulen Baden-Württembergs für ein Studium von WiMINT-Fächern, [www.mathematik-schule-hochschule.de](http://www.mathematik-schule-hochschule.de)
- Creswell, J.W. & Plano Clark, V.L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research*. Los Angeles: Sage.
- Fischer, P.R. & Biehler, R. (2011). *Über die Heterogenität unserer Studienanfänger. Ergebnisse einer empirischen Untersuchung von Teilnehmern mathematischer Vorkurse*. In GDM: Beiträge zum Mathematikunterricht.
- Halm, L., Heubach, M., Mersch, A., Wrenger, B. (2013). Zwei Seiten des Online-Lernens in mathematischen Grundlagenveranstaltungen: Unterstützung Lehrender und Betreuung Studierender im Selbststudium. In Tagungsband zum 1. HD MINT Symposium (S. 177–183). Nürnberg.
- Kadijevich, D. (2006). Developing trustworthy TIMSS background measures: A case study on mathematics attitude. *The Teaching of Mathematics*, 2, 41–51.
- Kane, M.T. (2013). Validating the interpretations and uses of test scores. *Journal of Educational Measurement*, 50(1), 1–73.
- Leutner, D. et al. (2008). Instruktionspsychologische und fachdidaktische Aspekte der Qualität von Lernaufgaben und Testaufgaben im Physikunterricht. In J. Thonhauser (Hrsg.), *Aufgaben als Katalysatoren von Lernprozessen* (S. 168–181). Münster: Waxmann.
- Mair, P. & Hatzinger, R. (2007). CML based estimation of extended Rasch models with the eRm package in R. *Psychology Science*, 49(1), 26–43.
- Mullis, I.V.S., Martin, M.O., Foy, P. & Arora, A. (2012) *TIMSS 2011 International Results in Mathematics*, <http://timssandpirls.bc.edu/timss2011>
- Preißler, I. et al. (2010). Treibstoff für die Ingenieurausbildung – fachübergreifende Didaktik. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 5(3), 105–115.
- Renkl, A. & Atkinson, R.K. (2003). Structuring the transition from example study to problem solving in cognitive skill acquisition: A cognitive load perspective. *Educational Psychologist*, 38(1), 15–22.
- Richey, R.C., Klein, J. & Nelson, W. (2004). Developmental research: Studies of instructional design and development. In D. Jonassen (Hrsg.), *Handbook of Research for Educational Communications and Technology* (S. 1099–1130). Mahwah: Lawrence Erlbaum.

- Schiefele, U. & Wild, K.P. (1994) Lernstrategien im Studium: Ergebnisse zur Faktorenstruktur und Reliabilität eines neuen Fragebogens. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 15(4), 185–200.
- Wolf, P. & Biehler, R. (2014). Entwicklung und Erprobung anwendungsorientierter Aufgaben für Ingenieurstudienanfänger/innen. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 9(4), 169–190.
- Zimmerman, B.J. (1989). Models of self-regulated learning and academic achievement. In B.J. Zimmerman & D.H. Schunk (Hrsg.), *Self-regulated learning and academic achievement: Theory, research and practice* (S. 1–26). New York: Springer.