

**Anselm KNEBUSCH<sup>1</sup>, Anke PFEIFFER & Michael WANDLER  
(Stuttgart)**

## **Individualisiertes Lernen mit Computer begleitetem Lernen**

### **Zusammenfassung**

Im Bereich der Ingenieursstudiengänge sind mathematische Kenntnisse für den Studienerfolg von großer Relevanz. Durch die Heterogenität der Bildungsbiographien im Zuge unterschiedlicher Zugangswege, die zu einem Studium an einer Hochschule für angewandte Wissenschaften (HAW) führen, verfügen Studierende in der Studieneingangsphase über höchst unterschiedliche Vorkenntnisse (vgl. z. B. BANSCHERUS, 2013).

Exemplarisch für eine Methodik, welche Heterogenität als Herausforderung in einem klassischen Vorlesungssetting annimmt, werden wir in diesem Artikel die Methode des Computer begleitenden Lernens (CBL) vorstellen und anhand von Studien/Evaluationsergebnissen einer Bewertung unterziehen.

### **Schlüsselwörter**

Blended Learning, Inverted Classroom, videobasiertes Lernen, Computer begleitetes Lernen

---

<sup>1</sup> E-Mail: [anselm.knebusch@hft-stuttgart.de](mailto:anselm.knebusch@hft-stuttgart.de)



## **Individualized learning with computer-assisted learning**

### **Abstract**

In the field of engineering courses, mathematical knowledge is of great relevance to the degree programme. Due to the heterogeneity of the educational backgrounds of programme participants (due to the different paths that can lead to a study at a University of Applied Sciences), students have very levels and types of existing knowledge when they begin studying (see, for example, Banscherus 2013).

As an example of a methodology that addresses the challenge of such heterogeneity in a classical lecture setting, this paper presents the method of Computer-Assisted Learning and provides an initial evaluation based on studies / evaluation results.

### **Keywords**

blended learning, inverted classroom, video-based learning, computer-assisted learning

## **1 Ausgangslage und Vorüberlegungen**

Bevor die Frage nach dem „Wie“ einer didaktischen Neuerung gestellt wird, sollte in einem ersten Schritt die Frage nach dem „Warum“ geklärt werden. Die Mathematik-Ausbildung wird von DEHLING et al. als „eines der Nadelöhre für angehende Ingenieurinnen und Ingenieure“ bezeichnet (DEHLING, ROEGNER & WINZKER, 2014, S. 9). Es zeigt sich, dass viele Studienanfängerinnen und Studienanfänger für die anspruchsvollen ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge nicht die ausreichenden mathematischen Vorkenntnisse mitbringen.

Als Ausgangspunkt und wichtiger Gradmesser für diese mathematischen „Sollkenntnisse“ der Studienanfängerinnen und Studienanfänger im (Wi)MINT-Bereich dient der Mindestanforderungskatalog der cosh-Gruppe (cosh2014). Betrachtet

man hier die Ergebnisse des Orientierungstests, welcher in den MINT-Fächern an der HFT Stuttgart durchgeführt wird und sich am Mindestanforderungskatalog orientiert, zeigt sich, dass ein substantieller Teil der Studierenden nur über eine bedingte Studierfähigkeit im Sinne des Mindestanforderungskatalogs verfügt. So haben im Wintersemester 2017/18 in den Ingenieursstudiengängen der HFT Stuttgart 88 Studierende am Orientierungstest teilgenommen, hierbei lag das 75 %-Quantil bei ca. 45 Prozent der erreichbaren Punkte, das 25 %-Quantil bei ca. 23 Prozent der erreichbaren Punkte. Weiter ist auffällig, dass die Ergebnisse in Abhängigkeit der Hochschulzugangsberechtigung stark variieren. Während Studierende mit allgemeiner Hochschulreife noch relativ gute Ergebnisse erzielen (Median: 41,9 Prozent der Gesamtpunkte), fallen Studierende mit anderer Fachhochschulreife (in der Regel „dritter Bildungsweg“) deutlich zurück (Median: 25,8 Prozent der Gesamtpunkte).

Die Ergebnisse dieser Studie machen das „Warum“ der eingangs gestellten Frage klar, denn die sich hier abzeichnende Leistungsheterogenität erfordert eine didaktische Maßnahme, die die Studierenden dabei unterstützt, individuelle Lernwege und Zugangsweisen zur Mathematik zu finden, und die gleichermaßen Raum für differenzierte Aufgabenformate bietet.

## 2 Didaktische Vorüberlegungen

Der Leistungsheterogenität der Studierenden wurde in den letzten Jahren von Lehrenden an HAWs mit außerordentlichem Einsatz begegnet. Bei Programmen, die vor dem Studienbeginn oder in der Anfangsphase (teilweise) freiwillig belegt werden können, fließen auch zunehmend neue Methoden und Ansätze in die Gestaltung der klassischen Vorlesung mit ein, wie die Methoden Just-in-Time Teaching, Peer-Instruction oder semesterbegleitende Tutorien und Anpassungskurse (WOLF, NISSLER, EICH-SOELLNER & FISCHER, 2014; BENDER & THIELE, 2014; WOLF & BIEHLER, 2014). Die Ergebnisse entsprechen jedoch nicht immer den Erwartungen. Dabei scheint ein Kernproblem darin begründet zu sein, dass eine klassische Vorlesung auch unter hohem Einsatz der Lehrenden häufig nicht den

unterschiedlichen Leistungsniveaus der Studierenden gerecht werden kann, denn die Studierenden benötigen für die Umstellung von der Schulmathematik auf die Mathematik an Hochschulen mehr Zeit, die im Vorlesungsalltag allerdings meistens nicht vorhanden ist (EBNER, FOLKERS & HAASE, 2016, S. 152).

Dennoch ist die klassische Vorlesung nach wie vor ein dominierendes Element in der Mathematiklehre der Ingenieurausbildung, auch wenn sie in der Lehr-Lernforschung nicht unkritisch gesehen wird, insbesondere dann, wenn die Vorlesung mit Frontalunterricht gleichgesetzt wird. Trotzdem birgt sie eine Reihe von Potentialen, die es in der Lehre zu erschließen gilt. Neben dem Einführen in die Systematik des Fachgebietes und einem strukturierten Überblick über relevante Themen und Fragestellungen bietet die Vorlesung Studierenden auch eine Plattform für soziale Begegnungen und Austausch, um nur einige Vorteile zu nennen (ProLehre: Medien und Didaktik, 2019).

Demzufolge sollte ein zielführendes didaktisches Vorlesungskonzept einerseits die Vorkenntnisse der einzelnen Studierenden berücksichtigen und andererseits einen Rahmen für individuelle Lerngeschwindigkeiten bieten. Verfolgt man diesen Gedanken, so rückt für die didaktische Gestaltung der Lernumgebung ein Blended-Learning-Konzept in den Fokus, denn dieses Konzept scheint in besonderer Weise die Möglichkeit der individuellen Begleitung des Lernprozesses zu ermöglichen (GARRISON & KANUKA, 2004, S. 96-99).

Eine Blended-Learning-Variante, die diese Anforderungen erfüllen könnte, ist das Konzept des Inverted Classrooms (IC). Unter IC – oder auch „flipped classroom“ genannt – wird ein Konzept verstanden, in dem Studierenden Videolektionen bereitgestellt werden, die in Vorbereitung auf eine Vorlesung angesehen werden (LOVISCACH, 2011, S. 101). Individuelle Lerngeschwindigkeiten und Lernwege können auf diese Weise ebenso unterstützt werden wie selbstgesteuertes Lernen (DREER, 2008, S. 10; LAGE, PLATT & TREGLIA, 2000, S. 32-37). In fachdidaktischen Publikationen existieren jedoch unterschiedliche Meinungen zur Eignung des IC in der Studieneingangsphase. Als Gründe, welche gegen einen Einsatz im ersten Semester sprechen, werden oftmals mangelhaft ausgeprägte Studierfä-

higkeiten (MASON, SHUMAN & COOK, 2013, S. 434) sowie das Nichtvorhandensein der nötigen (fachlichen) Reife der Studierenden (STRAYER, 2007, S. 184) angeführt. Deshalb können gerade in der Studieneingangsphase Studierende mit Lernarrangements, die ein hohes Maß an selbstgesteuertem Lernen erfordern, schnell überfordert werden (KRAFT, 1999, S. 843; FRIEDRICH & MANDL, 1997, S. 254). Dennoch gibt es auch Studien zu einer erfolgreichen Durchführung von IC in den Eingangsemestern (BLAND & LARRY, 2006, S. 10).

Nach individueller Betrachtung der Situation an der HFT Stuttgart sind wir zu dem Schluss gekommen, dass die IC-Methode für den Einsatz in der Studieneingangsphase für uns aus mindestens zwei Gründen nicht geeignet ist: Erstens ist für eine konsequente Vorbereitung der Mathematikvorlesungen ein hohes Maß an Selbstorganisation notwendig, über welches die Studierenden zu Beginn ihres Studiums noch nicht ausreichend verfügen, zumal sie zur Mitte des Semesters durch Projektarbeiten etc. bereits sehr eingenommen sind. Zweitens – und für die Mathematikveranstaltung zentral – ist die folgende Begründung: Da Studierende die Videos während des Selbststudiums betrachten und erarbeiten, können aufkommende Fragen nicht unmittelbar beantwortet werden mit der Folge, dass es die Studierenden frustriert und sie die Bearbeitung abbrechen, da sie der Aufgabenschwierigkeit nicht gewachsen sind. Es ist davon auszugehen, dass eine mangelnde Unterstützung während der Bearbeitung hierfür die Ursache sein kann (CRAMER & GASSMANN, 2014; PAAS, RENKL & SWELLER, 2003, S. 1).

### **3 Computer begleitetes Lernen (CBL)**

Aus den oben genannten Gründen wurde an der HFT Stuttgart ein alternatives Konzept zum IC entwickelt und erprobt, das im Folgenden näher vorgestellt wird. Computer begleitetes Lernen (CBL) verfolgt den etwas paradox anmutenden Gedanken, die Studierenden mit Selbstlernmaterialien, bestehend aus Videos und Aufgaben, innerhalb der Vorlesung arbeiten zu lassen. Dabei nutzt CBL die Vorteile des E-Learnings, ohne die sozialen Komponenten des Lernens zu vernachlässigen.

### 3.1 Ziele der Lehrveranstaltung

Dem Modulhandbuch des Bachelorstudiengangs Bauingenieurwesen lassen sich die folgenden Ziele zur mathematischen Grundlagenvorlesung entnehmen:

- Fähigkeit zu mathematischem, formalem, strukturiertem und systematischem Denken und Arbeiten
- Mathematisches Grundwissen und mathematische Fertigkeiten für technische Anwendungen
- Formalisieren von anwendungsbezogenen Aufgaben

Um nun vertiefte Aussagen über die Wirksamkeit von CBL treffen zu können, ist es erforderlich, die Lernziele so zu formulieren, dass die Anforderungen transparent werden und den Studierenden und Lehrenden Möglichkeiten für rein dezidiertes Feedback bieten (WUNDERLICH, 2016).

Dementsprechend wurden in einem nächsten Schritt die Ziele wie folgt operationalisiert:

Die Studierenden können ...

- Formeln einer Aufgabenstellung entsprechend auswählen und anwenden,
- mathematische Gleichungen aus dem Grundlagentaxonomie darstellen und lösen/errechnen,
- das Grundlagenwissen benennen und im Überblick darstellen sowie
- ausgewählte mathematische Algorithmen in technischen Zusammenhängen anwenden.

Aus mathematischer Sicht handelt es sich hierbei um Minimalziele, die in Anlehnung an die Lernzieltaxonomie nach Anderson/Krathwohl (BLOOM, 1972; ANDERSON & KRATHWOHL, 2001) größtenteils in eher niedrigere Anforderungsniveaus wie „erinnern“ und „anwenden“ einzuordnen sind. Lernziele auf diesen Niveaustufen, zu denen beispielsweise auch das Anwenden von Lösungsalgorithmen zählt, lassen sich gut durch direkte Instruktion und konsequentes Üben erlernen (WIECHMANN, 2011). Höhere Anforderungsniveaus werden aus Sicht der

Autoren erst in späteren Semestern und in der technischen Anwendung erforderlich, bauen aber maßgeblich auf Grundkompetenzen wie dem Lösen von Gleichungen oder dem Umformen komplexerer Terme auf. Es besteht somit ein begründeter Bedarf, im ersten Semester den Fokus auf die elementaren rein fachlichen Grundlagenkompetenzen zu setzen.



Abb. 1: Studierende in einer CBL-Lehrveranstaltung

### 3.2 Computer begleitetes Lernen in der Praxis

Beim Computer begleitetem Lernen arbeiten die Studierenden mit Hilfe von Selbstlernmaterialien, sogenannten Arbeitspaketen, selbstständig in der Vorlesung. Eine Vorlesung startet in der Regel mit einem kurzen Vortrag durch die Dozentin/den Dozenten, in dem ein mathematisches Problem, idealerweise eingebettet in einen Kontext, vorgestellt wird. Die Studierenden erarbeiten sich im Anschluss die notwendigen Kenntnisse anhand eines Arbeitspakets auf eigenen Endgeräten (BringYourOwnDevice). Die Arbeitspakete bestehen aus Lehrvideos, deren Länge jeweils 15 Minuten nicht übersteigen soll, und begleitenden Aufgaben sowie abschließenden Tests. Zum Beispiel startet die Vorlesung über Grenzwerte von Folgen mit dem Beispiel einer Doppelscheibe, wobei jede Scheibe einen gewissen Anteil des Lichtes reflektiert und einen gewissen Teil transmittiert. Die Frage ist nun, wie viel Licht durch die Doppelscheibe transmittiert wird. Das Beispiel ist anschaulich, beinhaltet einen bauphysikalischen Kontext und lässt sich mit Kennt-

nissen über die geometrische Reihe lösen, welche den Studierenden zu diesem Zeitpunkt jedoch noch nicht zur Verfügung stehen. Im Anschluss sehen sich die Studierenden zwei Videos an und bearbeiten Begleitaufgaben. Zum Abschluss wird das Einstiegsproblem gemeinsam an der Tafel gelöst. Die Selbstlernphase ist somit in einen motivierenden Rahmen gebettet. Der Vorteil von CBL für die Studierenden liegt darin, dass sie in ihrer eigenen Geschwindigkeit arbeiten können und bei Bedarf auch zu älteren Themen zurückspringen können, um Lücken aufzuarbeiten. Umgekehrt besteht aber auch die Möglichkeit, sich gezielt auf die Lehrveranstaltungen vorzubereiten und somit ein vertieftes Niveau zu erreichen. Hierbei steht die Dozentin/der Dozent als Expertin/Experte in der Vorlesung auch für ausführliche Fragen zur Verfügung, ohne dass die anderen Studierenden hierdurch ausgebremst werden. Als weiterer Vorteil ergibt sich für die Dozentin/den Dozenten viel Freiraum, um zu beobachten, wie und woran die Studierenden arbeiten. Hierdurch erhält die Dozentin/der Dozent einen deutlich besseren Überblick über die Fortschritte der Studierenden und weitere Planungen lassen sich so auf die Bedürfnisse der Studierenden abstimmen. Damit lassen sich mit Hilfe des Einsatzes der CBL-Methode unter den beschriebenen Bedingungen die folgenden lernrelevanten Aspekte in besonderer Weise fördern:

- Aktivierung der Studierenden
- Maximieren von „time on task“
- Unmittelbares Feedback ermöglichen
- Förderung der Lernwilligen mit schwachen Startvoraussetzungen
- Forderung der leistungsstarken Studierenden
- Stärkung der Eigenverantwortlichkeit

Beim Computer begleiteten Lernen verwenden die Studierenden Selbstlernmaterialien. Hierbei wechseln kurze Lernvideos mit aktiven Phasen, bestehend aus interaktiven Aufgaben, ab (10/20-Minuten-Rhythmus). Vorlesung und Tutorium bieten Raum für Selbstarbeitsphasen, in der eine Expertin/ein Experte als zusätzliche Ansprechperson zur Verfügung steht. Dadurch erfordert eine CBL-basierte Vorlesung ein geringes Maß an Selbstorganisation und Selbststeuerung, denn auch wenn Studierende die Vorlesung aufgrund fachlicher Schwächen nicht ausreichend vor-

bzw. nachbereiten, haben sie mit CBL die Möglichkeit, immer wieder an ihren aktuellen Wissensstand anzuknüpfen und können so auch bei einem temporären Zurückfallen die Vorlesungen noch produktiv nutzen. Insgesamt eignet sich CBL damit ideal für die Studieneingangsphase, in der die Leistungsheterogenität der Studierenden, wie oben bereits erwähnt, besonders ausgeprägt ist.

### **3.3 Bisherige Ergebnisse**

Die Vorbereitungen für den Einsatz von CBL laufen an der HFT Stuttgart seit dem Wintersemester 2016/17 im Rahmen eines Teilprojekts des durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekts „Effektiver Studieren II“. Im Sommersemester 2017 wurde ein Hybrid aus klassischer Vorlesung und CBL durchgeführt, welcher sehr positiv von den Studierenden evaluiert wurde. Aus diesem Grund haben wir im Wintersemester 2017/2018 die Vorlesung Mathematik 1 im Studiengang Bachelor Bauingenieurwesen in zwei Studierendengruppen vollständig auf CBL umgestellt. Im zweiten Semester setzen wir derzeit noch auf eine klassische Vorlesung, da sich CBL aus unserer Sicht nur bedingt für komplexe Inhalte eignet. Um den Effekt von CBL zu beurteilen, wurde sowohl eine quantitative als auch eine qualitative Untersuchung durchgeführt. Für die Auswertung wurden beide Gruppen zu einer Gruppe (CBL) zusammengefasst. Als Kontrollgruppe (KG) fungierten zwei weitere Studierendengruppen, bestehend aus der dritten Studierendengruppe im Studiengang Bauingenieurwesen und einer Studierendengruppe aus dem Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen Bau und Immobilien mit identischem Mathematikmodul. Insgesamt wurden die Daten von 103 Studierenden ausgewertet, wobei 55 Studierende der Gruppe CBL und 48 Studierende der Kontrollgruppe angehören.

Die quantitative Analyse besteht aus dem Orientierungstest zu Beginn des Semesters, welcher sich am cosh-Mindestanforderungskatalog orientiert (cosh2014), drei semesterbegleitenden schriftlichen Tests und dem sogenannten Leistungsnachweistest (LN-Test), mit dem das Modul Mathematik 1 abschließt. Des Weiteren wurde zu Beginn des darauffolgenden Semesters ein Re-Test durchgeführt. Die Studierenden haben ohne Vorankündigung noch einmal den gleichen LN-Test wie zum

Ende des ersten Semesters geschrieben. Hierdurch sollte überprüft werden, wie nachhaltig das Wissen aus dem ersten Semester bei den Studierenden angelegt wurde. Am Ende des zweiten Semesters wird dann die Prüfung Mathematik 2 geschrieben, deren Ergebnis die Note für das gesamte Modul Mathematik festlegt. Diese ziehen wir ebenfalls als Indikator für die Nachhaltigkeit des Konzepts heran.

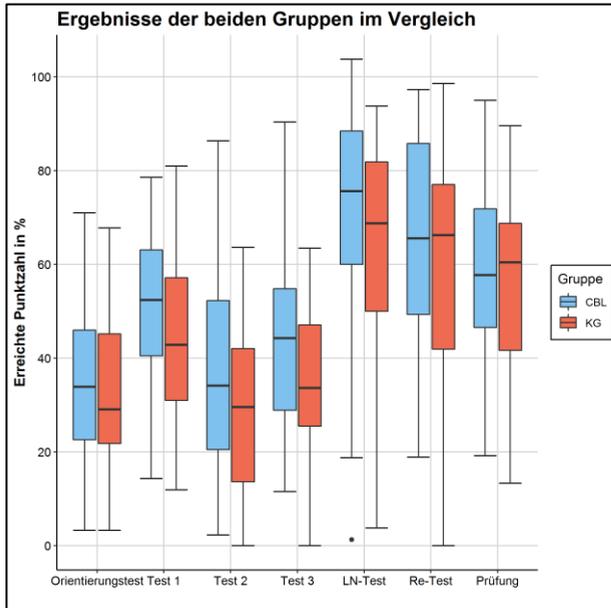


Abb. 2: Ergebnisse der quantitativen Analyse

In Abbildung 2 sind die Ergebnisse der beiden Gruppen in dem Orientierungstest, den drei semesterbegleitenden Tests, dem LN-Test, dem Re-Test und der Prüfung Mathematik 2 (kurz mit „Prüfung“ bezeichnet) in Form von Box-Plots dargestellt.

Die Studierenden starten mit etwa gleichen Voraussetzungen in das Semester (Orientierungstest). Die CBL-Gruppe schneidet in den semesterbegleitenden Tests (Test 1 bis 3) besser ab als die Kontrollgruppe. Ein einseitiger Wilcoxon-Mann-Whitney-Test auf das 0,05-Niveau erbrachte p-Werte von  $p=0,0365$ ,  $p=0,0295$

bzw.  $p=0,0142$ . Somit liegen die  $p$ -Werte unter 0,05, es liegt Signifikanz vor. Die mit Eta-Quadrat berechnete Effektstärke ist bei Test 1 ( $\eta^2=0,0467$ ) und Test 2 ( $\eta^2=0,0505$ ) gering. Bei Test 3 ( $\eta^2=0,0642$ ) wurde eine mittlere Effektstärke festgestellt. Im LN-Test haben 84 Prozent der Studierenden der CBL-Gruppe bestanden, wohingegen es in der Kontrollgruppe nur 73 Prozent waren. Jedoch hat sich auf Ebene der Bewertungspunkte der Vorsprung der CBL-Gruppe gegenüber der Kontrollgruppe so weit verringert, dass die Abweichung nicht mehr signifikant ist ( $\eta^2=0,0353$ ,  $p=0,0712$ ). Statistisch lässt sich somit noch kein eindeutiger positiver Effekt durch den Einsatz von CBL nachweisen. Die Ergebnisse in den Tests 1 – 3 zeigen jedoch, dass die Studierenden in der CBL-Gruppe unter dem Semester einen schnelleren Lernzuwachs aufweisen, während die Kontrollgruppe erst im LN-Test deutlich aufholt. Dies lässt den Schluss zu, dass die Studierenden in der CBL-Gruppe kontinuierlicher arbeiten als die Kontrollgruppe. Da kontinuierliches Lernen zu einer besseren Verankerung führt als geballtes Lernen (z. B. KORNELL, CASTEN, EICH & BJORK, 2010), sollte sich dies im Abschneiden der CBL-Gruppe im Re-Test widerspiegeln. Hier ist zwar weiterhin ein kleiner Effekt sichtbar, jedoch liegt wiederum keine Signifikanz vor ( $\eta^2=0,0187$ ,  $p = 0,217$ ), so dass auch hier ein statistischer Beweis ausbleibt. In den Bestehensquoten der Prüfung am Ende des zweiten Semesters mit 76,2 Prozent (CBL) und 72,7 Prozent (KG) verkleinert sich der Unterschied weiter. Hierbei ist zu beachten, dass aufgrund der besseren Bestehensquoten der CBL-Gruppe im LN-Test mehr Studierende zur Klausur zugelassen wurden als in der Kontrollgruppe. Betrachtet man beide Module zusammen, so haben 64 Prozent der CBL-Gruppe und 56 Prozent der Kontrollgruppe diese ohne Prüfungswiederholung erfolgreich abgeschlossen. Aus der zugehörigen Vierfeldertafel lässt sich ein Wert für  $\Phi$  von 0,083 berechnen, so dass hier ein kleiner Effekt messbar ist.

	CBL <sup>2</sup>	KG
Bestanden	32	24
Nicht Bestanden	18	19

Insgesamt lässt sich somit statistisch lediglich in den ersten Lernzuwachskontrollen ein signifikanter Abstand feststellen. Dies liegt zum einen an der relativ geringen Gruppengröße, zum anderen aber auch an den geringen Effektstärken. Aus der geringen Effektstärke leiten wir ab, dass das Konzept weiter verbessert werden kann. Wir vermuten, dass sich aus einer erhöhten Verbindlichkeit zum vertiefenden Selbststudium Verbesserungsmöglichkeiten ergeben werden. Weiter werden wir darüber nachdenken, wie die derzeit klassische Vorlesung im zweiten Semester weiterentwickelt werden kann, um mehr Nachhaltigkeit zu erzeugen.

Die quantitative Analyse konnte somit nur in den semesterbegleitenden Lernzuwachskontrollen erwünschte Effekte belegen. Dennoch ziehen wir aus der folgenden qualitativen Analyse den Schluss, dass CBL die eingangs beschriebenen Schwierigkeiten der Studierenden zumindest teilweise abmildert und das Lernklima verbessert. Die qualitative Untersuchung fußt auf Daten, die im Rahmen von drei Evaluationsbögen im Laufe des Semesters in der Gruppe CBL erhoben wurden. Ein wichtiger Teil dieser Evaluation bezog sich auf die Regelmäßigkeit und die Art und Weise der Veranstaltungsteilnahme.

Die Möglichkeit der Arbeit auf dem eigenen Niveau wurde von 74 Prozent und die Möglichkeit des Bearbeitens der Inhalte im eigenen Lerntempo wurde von 76 Prozent mindestens als eher zutreffend bezeichnet. Außerdem waren 94 Prozent der Studierenden eher davon überzeugt, sich in der Vorlesung aktiv mit Mathematik auseinandersetzen zu können. Somit wird aus Sicht der Studierenden das Ziel der Individualisierung und der Aktivierung erreicht. Dies ist aus unserer Sicht einer der Gründe für die überdurchschnittlich große Teilnahme an der Vorlesung. Immerhin

---

<sup>2</sup> In beiden Gruppen sind jeweils fünf Studierende vorzeitig ausgeschieden.

gaben 94 Prozent der Studierenden an, diese immer oder fast immer zu besuchen, was sich mit den Beobachtungen in der Veranstaltung deckt. Des Weiteren sollten die Studierenden auch positive und negative Aspekte der Vorlesung sowie der verwendeten Videos aufzeigen. 24 Prozent der Studierenden benennen das eigenständige Arbeiten in der Vorlesung als überaus positiv. Ein großer Vorteil des CBL ist die Möglichkeit der Dozentin/des Dozenten, die zur Verfügung stehende Zeit zu nutzen, um in der Vorlesung einzelnen Studierenden bei individuellen Problemen zu helfen. Auch dies wurde von 20 Prozent der Studierenden positiv erwähnt.

In einigen wenigen Punkten wurde jedoch auch Kritik am Konzept geäußert, welche wir zur Grundlage für die Weiterentwicklung des Konzepts herangezogen haben: Jeweils fünf Prozent beschwerten sich über ein unpassendes Tempo, einen Mangel an Beispielaufgaben und eine zu geringe Anzahl an Aufgaben, welche gemeinsam gerechnet werden. Die Videos wurden insgesamt etwas kritischer wahrgenommen: Zwar gaben 15 Prozent der Befragten an, dass die Videos gute und strukturierte Erklärungen bieten, und weitere sieben Prozent sahen eine positive Wirkung der Videos auf die Förderung des Verständnisses. Demgegenüber fordern 15 Prozent eine bessere Erklärung und elf Prozent hätten gerne mehr Beispiele in den Videos. Als weiterer Kritikpunkt wird von 15 Prozent der Studierenden angeführt, dass die Videos langweilig und wenig motivierend sind. Auf diese Kritik wurde gleich nach Semesterende reagiert. Die Videos wurden mittlerweile einer Überarbeitung unterzogen, um das Projekt CBL weiter zu optimieren. Zusätzlich wurden auch Angaben zur Häufigkeit der Verwendung von Lernmaterialien erfasst. Hierbei ergab sich eine kleine Auffälligkeit: Obwohl 81 Prozent der Studierenden angaben, sich häufig oder sehr häufig mit den Videos zu befassen, haben gleichzeitig auch 53 Prozent das Skript häufig oder sehr häufig benutzt. Dies ist insofern interessant, da die Videos das Skript exakt abbilden und darüber hinaus zusätzliche Beispiele geben. Während der Vorlesung konnte beobachtet werden, dass manche Studierende das Skript parallel zu den Videos durcharbeiteten und sich Notizen machten. Es gab auch einige wenige Studierende, die nur das Skript durcharbeiteten, um sich den Stoff anzueignen. Folglich ersetzen die Videos das Skript nicht gänzlich, vielmehr scheint es sinnvoll zu sein, den Studierenden verschiedene

Lernpfade anzubieten, um die individuellen Lernbedürfnisse und -bedarfe anzusprechen (WIESNER & WIESNER, 2015, Seite 32).

## 4 Fazit und Ausblick

Insgesamt sehen wir deutliche Indizien, dass das Konzept CBL mit seinem starken studierendenzentrierten Ansatz sich positiv auf das Lernklima der Vorlesung auswirkt und die Studierenden davon profitieren. Insbesondere durch das verstärkte kontinuierliche Arbeiten, das intensivierte Üben und die im Konzept angelegte Differenzierung werden die oben formulierten Ziele aus unserer Sicht zumindest in Teilen erreicht. Aus diesem Grund halten wir am Ansatz CBL fest und führen im aktuellen Semester eine weiterführende Untersuchung durch. Darüber hinaus werden wir in der weiteren Untersuchung auch die Art der Wissensvermittlung durch CBL genauer untersuchen.

Als weiteren wichtigen Punkt sehen wir, dass sich die Studierenden sowohl in der CBL-Gruppe als auch in der Kontrollgruppe im Mittel noch nicht ausreichend intensiv mit den Vorlesungsinhalten auseinandersetzen. Dies kann jedoch gerade in einem Selbstlernkonzept wie z. B. CBL ein entscheidender Faktor für den Studien-erfolg sein (LEDERMÜLLER & FALLMANN, 2017). Um die Verbindlichkeit zu erhöhen, arbeiten wir daher im aktuellen Semester mit zusätzlichem semesterbegleitenden E-Assessment. Wir interpretieren die bisherigen Ergebnisse positiv, die derzeitige Datenlage ist aber noch nicht ausreichend, um eine abschließende Beurteilung durchzuführen.

## 5 Literaturverzeichnis

**Anderson, L. W. & Krathwohl, D. R.** (Hrsg.) (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Addison Wesley Longman.

**Banscherus, U.** (2013). Heterogenität der Studienmotive und (Bildungs-) Biografien. Herausforderung für die Gestaltung ‚guter‘ Lehre. In D. Lenzen & H. Fischer (Hrsg.), *Wege zur Bildung durch Wissenschaft heute. Institutionelle und curriculare Perspektiven* (S. 73-77). Hamburg: Universitätskolleg-Schriften Band 2.

**Bender, G. & Thiele, K.** (2014). Feedback und formative Assessments in der Mathematikvorlesung. In H. Dehling, K. Roegner & M. Winzker (Hrsg.), *Transfer von Studienreformprojekten für die Mathematik in der Ingenieurausbildung. Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 9(4), 155-167.

**Bland, L.** (2006). Applying Flip/Inverted Classroom Model in Electrical Engineering to Establish Life-long Learning. *Proceedings of the ASEE Annual Conference*.

**Bloom, B. S.** (Hrsg.) (1972). *Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich* (4. Auflage). Weinheim, Basel: Beltz Verlag.

**Cramer, C.** (2014). Rezension: Gassmann, C.: Erlebte Aufgabenschwierigkeit bei der Unterrichtsplanung. Eine qualitativ-inhaltsanalytische Studie zu den Praktikumsphasen der universitären Lehrerbildung. *Erziehungswissenschaftliche Revue (EWR)*, 13.

[https://www.pedocs.de/volltexte/2017/14922/pdf/EWR\\_2014\\_1\\_Cramer\\_Rezension\\_Gassmann\\_Erlebte\\_Aufgabenschwierigkeit\\_bei\\_der\\_Unterrichtsplanung.pdf](https://www.pedocs.de/volltexte/2017/14922/pdf/EWR_2014_1_Cramer_Rezension_Gassmann_Erlebte_Aufgabenschwierigkeit_bei_der_Unterrichtsplanung.pdf), Stand vom 29. Oktober 2018.

**cosh** (2014). Mindestanforderungskatalog. [https://lehrerfortbildung-bw.de/u\\_matnatech/mathematik/bs/bk/cosh/katalog/](https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/mathematik/bs/bk/cosh/katalog/), Stand vom 29. Oktober 2018.

**Dreer, S.** (2008). E-Learning als Möglichkeit zur Unterstützung des selbstgesteuerten Lernens an Berufsschulen. *Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung*, 12. Juni 2008. [https://learninglab.uni-due.de/sites/default/files/dreer0806\\_0\\_0.pdf](https://learninglab.uni-due.de/sites/default/files/dreer0806_0_0.pdf), Stand vom 21. März 2019.

- Dehling, H., Roegner, K. & Winzker, M.** (2014). Transfer von Studienreformprojekten für die Mathematik in der Ingenieurausbildung. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 9(4), 9-15.
- Ebner, B., Folkers, M. & Haase, D.** (2016). Vorbereitende und begleitende Angebote in der Grundlehre Mathematik für die Fachrichtung Wirtschaftswissenschaften. *Lehren und Lernen von Mathematik in der Studieneingangsphase* (S. 149-164). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Friedrich, H. F. & Mandl, H.** (1997). Analyse und Förderung selbstgesteuerten Lernens. In F. E. Weinert & H. Mandl (Hrsg.), *Psychologie der Erwachsenenbildung. Enzyklopädie der Psychologie* (S. 236-293). Göttingen: Hogrefe Verlag.
- Garrison, D. & Kanuka, H.** (2004). Blended learning – Uncovering its transformative potential in higher education. *The Internet and Higher Education*, 2/2004, 95-105.
- Griese, B., Glasmachers, E., Kallweit, M. & Rösken, B.** (2011). Mathematik als Eingangshürde in den Ingenieurwissenschaften. In R. Haug & L. Holzäpfel (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2011* (S. 319-322). Münster: WTM-Verlag.
- Heublein, U., Ebert, J. Hutzsch, C., Isleib, S., König, R., Richter, J. & Woisch, A.** (2017). *Motive und Ursachen des Studienabbruchs an baden-württembergischen Hochschulen und beruflicher Verbleib der Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher*. DZHW Projektbericht 6/2017. [http://www.starkerstart.uni-frankfurt.de/69213933/Erwerbstaetigkeit\\_1.pdf](http://www.starkerstart.uni-frankfurt.de/69213933/Erwerbstaetigkeit_1.pdf), Stand vom 29. Oktober 2018.
- Kraft, S.** (1999). Selbstgesteuertes Lernen. Problembereiche in Theorie und Praxis. *Zeitschrift für Pädagogik*, 45(6), 833-845.
- Kornell, N., Casten, A. D., Eich, T. S. & Bjork, R. A.** (2010). Spacing as the friend of both memory and induction in younger and older adults. *Psychology and Aging*, 25, 498-503.
- Lage, M., Platt, G. & Treglia M.** (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education*, 31, 30-43.

**Ledermüller, K. & Fallmann, I.** (2017). Predicting learning success in online learning environments: Self-regulated learning, prior knowledge and repetition. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 12(1), 79-99.

**Loviscach, J.** (2011). Mathematik auf YouTube: Herausforderungen, Werkzeuge und Erfahrungen. In H. Roland, A. Kienle & S. Friedrich (Hrsg.), *DeLFI2011 – Die 9. e-Learning Fachtagung Informatik der Gesellschaft für Informatik e.V. TU Dresden 2011* (S. 141-173).  
[http://www.qucosa.de/fileadmin/data/qucosa/documents/7719/LNI\\_DeLFI2011.pdf](http://www.qucosa.de/fileadmin/data/qucosa/documents/7719/LNI_DeLFI2011.pdf), Stand vom 29. Oktober 2018.

**Mason, G. S., Shuman, T. R. & Cook, K. E.** (2013). Comparing the Effectiveness of an Inverted Classroom to a Traditional Classroom in an Upper-Division Engineering Course. *IEEE Transactions on Education*, 56(4), 430-435.

**Paas, F., Renkl, A. & Sweller, J.** (2003). Cognitive Load Theory and Instructional Design: Recent Developments. *Educational Psychologist*, 38(1).

**ProLehre: Medien und Didaktik** (2019). *Vorlesung. Das Flaggsschiff der Hochschullehre*. TUM Technische Universität München.  
<https://www.lehren.tum.de/themen/lehre-gestalten-didaktik/lehrformate/vorlesung/#>, Stand vom 21. März 2019.

**Strayer, J. F.** (2007). The Effects of the Classroom Flip on the Learning Environment: a Comparison of Learning Activity in a Traditional Classroom And a Flip Classroom That Uses an Intelligent Tutoring System.

**Wiechmann, J.** (2011). Direkte Instruktion. In: J. Wiechmann (Hrsg.), *Zwölf Unterrichtsmethoden* (S. 39-51). Weinheim: Beltz.

**Wiesner, H. & Wiesner-Steiner, A.** (2015). Einschätzungen zu Lernpfaden – Eine empirische Exploration. In: J. Roth, E. Süß-Stepanick & H. Wiesner (Hrsg.), *Medienvielfalt im Mathematikunterricht* (S. 27-48). Wiesbaden: Springer.

**Wolf, K., Nissler, A., Eich-Soellner, E. & Firscher, R.** (2014). Mitmachen erwünscht – aktivierende Lehre mit Peer Instruction und Just-in-Time Teaching. In H. Dehling, K. Roegner & M. Winzker (Hrsg.), *Transfer von Studienreformprojekten für die Mathematik in der Ingenieurausbildung. Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 9(4), 131-153.

**Wolf, P. & Biehler, R.** (2014). Entwicklung und Erprobung anwendungsorientierter Aufgaben für Ingenierstudienanfänger/innen. In H. Dehling, K. Roegner & M. Winzker (Hrsg.), *Transfer von Studienreformprojekten für die Mathematik in der Ingenieursausbildung. Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 9(4), 169-190.

**Wunderlich, A.** (2016). *Learning-Outcomes „lupenrein“ formulieren*. Zentrum für Lehrentwicklung (ZLE), TH Köln. [https://www.th-koeln.de/mam/downloads/deutsch/hochschule/profil/lehre/steckbrief\\_learning\\_outcomes.pdf](https://www.th-koeln.de/mam/downloads/deutsch/hochschule/profil/lehre/steckbrief_learning_outcomes.pdf), Stand vom 17. März 2019.

## Autoren/Autorin



Prof. Dr. Anselm KNEBUSCH || Hochschule für Technik Stuttgart  
|| Schellingstraße 24, D-70174 Stuttgart

[www.hft-stuttgart.de](http://www.hft-stuttgart.de)

[anselm.knebusch@hft-stuttgart.de](mailto:anselm.knebusch@hft-stuttgart.de)



Anke PFEIFFER || Hochschule für Technik Stuttgart ||  
Schellingstraße 24, D-70174 Stuttgart

[www.hft-stuttgart.de](http://www.hft-stuttgart.de)

[anke.pfeiffer@hft-stuttgart.de](mailto:anke.pfeiffer@hft-stuttgart.de)



Michael WANDLER || Hochschule für Technik Stuttgart ||  
Schellingstraße 24, D-70174 Stuttgart

[www.hft-stuttgart.de](http://www.hft-stuttgart.de)

[michael.wandler@hft-stuttgart.de](mailto:michael.wandler@hft-stuttgart.de)