

ICM für Ingenieure – Erste Erfahrungen mit der Umsetzung von ICM-Elementen im Masterstudiengang Bauingenieurwesen

Felicitas Rädels, Jörg Lange

1. Abstract

In summer term 2015 ICM elements were used in a course of the Master's Degree Program for civil engineers at the TU Darmstadt for the first time. In the following article the reasons for the change to the Inverted-Classroom-Model and the exact sequence of the course will be presented. In addition a discussion of the results of the evaluation takes place and a perspective on the further application of the ICM in the context of this course is given.

2. Ausgangssituation

Die Bauingenieurausbildung an der TU Darmstadt ist vom sogenannten „Normalkonzept“ (Lange et al., 2000), einer Abfolge aus Vorlesung, Übung und Klausur geprägt. Die damit verbundene Problematik wurde in den Tagungsbänden der vergangenen Jahre bereits hinreichend erläutert (insbesondere in Handke & Sperl, 2012). Bei der im Folgenden näher betrachteten Lehrveranstaltung „Ausgewählte Kapitel aus dem Verbund- und Leichtbau“ handelt es sich um eine Wahlpflichtveranstaltung im Masterstudiengang Bauingenieurwesen, welche 6 CP umfasst. Die zwei Hauptthemen stellen der Stahl-Beton-Verbundbau und die Sandwichbauweise dar. Ergänzt werden diesen Themen durch einzelne Vorlesungen zu verschiedenen anderen Bereichen des Leichtbaus, wie z.B. Seil- und Membrankonstruktionen und Trapezprofile. Ein wesentlicher Teil der Vorlesungen wird traditionell von ehemaligen wissenschaftlichen Mitarbeitern des Fachgebiets gehalten, die damit einen Einblick in ihre eigene Forschung bzw. ihre aktuelle Tätigkeit in der Praxis geben. Die Teilnehmerzahl lag in den Jahren 2011 bis 2014 konstant zwischen 12 und 15 Studierenden. Ergänzend zu den in der Lehrveranstaltung behandelten Themen haben die Studierenden in den letzten Jahren jeweils ein Poster zu einem selbst gewählten Thema des Verbund- oder Leichtbaus erstellt und präsentiert.

Von den Studierenden wurden in der Vergangenheit insbesondere der praktische Bezug der Veranstaltung, die Vielseitigkeit der Themen und die Darstellung durch mehrere externe Referenten gelobt. Bemängelt wurden die zu große Stoffmenge, die aufgrund der vielen unterschiedlichen Themen entstand, sowie fehlende Übungen zu den einzelnen Themen. Hinzu kam, dass den Studierenden insbesondere aufgrund der nicht vorhandenen Übungen oft unklar war, was das Lernziel der einzelnen Vorlesungen und was Inhalt der abschließenden Prüfung ist. Dies führte in der Vergangenheit häufig zu einer gewissen Unzufriedenheit auf Seiten der Studierenden verbunden mit einer Reduktion der Lernleistung.

3. Lehrveranstaltungskonzept

3.1. Allgemeines

Im Sommersemester 2015 wurde die Veranstaltung erstmalig mit Bestandteilen des Inverted-Classroom-Modells angeboten. Hierbei waren insbesondere die beiden folgenden Punkte zu bedenken:

Die Veranstaltung mit 6 CPs liegt im Stundenplan an zwei direkt aufeinanderfolgenden Tagen (Dienstag und Mittwoch). Es wurde daher als sinnvoll erachtet, nur einmal pro Woche Arbeitsmaterial zur Verfügung zu stellen, welches vorab von den Studierenden bearbeitet werden sollte.

Aufgrund der guten Erfahrungen mit den externen Referenten sollten deren Vorlesungen beibehalten werden. Dadurch ergab sich der in Tabelle 1 dargestellte Semesterplan.

Tabelle 1: Semesterplan

15.4.2015	Einführung + Wiederholung
21.4.2015	ICM-Veranstaltung
22.4.2015	Klassische Vorlesung
28.4.2015	ICM-Veranstaltung
29.4.2015	Einführung in die Erstellung einer Wiki-Seite
6.5.2015	ICM-Veranstaltung
12.5.2015	Externer Referent
13.5.2015	ICM-Veranstaltung
26.5.2015	Klassische Vorlesung
27.5.2015	ICM-Veranstaltung
2.6.2015	ICM-Veranstaltung
3.6.2015	Externer Referent
9.6.2015	Externer Referent
10.6.2015	Externer Referent
16.6.2015	Externer Referent
17.6.2015	ICM-Veranstaltung
23.6.2015	Externer Referent
24.6.2015	Externer Referent
30.6.2015	Externer Referent
1.7.2015	Laborbesuch
7.7.2015	Präsentationen der Studierenden
8.7.2015	Präsentationen der Studierenden
14.7.2015	Präsentationen der Studierenden
15.7.2015	Präsentationen der Studierenden

Die Studierenden des Bauingenieurwesens an der TU Darmstadt sammeln bereits im Bachelorstudiengang Erfahrungen mit der Nutzung eines Wikis (siehe auch Lange & Merle, 2014), daher wurde als Online-Plattform ebenfalls ein lehrveranstaltungsinternes WIKI gewählt. Auf diesem wurden zunächst die Arbeitsunterlagen für die Studierenden zur Verfügung gestellt. Außerdem wurden während des Semesters von den Studierenden in Partnerarbeit eigene WIKI-Seiten zu selbst gewählten Themen erstellt. Diese ersetzen die in den vorigen Jahren

üblichen Poster. Über ein Peer-Review-Verfahren wurden die studentischen WIKI-Seiten von mehreren Kommilitonen hinsichtlich Form und Inhalt bewertet und zu Semesterende allen Mitstudierenden und Lehrenden präsentiert.

3.2. Aufbau der WIKI-Seiten

Zu jeder ICM-Veranstaltung wurde eine zugehörige Seite im WIKI erstellt. Darauf wurden alle Arbeitsunterlagen, die zur Vorbereitung auf die Präsenzveranstaltung notwendig waren, zur Verfügung gestellt. Je nach Thema und vorhandenem Material bestanden die Seiten aus komplett neu erstellten Online-Inhalten, aus einzelnen Abschnitten von Vorlesungsaufzeichnungen, aus verlinkten Fachartikeln oder Skriptauszügen. Am Ende jeder Seite wurden mehrere Verständnisfragen gestellt. Diese sollten den Studierenden die Möglichkeit geben, ihr selbst angeeignetes Wissen zu überprüfen. Nach der Präsenzveranstaltung wurde die Seite gegebenenfalls um eine Übungsaufgabe incl. Lösungsvorschlag ergänzt. Beispielhaft ist in Abbildung 1 ein kleiner Ausschnitt einer Wiki-Seite dargestellt.

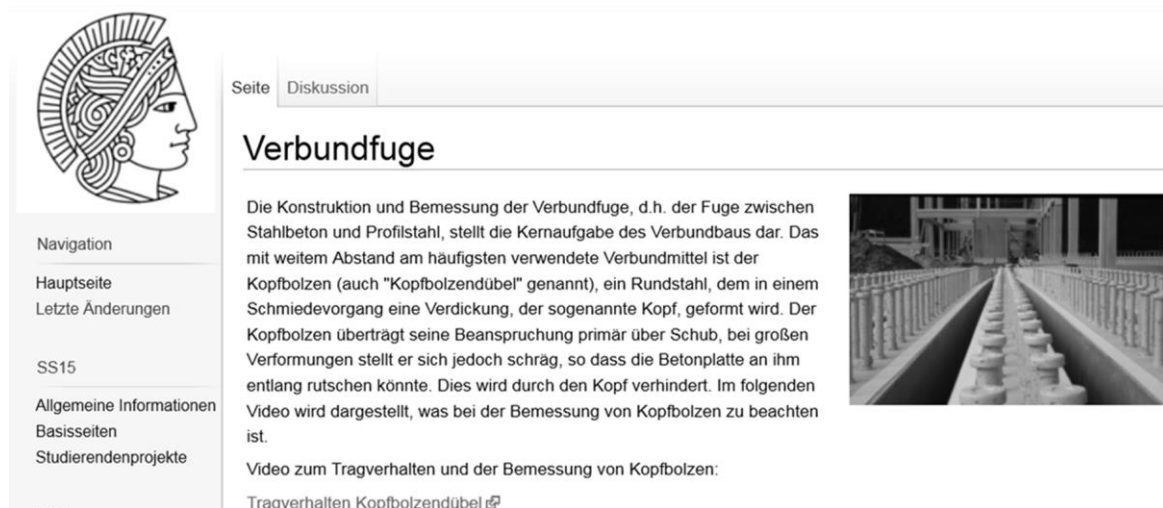


Abbildung 1: Ausschnitt einer WIKI-Seite zum Thema „Verbundfuge“

3.3. Ablauf der Präsenzveranstaltung

Die Präsenzphase lief über das gesamte Semester hindurch ungefähr gleich ab. Der erste Teil diente jeweils dem Klären offener Fragen und wurde mit Hilfe der *Think-Pair-Share*-Methode (Lyman, 1981) durchgeführt. Dazu notierten sich die Studierenden mit Hilfe eines Fragebogens zunächst in Einzelarbeit die wesentlichen Punkte, die sie bei der Bearbeitung der Arbeitsmaterialien verstanden hatten bzw. nicht verstanden hatten (*Think*). Anschließend fand eine Diskussion in Zweiergruppen statt, bei der die noch offenen Fragen untereinander diskutiert und im Idealfall geklärt wurden (*Pair*). Am Ende dieser Phase schrieben die Zweiergruppen jeweils ihre wichtigste gemeinsame noch zu klärende Frage auf eine Karteikarte. Die Karten wurden dann von den Lehrenden eingesammelt und an der Tafel nach Themen sortiert. In der abschließenden *Share*-Phase wurden die auf den Karteikarten genannten Fragen von den Lehrenden beantwortet bzw. im Plenum diskutiert. Der zweite Teil der Präsenzveranstaltung diente der Anwendung und Vertiefung des Gelernten. Dazu wurde eine Übungsaufgabe ausgeteilt, die von den Studierenden in Einzel- oder Partnerarbeit bearbeitet wurde. Die Lehrenden standen den Studierenden dabei als Ansprechpartner zur Verfügung.

3.4. Erstellen der eigenen WIKI-Seite

Als semesterbegleitende Studienleistung hatten die Studierenden die Aufgabe, in Zweiergruppen eine eigene WIKI-Seite zu erstellen. Dazu wurde eine Liste mit möglichen Themen ausgegeben, es waren aber auch eigene Themen möglich. Ziel dieser Aufgabe war es, sich vertieft mit einem speziellen Thema auseinanderzusetzen und dieses den Kommilitonen verständlich zu präsentieren. Im Rahmen einer Präsenzveranstaltung wurden die wesentlichen Randbedingungen und Informationen zum Erstellen einer WIKI-Seite erläutert, alle weiteren Informationen wurden im WIKI zur Verfügung gestellt. Nach der vorläufigen Fertigstellung der studentischen Seiten wurden diese über ein Peer-Review-Verfahren von den Kommilitonen bewertet. Mit Hilfe eines vorgegebenen Bewertungsschemas wurden der Inhalt und das Layout der Seiten kommentiert sowie Verbesserungsvorschläge gemacht. Die Bewertung fand direkt auf der jeweiligen WIKI-Seite statt. Von jedem Studierenden wurden 2 Seiten bewertet. Anschließend hatten die Studierenden die Möglichkeit, ihre eigenen Seiten anhand der Bewertungen zu überarbeiten, bevor sie am Semesterende allen Studierenden und den Lehrenden im Rahmen einer Präsentation vorgestellt und von den Lehrenden bewertet wurden.

4. Probleme bei der Durchführung

Zu Beginn des Semesters gab es einige Probleme, die nach etwas Erfahrung mit der Lehrmethode jedoch recht gut behoben werden konnten.

Zum einen war dies die Menge und Schwierigkeit des zur Verfügung gestellten Lehrmaterials. Hier wurde zu Beginn zu viel Stoff auf die WIKI-Seiten gestellt. Dies führte dazu, dass die Studierenden länger als gedacht mit der Vorbereitung zu tun hatten oder alternativ nicht alle Unterlagen durchgearbeitet haben. Als Folge dessen nahm das Klären offener Fragen im Plenum die komplette zur Verfügung stehende Zeit in Anspruch und es blieb keine Zeit für vertiefende Diskussionen und Übungsaufgaben.

Zu Beginn des Semesters wurden die Studierenden zudem aufgefordert, alle nach der *Pair*-Phase noch verbliebenen Fragen für das Plenum zu formulieren. Dies führte zu einer großen Menge von Fragen und damit einer großen Unübersichtlichkeit für die Lehrenden. Durch das Einschränken auf die wichtigste Frage je Zweiergruppe konnte hier deutlich an Struktur gewonnen werden.

Zwei weitere Probleme traten über das komplette Semester hinweg regelmäßig auf:

Einige wenige Studierende waren in den Selbstarbeitsphasen am Anfang der Präsenzzeit damit beschäftigt, die WIKI-Seite zu lesen und beteiligten sich in keiner Weise an der Diskussion. Von ihnen wurden auch keine Fragen für das Plenum formuliert. Auf Nachfrage wurde den Lehrenden mehrfach mitgeteilt, dass sie keine Fragen hätten. Hier handelte es sich insbesondere um internationale Studierende, die vermutlich unvorbereitet in die Lehrveranstaltung kamen und auf Grund der sprachlichen Schwierigkeiten und der Verbindung zu traditionellen Lehrmethoden mit Frontalunterricht größere Probleme mit dem Lehrkonzept haben als ihre deutschen Kommilitonen.

Bei einigen Studierenden hat sich eine ausgeprägte Unpünktlichkeit etabliert, die daran liegen könnte, dass die erste Selbstarbeitsphase als nicht so wichtig erachtet wird, da man sich diese Gedanken ja auch schon zu Hause machen konnte.

Beides stört den grundsätzlichen Ablauf der Präsenzveranstaltung nicht. Der Umgang damit wird aber für zukünftige Semester diskutiert werden.

5. Evaluation

5.1. Allgemeines

Alle ICM-Einheiten wurden mit Hilfe von Fragebögen evaluiert. Dabei war jeder Fragebogen nahezu identisch aufgebaut. Es wurde sowohl das Arbeitsverhalten der Studierenden abgefragt (z.B. Dauer der WIKI-Seiten-Bearbeitung) als auch ihre Meinung zu den Materialien sowie dem Ablauf und Inhalt der jeweiligen Präsenzveranstaltung ermittelt. Zusätzlich wurde immer die Möglichkeit gegeben, eigene Verbesserungsvorschläge, Kommentare oder Wünsche zu nennen. Im Durchschnitt wurden die Fragebögen von 19 Studierenden ausgefüllt, was ungefähr der Anwesenheit entsprach (siehe unten).

5.2. Anwesenheit

Für die Lehrveranstaltung waren 28 Personen angemeldet, welche auch alle am Semesterende an der Prüfung teilgenommen haben. Die Anwesenheit lag bei durchschnittlich 20 Personen, wobei hier kein Unterschied zwischen ICM-Veranstaltung und traditioneller Lehrveranstaltung festgestellt werden konnte.

5.3 Bewertung durch die Studierenden

Nach Auswertung der wöchentlichen Fragebögen lassen sich mehrere Erkenntnisse zusammenfassen:

Im Durchschnitt gaben 89 % an, die zur Verfügung gestellten Unterlagen bearbeitet zu haben. Die durchschnittliche Bearbeitungszeit betrug dabei 46 Min. Nach Einschätzung der Studierenden wären jedoch im Schnitt 74 Minuten notwendig gewesen, um die Unterlagen vollständig zu verstehen. Die Studierenden kamen demnach wesentlich mit Erkenntnislücken zur Präsenzveranstaltung.

Das zur Verfügung gestellte Material wurde auf einer Skala mit Schulnoten von 1 bis 5 durchschnittlich mit der Note 1,95 bewertet (siehe Abb. 2). Dabei gaben ca. $\frac{3}{4}$ der Studierenden an, mit Vorbereitungsmaterial in Form von WIKI-Seiten, Vorlesungsaufzeichnungen und Skriptauszügen gut zurecht zu kommen, wohingegen ein zur Verfügung gestellter Fachaufsatz nur von $\frac{1}{4}$ der Studierenden als gutes Vorbereitungsmaterial empfunden wurde. Der Grund dafür liegt vermutlich daran, dass es Studierende des Bauingenieurwesens nicht gewohnt sind, mit Fachaufsätzen zu arbeiten.

Die Präsenzveranstaltung wurde von den Anwesenden durchweg positiv bewertet. Auf die Frage, ob der Ablauf der Präsenzveranstaltung hilfreich war, ergab sich auf einer Skala von 1 bis 5 bei allen Veranstaltungen ein Mittelwert zwischen 1 und 2. Auch die Frage, ob alle eigenen offenen Fragen geklärt wurden, wurde auf der gleichen Skala immer mit einem Mittelwert unter 2 beantwortet. Wie in Abbildung 2 dargestellt ist, ergaben sich bei der Frage nach dem Lerneffekt der Präsenzveranstaltung etwas größere Unterschiede.

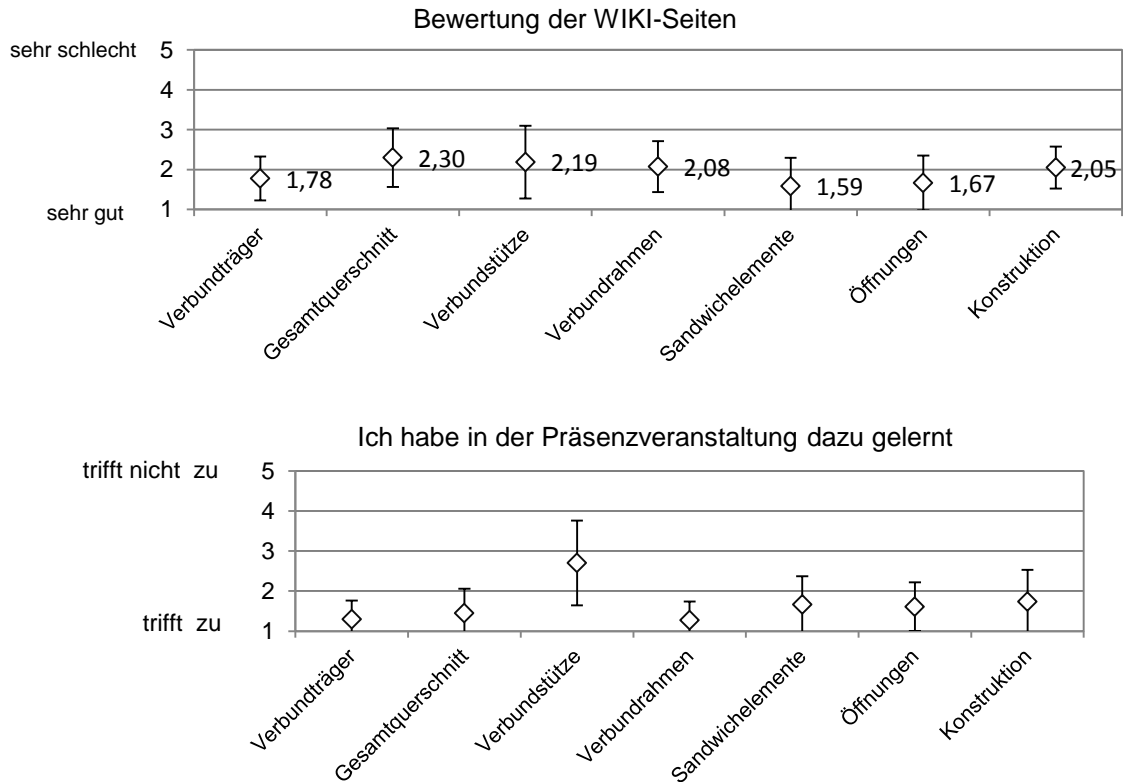


Abbildung 2: Ausschnitt aus der Auswertung der Lehrveranstaltungsevaluation

Bei der Fragestellung zum Lerneffekt der Präsenzveranstaltung schneidet die Veranstaltung zur Verbundstütze etwas schlechter ab. Dies lässt sich dadurch erklären, dass das zur Verfügung gestellte Material hier im Wesentlichen eine Wiederholung bekannten Lernstoffs aus einer früheren Lehrveranstaltung darstellt und die Studierenden daher die Präsenzveranstaltung richtigerweise als eine Wiederholung bekannten Stoffes wahrgenommen haben.

In der letzten Semesterwoche wurden die Studierenden zu ihren grundsätzlichen Erfahrungen mit dem Inverted-Classroom-Modell befragt. Dabei ergab sich ein recht eindeutiges Bild (siehe Abbildung 3). Die Mehrheit der Befragten gab an, durch das ICM mehr Zeit investiert zu haben, aber auch mehr gelernt zu haben.

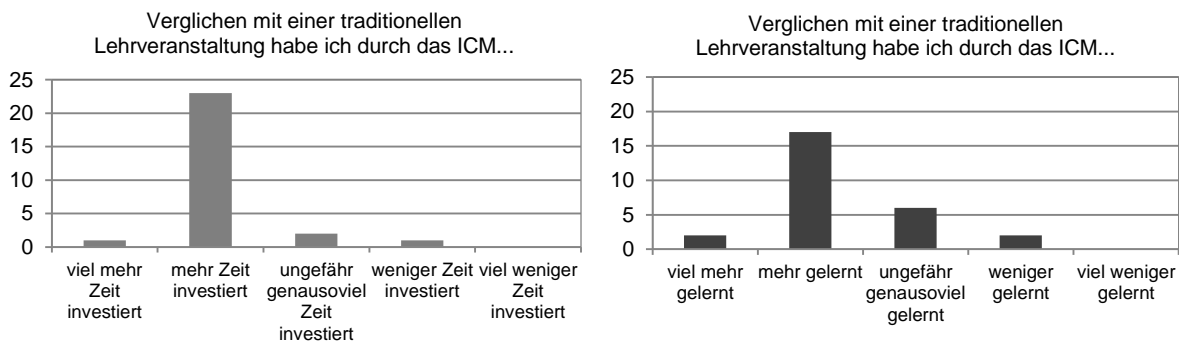


Abbildung 3: Studierendeneinschätzung zum Inverted Classroom Modell

Auf die Frage, welche Lehrmethode sie für eine Veranstaltung im Masterstudiengang bevorzugen, sprachen sich 18 Studierende für das ICM aus, 7 für eine traditionelle Lehrveranstaltung. Zwei Studierende schrieben, dass sie eine Mischung aus beiden

Methoden bevorzugen. Nach der Übertragbarkeit auf Grundlagenveranstaltungen mit deutlich größeren Studierendengruppen befragt, ergab sich hingegen ein sehr viel differenzierteres Bild:

Könnten Sie sich vorstellen, auch Grundlagen in einem solchen Veranstaltungsformat zu hören?

Tabelle 2: Umfrageergebnisse

Antwortmöglichkeit	Anzahl Studierender
Auf jeden Fall	1
Eher ja	10
Weiß ich nicht	4
Eher nein	12
Auf keinen Fall	0

Einige Studierende begründeten ihre Vorbehalte mit der großen Studierendenzahl in Grundlagenveranstaltungen und der damit verbundenen Zweifel, eine sinnvolle Präsenzveranstaltung durchführen zu können.

5.4 Vergleich zwischen traditioneller Lehrveranstaltung und ICM

Ein konkreter Vergleich zur Durchführung als traditionelle Lehrveranstaltung ist schwierig, da relativ wenige Daten vorliegen. Die hochschuldidaktische Arbeitsgruppe der TU Darmstadt hat die Veranstaltung „Ausgewählte Kapitel aus dem Verbund- und Leichtbau“ vor dem Sommersemester 2015 auch im SS 2009 und im SS 2012 mit Hilfe standardisierter Fragebögen evaluiert. An den damaligen Fragebögen haben sich in 2009 6 Studierende und in 2012 15 Studierende beteiligt. Trotz der begrenzten Aussagekraft lässt sich eine positive Tendenz feststellen.

Alle Fragen zur Lehrveranstaltung wurden verglichen mit den Vorjahren ähnlich oder besser bewertet. Die Gesamtstruktur der Veranstaltung wurde bezogen auf 2012 deutlich besser bewertet (Note 2,2 in 2012, 1,6 in 2015). Auch die Struktur der Arbeitsmaterialien und deren Abstimmung auf die Vorlesung wurden sehr positiv wahrgenommen. Des Weiteren wurden die Anregung zur eigenen Mitarbeit sowie die Kompetenz und das Engagement der Lehrenden sehr gut bewertet. Deutliche Verbesserungen fanden sich ansonsten bei der behandelten Stoffmenge sowie bei der zur Verfügung stehenden Zeit für Notizen. Insgesamt wurde die Lehrveranstaltung mit der Schulnote 1,6 bewertet (zum Vergleich: 1,8 in 2009 und 1,9 in 2012).

In den Freitext-Antworten wurden neben dem Inverted-Classroom-Modell vor allem die externen Referenten sowie die ausgeprägte Interaktion zwischen engagierten Lehrenden und Studierenden sehr positiv hervorgehoben. Als Verbesserungsvorschlag wurde insbesondere genannt, noch mehr Zeit für Übungsaufgaben zur Verfügung zu haben.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Aufgrund der guten ersten Erfahrungen wird das Konzept im kommenden Jahr auf jeden Fall weiter fortgeführt. Um die anfänglichen Probleme hinsichtlich der Stoffmenge und der damit verbundenen vielen offenen Fragen zu lösen, sind eine Überarbeitung der Arbeitsmaterialien sowie eine Konzentration auf etwas weniger

Themen notwendig. Die diesbezüglich positive Rückmeldung der Studierenden spricht dafür, auch den Wechsel zwischen ICM und traditioneller Lehrveranstaltung durch externe Referenten weiterhin beizubehalten. So werden auch die Studierenden berücksichtigt, die eine traditionelle Lehrveranstaltung bevorzugen.

7. Literaturverzeichnis

Handke, Jürgen, Sperl, Alexander (Hrsg.) (2012). *Das Inverted Classroom Model. Begleitband zur ersten deutschen ICM-Konferenz*. De Gruyter Oldenbourg.

Lange, Jörg, Friemann, Harald, Pickl, Cornelia, Denke, Michael, Schmitz, Bernhard (2000). Zur Akzeptanz und Wirksamkeit von Selbstarbeitsphasen und computergestützten Simulationen in Vorlesungen des Stahlbaus. *Das Hochschulwesen*, Nr. 4, S. 108-112

Lange, Jörg, Merle, Heiko (2014). Lernen mit dem Stahlbau-Wiki der TU Darmstadt. *Stahlbau*, Nr. 83 (2014), S. 593-598.

Lyman, Frank (1981). The Responsive Classroom Discussion: The Inclusion of All Students. In Anderson A.S. (Hrsg.). *Mainstreaming Digest* (S. 109-113). University of Maryland, College Park, MD.

Autorin / Autor:

Dr.-Ing. Felicitas Rädels; Post-Doc am Institut für Stahlbau und Werkstoffmechanik der TU Darmstadt; Stellvertretende Laborleiterin und Habilitandin, mitverantwortlich für die Lehre am Fachgebiet Stahlbau; raedel@stahlbau.tu-darmstadt.de; www.stahlbau.tu-darmstadt.de

Prof. Dr.-Ing. Jörg Lange; Leiter des Fachgebiets Stahlbau der TU Darmstadt; Forschung und Lehre im Bereich Stahlbau und Leichtbau, Ars legendi Preisträger 2011; herrlich@stahlbau.tu-darmstadt.de; www.stahlbau.tu-darmstadt.de