

## Didaktik der Physik Frühjahrstagung – Dresden 2017

### Flipped Classroom im Physikunterricht der Oberstufe

Frank Finkenberg, Thomas Trefzger

Universität Würzburg, Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik,  
Emil-Hilb-Weg 22, 97074 Würzburg

[frank.finkenberg@physik.uni-wuerzburg.de](mailto:frank.finkenberg@physik.uni-wuerzburg.de), [thomas.trefzger@physik.uni-wuerzburg.de](mailto:thomas.trefzger@physik.uni-wuerzburg.de)

#### Kurzfassung

Der Flipped Classroom ist eine methodische Großform, die häusliches eLearning mit schulischem Präsenzlernen kombiniert. Dabei bereiten sich Schülerinnen und Schüler durch online verfügbare Lernvideos zuhause auf den Unterricht vor. In der Schule steht dann die Anwendung und Vertiefung des neu erworbenen Wissens im Zentrum. Somit wird mehr Freiraum für die Festigung und Anwendung des Wissens im Unterricht geschaffen. Die Studie untersucht im quasi-experimentellen Pre-/Post-Design mit Kontrollgruppe (N = 151) die Anwendung des Flipped Classrooms im Physikunterricht der Sekundarstufe II. Die Forschungsfragen richten sich auf die Lernwirksamkeit des Flipped Classrooms, ihre Auswirkung auf Interesse und Motivation der Schülerinnen und Schüler sowie auf modulierende Faktoren. Über einen Zeitraum von acht Schulwochen wurde die Unterrichtsreihe „Induktion und elektromagnetischer Schwingkreis“ von mehreren Lehrkräften konventionell und in enger Synchronisation unter Erteilung regelmäßiger Hausaufgaben unterrichtet. Der Treatmentgruppe dienten 16 von den Lehrkräften erstellte Lernvideos, die eng an die Inputphasen des konventionellen Unterrichts angelehnt waren, als häusliche Vorbereitung. Mit Hilfe eines Pre-/Post-Fragebogens und eines Pre-/Post-Fachwissenstests wurden die relevanten Daten erhoben.

#### 1. Stand der Forschung

Mit der Allgegenwart internetfähiger Endgeräte und dem flächendeckenden Ausbau von Breitbandinfrastrukturen haben digitale Bildungsangebote Einzug in den Schulunterricht gehalten. Die recht junge Unterrichtsmethode Flipped Classroom (oder auch Inverted Classroom) vertauscht klassische häusliche und schulische Aktivitäten, indem sich Schülerinnen und Schüler mit Hilfe kurzer, online verfügbarer Lernvideos auf den Unterricht vorbereiten und dort unter Begleitung der Lehrkraft ihr Wissen selbstständig anwenden und vertiefen. Hierfür ist ein leicht verfügbares Internetangebot technische Voraussetzung. Pioniere des Flipped Classroom sind Bergmann & Sams (2012), die im Jahr 2007 begonnen haben, an der Woodland Park High School ihren Chemieunterricht „umzudrehen.“

Eine Reihe empirischer Studien haben sich bereits mit dem Flipped Classroom beschäftigt, für die Estes, Ingram & Liu (2014), O’Flaherty & Phillips (2015) und DeLozier & Rhodes (2016) einen Überblick geben. Die Mehrzahl der Studien fand im US-amerikanischen Bildungssektor statt, dort sowohl im Highschool- und College- als auch im Universitätsbereich. Nur wenige andere Länder – etwa Australien, England, Taiwan, Singapur oder die Türkei – können vereinzelte Studien zur landestypischen Anwendung des

Flipped Classrooms aufweisen (O’Flaherty & Phillips, 2015; Aşıksoy, 2016). Die Ergebnisse hinsichtlich der Wirksamkeit der Methode sind teilweise widersprüchlich, doch überwiegend positiv. Martin, Farnan & Arora (2013) sowie Munson & Pierce (2015) fanden keine Hinweise darauf, dass der Flipped Classroom hinsichtlich des Lernerfolgs effektiver als konventionelle Methoden ist. Lape et al. (2014) fanden ebenfalls Hinweise, dass sich die Leistungen in Abschlussprüfungen von Studierenden, die im Flipped Classroom unterrichtet wurden, nicht von denen in traditionellen Kursen unterscheiden, sich die Studierenden sogar weniger motiviert und schlechter vorbereitet fühlten. Hingegen sehen McLaughlin (2014) und Aşıksoy (2016) eine deutliche Verbesserung von studentischen Leistungen und Kompetenzen nach Anwendung des Flipped Classrooms. Im deutschen Sprachraum zeigte lediglich Cieliebak (2014) an der PH Zürich, dass der Einsatz des Flipped Classroom im Informatikstudium zu leicht besseren Notenergebnissen und zu Verbesserungen von Non-Tech-Skills bei Studierenden führt.

#### 2. Motivation zur Studie

Der Einsatz des Flipped Classrooms an Schulen in Deutschland, zumal im naturwissenschaftlichen Bereich, ist von der fachdidaktischen Forschung bislang nicht begleitet worden. Besondere Aufmerksamkeit verdient hier die Qualifikationsphase in der Sekundarstufe II im Fach Physik. In der Schulpraxis zeigt sich,

dass es zu einem starken Notenabfall von vielen Schülerinnen und Schülern beim Übergang von der 10. in die 11. Jahrgangsstufe im Fach Physik kommt. Im Rahmen der hier vorgestellten Studie wurden von allen teilnehmenden Schülerinnen und Schülern die Endzeugnisnote der 10. Klasse mit der Halbjahresnote der 11. Jahrgangsstufe verglichen. Dabei sank der Gesamtnotenschnitt von  $M = 2.36$  ( $SD = .89$ ) auf  $M = 2.79$  ( $SD = 1.11$ ) ab, was einem Wert von  $t = -6.25^{***}$  ( $p = .000$ ) entspricht, der hochsignifikant ist. Die Notenpunkte 0-15 der Oberstufe wurden für diesen Mittelwertsvergleich auf das Notenschema 1-6 der Mittelstufe übertragen. Die höhere Lehrplan- und Stoffdichte in der Sekundarstufe II führt erfahrungsgemäß zu einem stärker instruierenden, lehrerzentrierten Unterricht, in dem die Phasen der Anwendung und Vertiefung des Wissens weniger häufig und kürzer als in der Mittelstufe sind. Die daraus resultierende Auslagerung der Anwendungsphase in die Hausaufgaben kollidiert mit einer oftmals unterentwickelten Hausaufgabendisziplin in der Oberstufe. In der Studie gaben 24,5% der Schülerinnen und Schüler an, selten oder nie Hausaufgaben zu machen. 36,4% erledigen sie hin und wieder, 25,8% häufig und lediglich 13,2% fertigen immer die Hausaufgaben an. Zwar ist die Korrelation zwischen der Hausaufgabendisziplin und der Halbjahresnote 11/1 mit  $r = .189^*$  ( $p = .021$ ) nicht hochsignifikant, aber doch deutlich genug, um die Schiefe zu quantifizieren, die sich im Physikunterricht der Oberstufe ergibt. Die Frage ist, ob der Flipped Classroom geeignet ist, den Schülerinnen und Schülern in den veränderten Bedingungen in der Oberstufe entgegenzukommen, ohne daraus eine methodische Monokultur ableiten zu wollen.

## 2. Forschungsfragen

Bisher zum Flipped Classroom veröffentlichte Studien weisen eine große Diversität bezüglich Umsetzung der Methode, fachlicher Ausrichtung und Zielgruppe auf, so dass verallgemeinernde Aussagen über die Wirkungen der Methode schwierig sind. Die Forschungsfragen der Studie sind daher auf einen bestimmten Bereich zugeschnitten. Sie betreffen die Anwendung des Flipped Classrooms im Physikunterricht der schulischen Oberstufe (Sekundarstufe II) und zielen auf die Lernwirksamkeit sowie die Auswirkung auf Motivation und Interesse der Schülerinnen und Schüler am Unterricht ab. Ebenso wird eine mögliche Änderung des physikspezifischen Fähigkeitsselbstkonzepts untersucht. Wichtig ist dabei, dass es nicht um den Vergleich der Instruktionsformen „Video versus klassisch“ und damit nicht um einen – eher problematischen – Medienvergleich geht (Clark, 1994), sondern um einen Methodenvergleich. Zentrale Voraussetzung der Studie ist, dass der Flipped Classroom nur als Einheit von häuslicher Videoinstruktion und schulischer Aktivierung der Schülerinnen und Schüler gesehen werden kann. Konkret geht die Studie zwei Fragen nach:

a) Wie beeinflusst die Methode des Flipped Classrooms im Physikunterricht der Oberstufe die Lern-

wirksamkeit, das Fachinteresse und das Fähigkeitsselbstkonzept von Schülerinnen und Schülern im Vergleich zum konventionellen Unterricht?

b) Gibt es Personenmerkmale, die den Einfluss des Flipped Classrooms auf die abhängigen Variablen modulieren?

## 3. Beschreibung der Interventionsmethode

Da Flipped Classroom als Oberbegriff für sämtliche Methoden fungiert, bei denen häusliche und schulische Aktivitäten getauscht werden, soll hier definiert werden, welche Form des Flipped Classrooms für die Studie angewendet wurde. Dazu wurde eine Art Basisform gewählt, die die gemeinsame Wurzel vieler Variationen bildet (Faculty Innovation Center/Texas, 2017; Flipped Learning Network, 2017; Schmidt, 2017; Leibniz-Institut für Wissenschaftsmedien, 2017). In fünf- bis achtminütigen Lernvideos werden Instruktionsinhalte aus dem Unterricht ausgelagert. Sie zeigen videografierte und kommentierte Demonstrationsexperimente sowie Bildschirmaufzeichnungen von Folienpräsentationen. Es handelt sich also nicht um Unterrichtsmitsschnitte, sondern um von den unterrichtenden Lehrern selbst produzierte und den Schülerinnen und Schülern über ein Videoportal online zur Verfügung gestellte Lernvideos. Die Hausaufgabe besteht darin, die Videos anzusehen, sich mögliche Verständnisfragen zu notieren und die letzte Einstellung des Videos – eine spezielle Sicherungsfolie mit den wichtigsten Ergebnissen – ins eigene Heft zu übertragen.

Der Unterricht in der Schule wird eröffnet durch ein interaktives Verständnisquiz mit Clickern. Diese Phase dient den Schülerinnen und Schülern zur Wissensüberprüfung und der Lehrkraft als Evaluationsinstrument. Wird eine Single- oder Multiple-Choice-Frage von weniger als 75% der Kursteilnehmer richtig beantwortet, erfolgt eine kurze Phase der *peer instruction* (Mazur, 2014), in der sich die Schülerinnen und Schüler mit ihren Nachbarn über die Frage verständigen sollen. Anschließend wird die Quizfrage erneut zur Beantwortung gestellt und gegebenenfalls von der Lehrkraft aufgelöst. Im Anschluss werden gezielte Verständnisfragen der Schülerinnen und Schüler beantwortet, ohne jedoch die Inhalte des Videos zu wiederholen.

An diese etwa zehnminütige Phase schließt sich eine Partner- oder Gruppenarbeit an, in der Anwendungs- und Vertiefungsaufgaben bearbeitet werden. Die Schülerinnen und Schüler arbeiten dabei weitgehend selbstgesteuert, können binnendifferenzierende Aufgaben unterschiedlichen Schwierigkeitsgrads auswählen, ihre Lösungen mit den ausliegenden Musterergebnissen vergleichen oder zentrale Aufgaben im Plenum mit der Lehrkraft besprechen. Die Lehrkraft selbst hat helfend-unterstützende und individualisierende Funktion. Als Lernbegleiter kann sie bei Schwierigkeiten Impulse und Anregungen geben. Durch ihr Coaching ist die Lehrkraft in der Lage, den Lernfortschritt und Leistungsstand der Schülerinnen

und Schüler gut einzuschätzen und entsprechende Forder- und Förderangebote zu machen.

Der methodische Dreischritt ‚Lernvideo – Quiz – Schüleraktivität‘ bildet damit die Grundlage der in der Intervention eingesetzten Flipped Classroom Methode.

#### 4. Design

Im Rahmen schulinterner Evaluationen konnte die Studie in acht Physikkursen der 11. Jahrgangsstufe an zwei Würzburger Gymnasien durchgeführt werden. Die Stichprobengröße betrug  $N = 151$ . Um diese Stichprobe zu erhalten, wurde die Studie asynchron durchgeführt: Die Kontrollgruppe bestand aus vier Kursen, die im Schuljahr 2015/16 konventionell unterrichtet wurden. Die Treatmentgruppe hingegen bestand aus vier Kursen, die im Schuljahr 2016/17 im Flipped Classroom unterrichtet wurden. Kontroll- und Treatmentgruppe waren etwa gleich groß (80 zu 71). In einem Kurs gab es einen Wechsel der Lehrkraft, sonst wurden die Kurse des Kontroll- und des Treatmentjahrgangs von denselben Lehrern unterrichtet.

Die Intervention erfolgte über einen Zeitraum von acht Schulwochen, welcher ebenso lang war wie für die Kontrollgruppe im Vorjahr. Die Ferien eingeschlossen, erstreckte sich die Unterrichtsreihe für beide Gruppen über einen Zeitraum von drei Monaten und war zu vergleichbaren Zeitpunkten im zweiten Halbjahr angesiedelt. Mögliche Neuheitseffekte sollten bei einem Zeitraum dieser Länge zu vernachlässigen sein (Clark, 1983). Thema der Unterrichtsreihe waren die Induktion und der elektromagnetische Schwingkreis. Die Lehrkräfte wurden für den Einsatz des Flipped Classrooms eigens durch eine Lehrerfortbildung geschult. Sie standen permanent im engen Austausch miteinander und bemühten sich um größtmögliche Parallelität der Unterrichtsabläufe, welche sie zusätzlich dokumentierten. Die Lehrkräfte produzierten arbeitsteilig für die Treatmentgruppe ein Set von 16 Lernvideos. Ein Pool von etwa 160 Aufgaben wurde vorab festgelegt, aus dem sich die Lehrkräfte sowohl für die Kontroll- als auch für die Treatmentgruppe bedienten – bei der Kontrollgruppe für Unterricht und Hausaufgabe, bei der Treatmentgruppe ausschließlich für den Unterricht.

Wenn der Flipped Classroom gegenüber dem konventionellen Unterricht abgegrenzt werden soll, muss noch erläutert werden, worin der konventionelle Unterricht besteht, den die Kontrollgruppe erfahren hat. Der typische Physikunterricht wird beherrscht durch das Lernen am Demonstrationsexperiment, durch die Instruktion der Lehrkraft und durch das fragend-entwickelnde Unterrichtsgespräch (Seidel & Meißner, 2004). Das Üben und Vertiefen nimmt erfahrungsgemäß in der Oberstufe aufgrund der hohen Stoffdichte und des gesteigerten Schwierigkeitsgrads nur einen marginalen Teil ein und wird üblicherweise in die Hausaufgabe verlagert. Das bildete der konventio-

nelle Unterricht für die Kontrollgruppe ab. Im Mittelpunkt standen Demonstrationsexperimente, die für alle Kurse dieselben waren, und das Lehrer-Schüler-Gespräch. Die Rolle der Lehrkraft bestand aus Erklären, Herleiten, dem Stellen von Fragen und der Beantworten von Schülerfragen sowie der Ergebnissicherung an der Tafel. Aus dem festgelegten Pool wählte die Lehrkraft passende Aufgaben aus, die im Unterricht bearbeitet wurden. Aus diesem Pool wurde außerdem Hausaufgaben aufgegeben, deren Bearbeitung einen Zeitumfang von etwa 10-15 Minuten in Anspruch nehmen sollte.

Im Folgenden werden die Messinstrumente erläutert, mit deren Hilfe mögliche Unterschiede in der Lernwirksamkeit, im Fachinteresse und im Selbstkonzept erhoben werden sollen. Vor und nach der Unterrichtsreihe wurden in der Kontroll- wie in der Treatmentgruppe ein einer Oberstufenklausur ähnlicher Fachwissenstest und ein Fragebogen eingesetzt.

#### 5. Messinstrumente

Der Pre-Fragebogen besteht aus 82 Items, von denen 71 aus dem PISA-Test 2015 (OECD, 2015) entnommen wurden, die restlichen wurden gemeinsam mit Experten gebildet. Die Skalen aus dem PISA-Test sind mehrfach erprobt und weisen eine hohe Reliabilität auf. Als abhängige Variablen wurden das *Selbstkonzept* im Bereich Physik, die *Motivation* bezüglich der Naturwissenschaft Physik, das *Interesse am Unterrichtsfach Physik* und die wahrgenommene *Lehrerunterstützung* erhoben. Als Personenmerkmale, die möglicherweise die Wirkung des Flipped Classrooms beeinflussen, wurden die aktuellen und vorjährigen Notenleistungen im Fach Physik und Mathematik, die Leistungsmotivation, Selbstorganisation, Prokrastination, Teamaffinität, Hausaufgaben-Disziplin, Hausaufgabendauer, Internetnutzung, IT-Begeisterung, digitale Kompetenz und das Geschlecht erhoben. Eine Reihe dieser Persönlichkeitsmerkmale hat Studien zufolge einen Einfluss auf die schulische Leistung (Steinmayr & Meißner, 2013; Csikszentmihalyi & Wong, 2014) und damit verbunden auf die Wirksamkeit von Unterrichtsmethoden. Im Post-Fragebogen wurden die um die Personenmerkmale reduzierten Items des Pre-Tests eingesetzt, ergänzt durch eine Skala für das Selbstkonzept im Unterbereich Induktion und Schwingkreis.

Um die *Lernwirksamkeit* des Flipped Classrooms mit dem konventionellen Physikunterricht der Oberstufe vergleichen zu können, wurde gemeinsam mit Experten – Physiklehrkräften und Mitarbeitern am Lehrstuhl für Physik und ihre Didaktik der Universität Würzburg – eine auf 70 Minuten ausgelegte Klausur konzipiert, wie sie typischerweise zur Leistungserhebung eingesetzt wird. Die darin enthaltenen Aufgaben besitzen nur zum geringen Teil ein geschlossenes Format, vielmehr sind es offene Aufgaben, die gängigen Schulbüchern entnommen sind oder ehemaligen Abituraufgaben entstammen. Ein strenges Bewertungsschema ermöglicht dabei eine objektive Leistungsfeststellung.

## 6. Erste Ergebnisse

Zum jetzigen Zeitpunkt liegen nur über die Kontrollgruppe endgültige Daten vor. Hier lassen sich einige Erkenntnisse gewinnen, die gerade im Vergleich mit den Daten der Treatmentgruppe interessant sein werden.

Der Fachwissenstest weist bei der Kontrollgruppe eine zufrieden stellende interne Reliabilität von  $\alpha = .725$  (pre) bzw.  $\alpha = .762$  (post) auf. Aufgrund des reziproken Zusammenhangs zwischen dem fachlichen Selbstkonzept und der fachlichen Leistung (Wylie, 1979; Valentine, DuBois & Cooper, 2004) sollten die Ergebnisse des Fachwissenstests hoch mit dem physikbezogenen Selbstkonzept korrelieren. Kendalls  $\tau$ -Werte von  $\tau = .514^{**}$  für die Korrelation der Ergebnisse im Fachwissenstest (post) mit dem Fähigkeits-selbstkonzept Physik,  $\tau = .535^{**}$  mit dem Fähigkeits-selbstkonzept Induktion/Schwingkreis, und  $\tau = .486^{**}$  mit dem Interesse am Unterrichtsfach Physik belegen eine konvergente Validität. Das Interesse an anderen Unterrichtsfächern (Deutsch  $\tau = -1.68$ ; Biologie:  $\tau = .143$ ), dem Geschlecht ( $\tau = .031$ ), der Kurszugehörigkeit ( $\tau = .081$ ) oder der Schulzugehörigkeit ( $\tau = .068$ ) zeigt keine Korrelation mit den Ergebnissen im Fachwissenstest. Damit ist der konzipierte Fachwissenstest als valides und reliables Instrument zur Messung der Lernwirksamkeit des Unterrichts anzusehen. Der Vergleich der Ergebnisse von Pre- und Post-Test zeigt einen deutlichen Lernzuwachs in der Kontrollgruppe während der Unterrichtsreihe ( $M_{pre} = 5.49$ ,  $SD_{pre} = 4.32$ ,  $M_{post} = 17.70$ ,  $SD_{post} = 7.45$ ;  $t = -18.05^{***}$ ,  $p = .000$ ,  $df = 79$ ).

Beim weiteren Blick auf die Kontrollgruppe fällt auf, dass das Interesse an allen Schulfächern, für die es erhoben wurde, im Laufe der drei Monate (März-Juni 2016) abfällt. Das Interesse am Unterrichtsfach Physik sinkt von  $M = 1.96$  ( $SD = .79$ ) auf  $M = 1.76$  ( $SD = .75$ ), was einem Wert von  $t = 2.96^{**}$  ( $p = 0.004$ ,  $df = 79$ ) entspricht. Das Interesse an Mathematik sinkt ( $t = 2.25^*$ ,  $p = .27$ ,  $df = 78$ ) ebenso wie das in den Fächern Deutsch, Chemie und Biologie. Der Abfall ist in den drei letztgenannten Fächern allerdings nicht signifikant. Eine mögliche Erklärung ist ein Zweites-Halbjahr-Effekt, der für ein generelles Nachlassen des Interesses in Schulfächern verantwortlich sein könnte. Die Daten der Treatmentgruppe werden diesbezüglich weiteren Aufschluss geben können.

Während das physikbezogene Selbstkonzept über die drei Monate hinweg stabil bleibt ( $t = .53$ ,  $p = .598$ ,  $df = 79$ ), ist bemerkenswert, dass die Schülerinnen und Schüler sich nach der Unterrichtsreihe eine schlechtere Note für diesen Zeitraum geben würden als für den vorangegangenen ( $M_{pre} = 9.30$ ,  $SD_{pre} = 3.11$ ,  $M_{post} = 8.69$ ,  $SD_{post} = 3.56$ ;  $t = 2.46^*$ ,  $p = .016$ ,  $df = 79$ ), die notenmäßige Einschätzung der eigenen Leistung also negativer wird.

Am deutlichsten von allen Variablen lässt jedoch die Motivation, die die Schülerinnen und Schüler zur

Physik besitzen, in den drei Monaten nach ( $M_{pre} = 1.69$ ,  $SD_{pre} = .69$ ,  $M_{post} = 1.51$ ,  $SD_{post} = .74$ ;  $t = 3.82^{***}$ ,  $p = .000$ ,  $df = 79$ ). Eine Effektstärke von  $r = .395$  für das Nachlassen an Motivation zeigt eine deutliche Problemlage.

Zusammenfassend lässt sich nach der Auswertung der Daten für die Kontrollgruppe sagen, dass der konventionelle Unterricht zur Reihe „Induktion und elektromagnetischer Schwingkreis“ im zweiten Schulhalbjahr zwar einen deutlichen Wissenszuwachs brachte, aber verbunden war mit einem hochsignifikanten Nachlassen an physikbezogener Motivation und einem sehr signifikanten Abfall des Interesses am Unterrichtsfach Physik. Das physikbezogene Selbstkonzept blieb in der Zeit unverändert, jedoch schätzten die Schülerinnen und Schüler ihre eigene Leistung notenmäßig zunehmend schlechter ein. Erst die Auswertung der Daten für die Treatmentgruppe wird zeigen, ob die Unterrichtsmethode des Flipped Classrooms an diesen Entwicklungen etwas zu ändern vermag.

## Literatur

- [1] Aşıksoy, G., & Özdamlı, F. (2016). Flipped Classroom adapted to the ARCS Model of Motivation and applied to a Physics Course. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(6), 1589-1603. <http://www.ejmste.com/pdf-61041-11648?filename=Flipped%20Classroom%20adapted.pdf> (Stand: 10/2017)
- [2] Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. International Society for Technology in Education
- [3] Cieliebak, M. (2014). Einfluss von Flipped Classroom auf Fachwissen und Kompetenzen von Studierenden. Zusammenfassung einer Studie der Pädagogischen Hochschule Zürich. [http://dreamboxx.com/mark/data/ZHAW\\_FlippedClassroom15.pdf](http://dreamboxx.com/mark/data/ZHAW_FlippedClassroom15.pdf) (Stand 10/2017)
- [4] Clark, R. E. (1983). Reconsidering research on learning from media. *Review of educational research*, 53(4), 445-459. <https://doi.org/10.3102/00346543053004445>
- [5] Clark, R. E. (1994). Media will never influence learning. *Educational technology research and development*, 42(2), 21-29. <https://doi.org/10.1007/BF02299088>
- [6] Csikszentmihalyi, M., & Wong, M. (2014). Motivation and academic achievement: The effects of personality traits and the quality of experience. *Applications of flow in human development and education*. Springer Netherlands, 2014. 437-465. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-9094-9\\_22](https://doi.org/10.1007/978-94-017-9094-9_22)
- [7] DeLozier, S.J. & Rhodes, (2017), Flipped Classrooms: a Review of Key Ideas and Recommendations for Practice. *M.G. Educ Psychol*

- Rev 29: 141, Url: <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9356-9>
- [8] Estes, M., Ingram, R., & Liu, J. (2014). *A review of flipped classroom research, practice, and technologies*. Url: <https://www.hetl.org/a-review-of-flipped-classroom-research-practice-and-technologies/> (Stand 10/2017)
- [9] Faculty Innovation Center. University of Texas at Austin. Url: <https://facultyinnovate.utexas.edu/how-to-flip> (Stand: 10/2017)
- [10] Flipped Learning Network: <https://flippedlearning.org/> (Stand: 10/2017)
- [11] Lape, N. K., et al. (2014). Probing the Inverted Classroom: A Controlled Study of Teaching and Learning Outcomes in Undergraduate Engineering and Mathematics. *121st ASEE Annual Conference & Exposition*. 24, 1. Url: <https://peer.asee.org/probing-the-inverted-classroom-a-controlled-study-of-teaching-and-learning-outcomes-in-undergraduate-engineering-and-mathematics.pdf>
- [12] Leibniz-Institut für Wissenschaftsmedien: <https://www.e-teaching.org/praxis/iwm> (Stand: 10/2017)
- [13] Martin, S. K., Farnan, J. M., & Arora, V. M. (2013). Future: new strategies for hospitalists to overcome challenges in teaching on today's wards. *Journal of hospital medicine*, 8(7), 409-413. Url: <https://doi.org/10.1002/jhm.2057>
- [14] Mazur, E. (2014), *Peer instruction: A Users' manual*
- [15] McLaughlin, J. et al. (2014). The flipped classroom: a course redesign to foster learning and engagement in a health professions school. *Academic Medicine*, 89(2), 236-243. Url: <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000000086>
- [16] Munson, A., & Pierce, R. (2015). Flipping Content to Improve Student Examination Performance in a Pharmacogenomics Course. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 79(7), 103. Url: <https://doi.org/10.5688/ajpe797103>
- [17] OECD (Ed.), *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics and Financial Literacy*. Paris: OECD Publishing. Url: <https://doi.org/10.1787/9789264255425-en>
- [18] O'Flaherty, J., & Phillips, C. (2015). The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review. *The Internet and Higher Education* 25, 85-95: Url: <https://i.unisa.edu.au/sitesets/staff/tiu/documents/the-use-of-flipped-classrooms-in-higher-education-a-scoping-review-oflaherty-and-phillips.pdf>
- [19] Schmidt, Sebastian. Url: <https://www.flipped-mathe.de/fc-community> (Stand: 10/2017)
- [20] Seidel, T., & Prenzel, M. (2004). Muster unterrichtlicher Aktivitäten im Physikunterricht. Bildungsqualität von Schule. In: *Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung*, 177-194
- [21] Steinmayr, R., & Meißner, A. (2013). Zur Bedeutung der Intelligenz und des Fähigkeits-selbstkonzeptes bei der Vorhersage von Leistungstests und Noten in Mathematik. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*. 27, 273-282. Url: <https://doi.org/10.1024/1010-0652/a000113>
- [22] Valentine, J. C., DuBois, D. L. & Cooper, H. (2004). The relations between self-beliefs and academic achievement: A systematic review. *Educational Psychologist*, 39, 111-133. [http://dx.doi.org/10.1207/s15326985ep3902\\_3](http://dx.doi.org/10.1207/s15326985ep3902_3)
- [23] Wylie, R. C. (1979). *The self-concept: Theory and research on selected topics* (Vol. 2). U of Nebraska Press