

Nathalie Pöpel & Karsten Morisse

Inverted Classroom: Wer profitiert - wer verliert? Die Rolle der Selbstregulationskompetenzen beim Lernen im umgedrehten MINT-Klassenraum

Zusammenfassung

Das Inverted Classroom Model (ICM) wird seit 2000 als Lehrformat zunehmend beliebter. ICM dreht die traditionelle Vorlesung um: Was bisher in-class präsentiert wurde, wird nun über Videos, Texte u.a. in eine Pre-Class-Selbststudiumsphase ausgelagert, während im Präsenzunterricht aktives Lernen z. B. durch Übungen stattfindet. Im MINT-Bereich kann das Lernen im ICM zu besseren Leistungen als im traditionellen Format führen. Allerdings gilt dies unter der Voraussetzung der regelmäßigen aktiven Vorbereitung und Teilnahme an der Präsenzphase. Da an deutschen Hochschulen i.d.R. keine Anwesenheitspflicht in Veranstaltungen besteht, müssen Studierende selbst entscheiden, wie sie ein solches Format nutzen. Sie benötigen hohe Selbstregulationskompetenzen, um eigenverantwortlich im ICM mitarbeiten zu können. Anhand eines ICM-Beispiels zur Theoretischen Informatik sowie aktuellen Studien zu Selbstregulationskompetenzen und Scaffolding im ICM werden offene Forschungsfragen und Praxisimplikationen dargestellt.

Schlüsselwörter

Flipped Classroom; Selbstregulation; Scaffolding; Motivation; Prokrastination

Inverted Classroom: Who gains - who fails? The role of self-regulation in learning in flipped STEM-courses

Abstract

Since 2000, popularity of the Inverted Classroom Model (ICM) has been rising constantly. ICM flips the traditional lecture: Content is no longer presented in-class by a teacher, but swapped out to students' pre-class time for self-study. In-class time is then used for various elaborative learning activities. Provided that students regularly

prepare themselves pre-class and attend in-class, ICM can facilitate academic achievements in STEM-disciplines in comparison to traditional teaching methods. In general, there is no compulsory attendance rule at German universities. Therefore, students have to decide for themselves how actively they want to participate in an ICM-course. Thus, high self-regulation skills are required to learn self-dependently in this teaching format. To illustrate this, we describe the evolvement of an ICM in Theoretical Computer Sciences and present a compilation of current research outcomes on self-regulation skills and scaffolding in ICM-courses. Open research questions and practical implications for teaching are discussed.

Keywords

flipped classroom; self-regulation; scaffolding; motivation; procrastination

1 Einleitung

„Ich hab den Eindruck, der *Inverted Classroom* wird in letzter Zeit als Allheilmittel für jegliches Lehrproblem diskutiert!“ – so der mit einem Augenzwinkern geäußerte Diskussionsbeitrag eines Teilnehmers auf der KMK-Konferenz Bildung in der digitalen Welt im Mai 2018 in Hannover. Ist da was dran? Das *Inverted Classroom Model* (ICM) als Universallösung, um nachhaltiges und engagiertes Lernen im Studium mittels digitaler Unterstützung zu fördern? Gemessen an der jährlich steigenden Zahl an Publikationen und Google-Suchanfragen zum *inverted* und *flipped classroom*, besteht ein reges praktisches sowie theoretisches Interesse an dem Lehrformat (Giannakos, Krogstie & Sampson, 2018; Karabulut-Ilgu, Jaramillo Cherez & Jahren, 2017), bei dem die traditionelle Vorlesung im Kern umgedreht wird: Was bisher von der Lehrkraft an Inhalten in der Sitzung oft frontal präsentiert wurde, wird nun über Videos, Onlinemodule, digital aufbereitete Skripte, Texte und andere Materialien in eine *Pre-Class*-Selbststudiumsphase ausgelagert. Dadurch ist in der *In-Class*-Präsenzphase Raum für aktivierende Methoden, um das Vorbereitete in Form von Tests, anwendungs- und problembasierten Übungen in Einzel- oder Gruppenarbeit unter Begleitung der Lehrkraft vertiefen zu können. Im ICM wandelt sich die Rolle der Lehrkraft vom Instructor zum Coach für aktivierendes Lernen. Die anschließende *Post-Class*-Phase dient der individuellen Weiterarbeit, z. B. mit Portfolios und anderen Methoden (vgl. Estes, Ingram & Liu, 2017; Lage, Platt & Treglia, 2000; Lo, Hew & Chen, 2017). Bislang gibt es jedoch noch keine empirisch belegten Designprinzipien für das Format (Lo et al., 2017). ICM wird häufig im MINT-Bereich umgesetzt und beforscht (z. B. Karabulut-Ilgu et al., 2017; Lo et al., 2017). Wie ein solcher MINT-ICM aussehen kann, soll am Beispiel der Veranstaltung Theoretische Informatik (TI) an der Hochschule Osnabrück von Karsten Morisse illustriert werden.

2 Entwicklung und Durchführung eines ICMs zur Theoretischen Informatik

Theoretische Informatik ist ein Pflichtmodul im 4. Semester in den Informatik-Studiengängen, das sich mit Themen wie formale Sprachen, Turing-Maschinen, Automatentheorie, Algorithmen u.a. beschäftigt. Als 5-ECTS-Modul ohne expliziten Übungsanteil wurde es anfangs instruktionsorientiert als Frontalvorlesung angeboten. TI ist wie Mathematik eine Formalwissenschaft und bereitet Hochschulstudierenden, die aufgrund diverser Bildungszugänge zum Studium über sehr heterogene Mathematikvorkenntnisse verfügen, oft große Schwierigkeiten. Der für die Informatik wichtige Umgang mit formalen Modellen, abstrakten Argumentationen und Fragen der Berechenbarkeit ist entsprechend wenig beliebt. Die Modulprüfung ist durch hohe Durchfallquoten gekennzeichnet. Durch die Umstellung auf das IC-Format sollten das Lernen für das Fach erleichtert und überfachliche Kompetenzen, wie z.B. die selbstständige Gestaltung des Lernprozesses in der Pre-Class-Phase, sowie Teamfähigkeit und Kommunikationskompetenz in der In-Class-Phase, gefördert werden. Die Umstellung erfolgte schrittweise von 2010 bis 2014.

IC-TI-Lernmaterialien: Das zentrale Lernmedium ist ein selbst verfasstes *Vorlesungsskript*, das mit selbstproduzierten *Videos* eng verknüpft ist. Dafür wurden 30 je 90 Minuten umfassende Vorlesungssitzungen im Wintersemester (WS) 2013 aufgezeichnet. In einer Post-Produktionsphase wurden daraus über 100 kurze Videosequenzen zusammengeschnitten und mit weiteren Erklärvideos ergänzt (Dauer der Filme zwischen 1–30 Min., Ø Länge 5 Min., insgesamt ca. 800 Min. an Videomaterial). Da die kompletten Vorlesungsaufzeichnungen neben der reinen Wissensvermittlung auch Anwendungsbezüge und -beispiele sowie Diskussionen, Zusammenfassungen und Ausblicke enthalten, die für das Videoformat nicht gut geeignet sind, wurden diese aus den Mitschnitten entfernt. Die produzierten Videos sind daher in kompakte Sequenzen zusammengeschnitten, so dass Dopplungen wegfallen. Da das Skript den roten Faden bildet, mit dem die Videos verschränkt sind, wird somit nur die inhaltliche Quintessenz als Videoinformation verfügbar gemacht. Alle Videos werden via YouTube (YT; <http://t1p.de/gqgg>) bereitgestellt, um eine hohe Verfügbarkeit und Nutzung auf verschiedenen Endgeräten zu gewährleisten. Zusätzlich werden seit dem Wintersemester (WS) 2017-18 auf Wunsch von Studierenden 21 ungeschnittene Vorlesungsvideos über OpenCast angeboten. Das Skript ordnet die lose Folge der Einzelvideos in einer linearen Gesamtstruktur. Für einen nahtlosen Übergang vom Text zu den korrespondierenden YT-Videos bietet es an zahlreichen Stellen QR-Codes und Hyperlinks. Eine typische Skriptseite ist in Abb. 1 zu sehen (Morisse, 2017, S. 72). Zusätzlich wird eine selbstentwickelte interaktive *Online-Toolbox* zum Testen einiger TI-Konzepte angeboten, die ebenfalls an passenden Stellen im Skript verlinkt ist (vgl. Abb. 1).

ToolBox_{7.1} **Beispiel 4.3.2** Die Grammatik mit den Regeln $S \rightarrow abaS \mid aab \mid \epsilon$ wird zu einem Automaten mit ϵ -Kanten (siehe Abbildung 4.21):

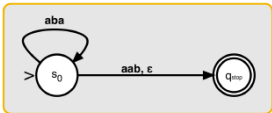


Abbildung 4.21.: Automaten zu Grammatik

ToolBox_{7.1} **Beispiel 4.3.3** Für den Automaten aus Beispiel 4.2.8 (siehe Abbildung 4.5(a)) ergibt sich die folgende Grammatik:

- Für jeden Übergang $\delta(p, a) = q$ wird eine Regel $p \rightarrow aq$ definiert. Damit ergeben sich im Beispiel die Regeln: $\{q_0 \rightarrow aq_1, q_0 \rightarrow bq_2, q_1 \rightarrow aq_3, q_1 \rightarrow bq_2, q_2 \rightarrow aq_2, q_2 \rightarrow bq_2, q_3 \rightarrow aq_3, q_3 \rightarrow bq_3\}$
- Für finale Zustände q wird noch eine Regel $q \rightarrow \epsilon$ hinzugefügt. Damit ergeben sich im Beispiel noch die Regel: $\{q_2 \rightarrow \epsilon\}$

Die konstruierte Grammatik erzeugt nur terminale Wörter, deren Verarbeitung mit dem Automaten in finalen Zuständen endet. Wörter, deren Verarbeitung in einem nicht-finalen Zustand endet, lassen sich mit der Grammatik gar nicht erzeugen. Wenn beispielsweise die Variable q_3 einmal erzeugt wird, so lässt sich diese nicht mehr entfernen und ein terminales Wort kann nicht mehr erzeugt werden.

Abbildung 1: Beispielseite aus dem Skript Einführung in die TI

Des Weiteren werden PDF-Übungsaufgaben zu den aktuellen Themen einige Tage vor jeder Sitzung sowie PDF-Musterlösungen direkt danach im Lernmanagementsystem (LMS) hochgeladen.

Zur Unterstützung des Selbststudiums wird seit dem WS 17/18 via Mahara ein freiwilliges ePortfolio-Angebot zur Fragenklärung und zur Selbstreflexion eingebunden. Hier bieten drei Foren die Gelegenheit, Fragen zum Skript, zu den Übungsaufgaben oder zu anderen Aspekten zu stellen, die von dem Lehrenden und allen eingetragenen Teilnehmenden (TN) online beantwortet und diskutiert werden können. Über die *Blogfunktion* kann eine Selbstreflexionsaufgabe mit Leitfragen sitzungsbegleitend bearbeitet und zur Einsicht im System veröffentlicht werden (*Meine Lernerfahrungen im Selbststudium: Was habe ich mir angeschaut? Was habe ich schon verstanden? Was habe ich noch nicht verstanden? Welche konkreten Fragen habe ich?* Vgl. Abb. 2). Hier können auch konkrete Fragen für den nächsten Präsenztermin formuliert werden.

The screenshot shows the Mahara ePortfolio interface. At the top, there is a search bar for 'Nutzer/innen suchen'. Below it, a navigation bar for 'Theoretische Informatik WiSe17' includes links for 'Startseite', 'Über', 'Mitglieder', 'Foren', and 'Seiten und Sammlungen'. The main content area is titled 'Über | Theoretische Informatik WiSe17' and includes a '+ jetzt Mitglied werden' button. The group description reads: 'Gruppe zur Lehrveranstaltung "Theoretische Informatik" im WiSe 2017 bei Prof. Dr. Karsten Morisse'. Below this, there is a section for 'Meine Lernerfahrungen im Selbststudium' with a sub-header 'In einem Blog-Eintrag kann ich sehr gut meine gemachten Erfahrungen mit der selbstständigen Vorbereitung der Veranstaltungstermine beschreiben. Dabei beschreibe ich am besten kurz die folgenden Dinge:'. A numbered list of four prompts is provided:

- 1. Was habe ich mir angeschaut**
Das betrifft sowohl ganz kurz die Darstellung der Themen und die Form der Mediennutzung (also zB "Ich habe mir die Definition deterministischer endlicher Automaten angeschaut. Ich habe zunächst die Definition im Script gelesen und anschließend habe ich mir das entsprechende Video bei YouTube angeschaut.") Auch kann man hier vielleicht kurz darstellen, ob man eine der beiden Darstellungsformen bevorzugt.
- 2. Was habe ich gut verstanden**
Man sollte kurz darauf eingehen, welche Inhalte des Stoffes man gut verstanden hat
- 3. Was habe ich noch nicht verstanden**
Auch sollte man beschreiben, was man noch nicht verstanden hat. Dabei sollte man nicht im allgemeinen bleiben ("Ich habe das mit den NDEA nicht verstanden"), sondern möglichst konkret beschreiben, was man noch nicht verstanden hat ("Die Übergangsrelation des NDEA habe ich nicht verstanden. Was bedeutet genau Übergangsrelation; worin besteht an dieser Stelle der Unterschied zum DEA").
- 4. Konkret habe ich die Fragen**
Hier bitte mögliche Fragen für den Präsenztermin auflisten

At the bottom, the keywords are listed as 'Schlagwörter: Selbstreflexion'.

Abbildung 2: Screenshot der Blog-Selbstreflexionsanleitung im Mahara-ePortfolioangebot des IC-TI

IC-TI-Lernaktivitäten: Für die Neugestaltung der In-Class-Phase wurden verschiedene Übungsaufgaben für Einzel-, Kleingruppen- und Plenumsarbeit entwickelt. Zudem wurden für jede Sitzung fünf bis 15 kurze Quizfragen für Audience-Response-Systeme (ARS) erstellt, um den TN regelmäßig Leistungskontrollen zu den erarbeiteten Inhalten zu ermöglichen.

IC-TI-Prüfungsleistungen: Die Modulprüfung besteht aus einer Abschlussklausur am Ende des Semesters. In der Mitte des Kurses findet eine freiwillige *Mid-Term-Klausur* in einer der Präsenzsitzungen statt, durch die Bonuspunkte für die Endklausur (max. 10 % der Abschlussnote) gesammelt werden können.

Kursphasen: Pre-Class-Phase: Jede Woche sollen die TN ein vorgegebenes Thema mithilfe der bereitgestellten oder selbstgewählten Lernmaterialien für die anstehende Sitzung selbständig erarbeiten. Dies ist obligatorisch erforderlich, da ohne diese Kenntnisse die Übungen und Aufgaben im Präsenztermin nicht sinnvoll bearbeitbar sind. Optional können bei akut auftretenden Fragen die Onlineforen genutzt sowie das eigene Arbeitsverhalten mithilfe des ePortfolio-Blogs dokumentiert und reflektiert werden. Der Vorbereitungsaufwand pro Sitzung wurde in der IC-Planung mit ca. 90 Minuten einkalkuliert.

In-Class-Phase: Die 90-minütigen Präsenztermine bestehen aus mehreren Elementen, die nach einem relativ festen Schema ablaufen (vgl. Tab. 1).

(1) Zum Einstieg werden die vorbereiteten Lerninhalte mithilfe der ARS-Quizze getestet. Die Quizfragen werden entweder einzeln oder kollaborativ in Teams von den Teilnehmenden unter Pseudonym bearbeitet. Unmittelbar nach der Beantwortung wird die Lösung über den Beamer an die Tafel projiziert.

(2) Danach folgt ein Frage- und Antwort-Teil zu den Lerninhalten. Zunächst werden alle Fragen gesammelt, priorisiert und anschließend durch Diskussionen unter den Studierenden oder durch ad-hoc-Minivorlesungen des Dozenten beantwortet.

Aktivität	Zeit	Beschreibung
(1) Einstieg	Ca. 10 min	Quiz zu Selbststudiumsinhalten
(2) Fragen & Antworten	Ca. 10 min	Fragen zum Inhalt der Woche klären
(3) Vertiefung & Anwendung	Ca. 60 min	Problembasiertes Arbeiten in Kleingruppen, Aktives Plenum
(4) Ausstieg	Ca. 5 min	Kurze Einführung ins Thema der kommenden Sitzung

Tabelle 1: Struktur und Zeitanteil der IC-TI-in-class-Phase

(3) Dann beginnt der Hauptteil der Sitzung: die *interaktive Arbeitsphase*. Diese besteht i.d.R. aus *Kleingruppenarbeit*, in der weitere Aufgaben und Probleme vertiefend bearbeitet werden. Meist bringt der Dozent neue Aufgaben mit, nur selten bringen Studierende Probleme ein. Häufig werden in dieser Phase auch die vorher bereitgestellten Übungsblätter gemeinsam bearbeitet. Die Teilnehmenden können frei wählen, ob und mit wem sie in der Kleingruppenphase zusammenarbeiten möchten. Die Lernenden werden angehalten, die Aufgaben durch Diskussion im Lernteam zu lösen, sich gegenseitig Fragen zu stellen und sich mit anderen Lernteams auszutauschen. Der Lehrende steht als Coach für individuelle Fragen zur Verfügung und geht während der Arbeitsphasen durch den Raum. Bei Fragen zu den Aufgaben setzt er sich zu der Gruppe und erläutert, indem er Denkanstöße anstatt fertiger Lösungen gibt. Treten bei verschiedenen Lerngruppen ähnliche Probleme auf, wird dies zum Anlass genommen, die schwierigen Punkte durch Kurzvortrag oder eine Diskussion im Plenum nachvollziehbar zu machen. In etwa 15-20% der Sitzungen wird *aktive Plenumsarbeit durchgeführt*, bei der die gesamte Gruppe eine Aufgabe gemeinsam lösen soll. Dazu kommen zwei Studierende als SchriftführerIn und ModeratorIn nach vorne an die Tafel und sorgen dafür, dass die Problemdiskussion strukturiert abläuft und die Beiträge der Teilnehmenden geordnet gesammelt werden. Die in der Gruppe entwickelten Lösungsansätze werden an der Tafel dokumentiert. In dieser Phase beobachtet der Dozent und greift nur dann kurskorrigierend ein, wenn die Gruppe sich auf einen fehlerhaften Bearbeitungsweg einigt oder sich in Diskussionen verzettelt.

(4) Am Ende wird das nächste zu bearbeitende Thema vom Dozenten kurz eingeführt. Da die formalen Aspekte des Faches häufig bei den Lernenden zu Schwierigkeiten führen, ist die informell-intuitive Einführung eine Hilfestellung für die Pre-Class-Phase.

Diese Struktur dient als Gerüst, von dem auch immer wieder abgewichen werden kann, z. B. wenn es im Rahmen der *Fragen & Antworten* zu einer vertieften Diskussion kommt oder wenn in der Einstiegsphase deutlich wird, dass ein Thema grundsätzlich nicht verstanden wurde, so dass dies von der Lehrperson spontan in der Sitzung aufgegriffen wird. Wichtig ist, dass unvorbereitete Teilnehmende in class den fehlenden Stoff nicht durch die Lehrkraft in Form von Zusatzerklärungen kompensiert bekommen, da dies zu einer Unterwanderung des Lehrformates führen würde.

Post-Class-Phase: Nach der Präsenzsitzung können die Teilnehmenden selbstgesteuert mithilfe der Musterlösungen ihre Arbeitsergebnisse in den Übungsaufgaben überprüfen.

3. Was wirkt im ICM?

Wie das IC-TI-Beispiel zeigt, ist die Entwicklung eines ICMs durchaus aufwendig. Wieso macht es also Sinn, eine Veranstaltung auf dieses Format umzustellen? Weil es die Lernleistung fördert: Wie aktuelle meta-analytische und Review-Studien zeigen, gelingt das Lernen in Fächern wie Mathe (Lo et al., 2017) und Technik (Karabulut-Ilgü et al., 2017) im ICM signifikant besser als im traditionellen Frontalunterricht. Sprechen diese Daten nun nicht dafür, den ICM gerade im MINT-Bereich als Alternative zu den Frontalvorlesungen flächendeckend einzuführen? Nicht zwangsläufig, denn die angeführten Befunde gelten unter der Bedingung der obligatorischen Anwesenheit der Lernenden (Lo et al., 2017), sodass sich die Ergebnisse nicht 1:1 auf das deutsche Hochschulsystem übertragen lassen. In Deutschland kann jede Hochschule selbst bestimmen, ob sie eine Präsenzpflicht realisiert oder nicht (Schulmeister, 2015). An vielen Hochschulen werden Lehrveranstaltungen ohne Anwesenheitspflicht durchgeführt, auch wenn für traditionelle Veranstaltungsformate festgestellt wurde, dass die Anwesenheitsfrequenz positiv mit der Leistung zusammenhängt (Credé, Roch & Kieszczyńska, 2010; Schulmeister, 2015). Aber vielleicht verhält sich dies im ICM anders? Durch die online Bereitstellung von Lehr-Lern-Materialien und Arbeitsaufträgen können Studierende die Inhalte vollkommen selbstständig, ohne Besuch der Präsenzsitzungen, erarbeiten und dann die Klausuren mitschreiben. So sind auch Studierende im IC-TI vorgegangen.

3.1. Anwesenheit und Leistung im ICM

Zu Beginn des WS 2017-18 hatten sich ca. 60 Studierende im hochschulinternen System zum IC-TI angemeldet, davon sind 36 Personen zum ersten und 37 Personen zum zweiten Sitzungstermin erschienen. Die Teilnehmenden-Zahl sank im Semesterverlauf ab, sodass ab November 2017 bis zur letzten Sitzung im Januar 2018 im Schnitt 11-12 Personen in-class dabei waren (siehe Abb. 3). Der einmalige Teilnehmenden-Anstieg Mitte November erklärt sich durch die Teilnahme an der optionalen Mid-Term-Klausur (MTK). Zur Modul-Endklausur hatten sich schließlich 45 Studierende angemeldet, davon schrieben 25 die Klausur Ende Januar tatsächlich mit. Von diesen 25 waren 11 Studierende regelmäßige IC-Teilnehmende, 14 waren Nicht-Teilnehmende, d.h. diese Studierenden waren entweder nie oder nur sporadisch bei einigen Sitzungen in der ersten Kurshälfte anwesend.

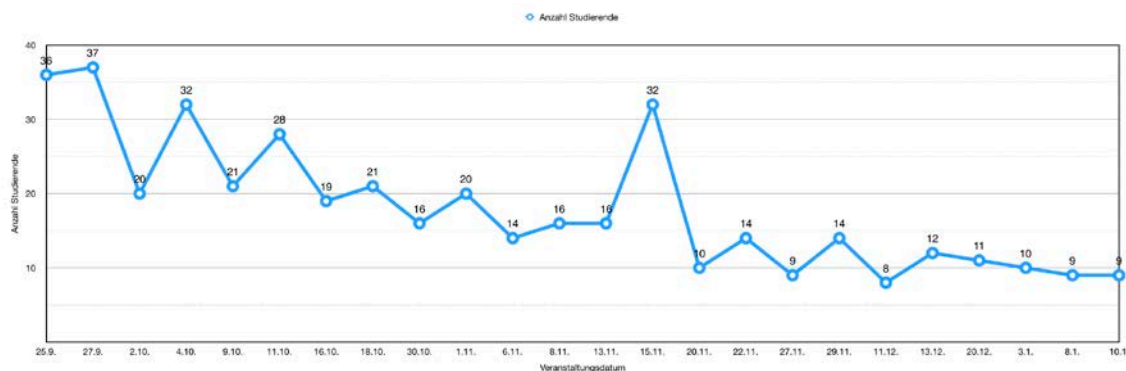


Abbildung 3: Entwicklung der Teilnehmendenzahlen im IC-TI im Semesterverlauf

Im Verlauf des Kurses kam es bei der Mehrzahl der Studierenden zu unregelmäßigen Teilnahmen bis hin zum Drop-out. Doch vielleicht kompensieren Drop-outs die Präsenzphasen durch Selbststudium und erreichen ähnliche Leistungen wie die Anwesenden? Die Klausurergebnisse im IC-TI widerlegen dies (vgl. Tab. 2): Die MTK schrieben 12 regelmäßig Teilnehmende und 20 Nicht-Teilnehmende mit, wobei die Nicht-Teilnehmenden signifikant seltener die Klausur bestanden ($\chi^2(1, N=32) = 4.693, p < .031$) und darin weniger Punkte ($T = -2.109, df = 30, p < .044$) sowie schlechtere Noten erhielten ($T = 2.791, df = 30, p < .01$). Die MTK-Punkte zählten nur dann als Bonus für die Endklausur, wenn die MTK mit mindestens 50% korrekten Antworten bestanden wurde, entsprechend konnten regelmäßig Teilnehmende signifikant mehr Bonuspunkte für die Endkursnote einbringen als Nicht-Teilnehmende ($T = -3.205, df = 23, p < .005$). Zudem erreichten sie signifikant mehr Punkte in der Endklausur ($T = -2.125, df = 23, p < .046$) sowie in der Gesamtpunktzahl ($T = -2.736, df = 23, p < .013$) und schnitten eine ganze Note besser ab als Nicht-Teilnehmende ($T = 2.481, df = 23, p < .022$). Zudem bestanden von den regelmäßig Anwesenden 25 % mehr Personen den Kurs ($\chi^2(1, N=25) = 1.724, p > .18, ns$). Ein ähnliches Muster trat auch bei Foldnes (2017) auf: Je häufiger Studierende im Mathe-ICM anwesend waren, umso besser fielen ihre Leistungen im letzten Kurstest vor der Endklausur aus. Dieser Zusammenhang blieb auch dann signifikant, wenn die vor dem Kurs gemessenen Matheleistungen sowie die Einstellungen zu Mathe in den Berechnungen kontrolliert wurden. Und je höher die Anzahl der Fehltermine war, umso seltener wurde der Kurstest mitgeschrieben (N. Foldnes, persönliche Email-Kommunikation mit der Erstautorin dieses Beitrags am 17. Juni 2018). Die Anwesenheitsfrequenz im ICM beeinflusst die Lernleistung somit genauso wie in traditionellen Lehrformaten.

	Regelmäßig Teilnehmende im IC-TI	Nicht-Teilnehmende
<i>N Mid-Term-Klausur-Teilnehmende</i>	12	20
MTK bestanden (% Teilnehmende)	92 %	55 %
Punktzahl MTK	15.42 (5.50)	11.95 (3.80)
Note MTK	2.75 (1.39)	4.02 (0.116)
<i>N Endklausur-Teilnehmende</i>	11 ^a	14 ^b
Punktzahl MTK (Bonus)	7.55 (3.31)	2.75 (3.99)
Punktzahl Endklausur	54.27 (14.97)	43.61 (10.11)
Gesamtpunkte (End- & MTK)	61.82 (16.03)	46.36 (12.26)
Gesamtnote	3.28 (1.30)	4.29 (0.70)
Kurs bestanden (% Teilnehmende)	82 %	57 %

Anmerkungen. Standardabweichungen in Klammern; ^a alle Teilnehmenden hatten auch an der MTK teilgenommen; ^b 3 Personen davon hatten nicht an der MTK teilgenommen.

Tabelle 2: Durchschnittliche Leistungswerte im IC-TI

Die eingangs erwähnte empirisch festgestellte Leistungsüberlegenheit im MINT-ICM (Karabulut-Ilgü et al., 2017; Lo et al., 2017) lässt sich vor allem auf das aktive Lernen In-Class zurückführen, bei dem besonders das Feedback der Lehrkraft und das Peer-Learning als wertvoll erachtet werden (ebd.). Zudem fördern jene ICMs, die wie der IC-TI

zu Beginn der Sitzung mit einem Quiz starten, die Lernleistung signifikant stärker als solche ohne diese Assessments (ebd.). Werden die aktivierenden In-Class Phasen gekürzt oder ausgelassen (Margulieux, McCracken & Catrambone, 2015) oder nehmen Studierende selten oder gar nicht an den Präsenzsitzungen teil (Foldnes, 2017), sinkt die Lerneffizienz signifikant ab. Studierende profitieren also erst dann vom ICM, wenn sie vorbereitet an möglichst vielen Sitzungen teilnehmen, da sie sonst die essentiell lernförderlichen In-Class-Lern- und Testgelegenheiten verpassen.

3.2. Motivation und Arbeitsverhalten im ICM

Wie kommt es zu den sinkenden Anwesenheitszeiten im IC-TI? Dies scheint keine Besonderheit des Kurses gewesen zu sein, denn Handke (2018) beobachtet einen ähnlichen Trend in seinem Linguistik-ICM. In den 13 Sitzungen sind anfangs 80-90% der Eingeschriebenen anwesend, gegen Ende schwankt die Rate zwischen 60-70%. Vielleicht ist es der Mehrheit der ICM-TN aufgrund anderer familiärer, Job- oder Studienverpflichtungen einfach nicht möglich, regelmäßig präsent zu sein? Untersuchungen zeigen, dass diese Gründe für die Abwesenheit von Lehrveranstaltungen nur eine marginale Rolle spielen, wohingegen motivationale Aspekte wie Lustlosigkeit, Misserfolgsangst und geringe Kompetenzerwartung bedeutsamer zu sein scheinen (Schulmeister, 2015). Und wirft man einen Blick auf die häufigsten Lern- und Arbeitsprobleme im Studium, dann stehen Ausweichverhalten und Aufschieben an oberster Stelle (Schleider & Güntert, 2009), was häufig zum Lernen auf den letzten Drücker vor den Klausuren führt, statt zum regelmäßig-nachhaltigem während des Semesters (Schulmeister, 2018). Neben der kontinuierlich sinkenden Anwesenheitsrate, lassen auch die Lernanstrengungen in Form von sinkenden Aktivitäten im LMS sowie weniger Zugriffen auf Lernmaterialien im ICM nach (Handke, 2018), was insbesondere nach der Mid-Term-Klausur verstärkt auftritt (Jovanović, Gašević, Dawson, Pardo & Mirriahi, 2017). Zudem stellten AjJahrrah, Thomas und Shebab (2018) in ihrem Informatik-ICM fest, dass sich die Studierenden unabhängig vom Leistungsstand erst kurz vor den Präsenzsitzungen oder sogar erst während dieser mit dem Pre-Class-Vorbereitungsmaterial im LMS beschäftigten. Und obwohl aktives Lernen im ICM meist positiv von den Studierenden bewertet wird (z. B. war die Zufriedenheit mit dem TI-IC-Kurs in einer fakultätsinternen Semestermitten-Evaluation deutlich größer als in den 121 Vergleichsvorlesungen), stößt die Anstrengungsbereitschaft in den ICMs dennoch an Grenzen, denn je anspruchsvoller der Pre-Class-Vorbereitungsaufwand oder das In-Class-Diskussionsniveau im ICM sind, desto weniger ist die Veranstaltung beliebt (Estes et al., 2014). Zudem fühlen sich einige Studierende in dem Format allein gelassen: „flipped learning is just self-teaching“ (Talbert, 2014, zit. n. Estes et al., 2014). Der hohe Grad an Selbstverantwortung im ICM scheint also nicht für alle gleichermaßen handhabbar zu sein. Dies zeigt sich auch in einer Studie von Luo, Yang, Xue und Zuo (2018), die die Auswirkung verschiedener Grade an Selbstbestimmung in der In-Class-Phase in einem Bildungstechnologie-ICM untersuchten. So konnten die Studierenden in der ersten Phase vollständig selbst bestimmen, wie und womit sie sich In-Class beschäftigen, die Lehrkraft stand auf Abruf für Fragen bereit. In der zweiten Phase entschieden Studierende und Lehrkraft demokratisch, was in der In-Class-Phase wie zu bearbeiten war. In der dritten Kursphase lenkte ausschließlich die Lehrkraft die Aktivitäten, es gab keine studentische

Mitbestimmung. Nach jeder Phase wurden neben den subjektiv bewerteten Lernerfahrungen auch objektive Leistungstests erhoben. Überraschenderweise führte der lehrkraftgelenkte Unterricht zu den besten objektiven Leistungsergebnissen und die demokratische Variante zu den schlechtesten. Auch in der subjektiven Bewertung schnitt die lehrkraftgeführte Variante am besten ab, so konnten hier am häufigsten offene Fragen geklärt werden und es gab das größte Interesse an den diskutierten Inhalten. Da der IC-TI ebenfalls ein lehrkraftgelenkter ICM ist, besteht vor diesem Befundhintergrund vorerst kein Anlass, den Unterricht bezüglich der In-Class-Phase partizipativer zu gestalten. Allerdings gab es bei Luo und Kollegen (2018) eine Konfundierung der drei Mitbestimmungsvarianten mit den unterschiedlichen Lernthemen, die einen Einfluss auf die Bewertungen und Leistungen gehabt haben könnten, sodass hier noch Folgestudien zur Klärung notwendig sind.

4. Selbstregulationskompetenzen im ICM

Das Lernen im ICM stellt offensichtlich hohe Anforderungen an die Studierenden in Punkto Selbstregulation und Motivation (vgl. Cook & Artino, 2016; Krapp & Tascher, 2014; Kuhl, 2000; Panadero, 2017; Tuckman, 1991). „Selbstreguliertes Lernen ist ein aktiver, konstruktiver Prozess, bei dem der Lernende sich Ziele für sein Lernen selbst setzt und zudem seine Kognitionen, seine Motivation und sein Verhalten in Abhängigkeit von diesen Zielen und den gegebenen äusseren Umständen beobachtet, reguliert und kontrolliert“ (Otto, Perels & Schmitz, 2011, S. 34). Hier geht es also um Fähigkeiten der Planung, des Monitorings (Überwachung des Lernfortschritts), der Adaptation und Reflexion des eigenen (Lern-) Handelns und Befindens. Als besonders bedeutsam für den Lernerfolg im Allgemeinen haben sich empirisch bislang einzelne Selbstregulationskompetenzen (SRK) wie Zielsetzung, Anstrengung, Durchhaltevermögen und Selbstwirksamkeitserwartung herausgestellt (Sitzmann & Ely, 2011).

Übertragen auf den IC-TI würde der Lernzyklus im Idealfall folgendermaßen aussehen (illustriert anhand eines fiktiven inneren Monologs in Anführungszeichen): Der/die Lernende sucht sich für jede Sitzung die vorzubereitenden Inhalte und die passenden Lernmaterialien zusammen. Dann würde nach Sichtung der Unterlagen im Abgleich mit der verfügbaren Zeit, den persönlichen Selbstwirksamkeitserwartungen und den Lernzielvorgaben des Dozenten ein eigenes Lernziel für die Woche definiert: „Ich möchte das Thema Minimierung endlicher Automaten verstehen und die Hälfte der Übungsaufgaben dazu lösen können. Das kann ich gut schaffen in der Zeit!“

Dann würden die konkreten Lernaktivitäten, Lernstrategien und Maßnahmen zur Überwindung evtl. Lernschwierigkeiten geplant: „Zum Thema Automatenminimierung lese ich mir die Grundlagen im Skript durch, die vielen Vertiefungsseiten darin schaffe ich zeitlich nicht, dafür schaue ich mir 3-4 verlinkte Videos dazu an, die helfen mir mehr als der Text, Kompliziertes nachzuvollziehen. Die Grundlagen erarbeite ich mir am Mittwochvormittag in der Bibliothek nach dem Mittagessen zwischen 13 und 14 Uhr. Ich esse vorher besser nicht zu viel in der Mensa und geh mit den Kommilitonen dann mal nicht danach zum Kaffee, sonst verquatsch ich mich wieder, statt in die Bib zu gehen. Die Videos sehe ich mir Freitagnachmittag nach dem letzten Seminar ab 15 Uhr auf der Zugfahrt nach

Hause an. Wenn ich dann zu müde sein sollte, versuch ich die Videos am Sonntagabend auf der Zugfahrt zurück anzusehen und die erste Aufgabe vom Übungszettel zu lösen.“

Nun muss das Geplante zum festgelegten Zeitpunkt auch umgesetzt werden, insbesondere auch dann, wenn die Aufgabe unangenehme Gefühle auslöst; Mittwochmittag: „Oh, gleich ist es 13 Uhr, ich muss in die Bib...auf Automatentheorie hab ich grad null Lust, da muss ich mich sicher gleich durchquälen...eigentlich muss auch noch kurz in die Stadt, könnte ich ja jetzt vielleicht...nein! Ich geht jetzt in die Bib!“

Wenn beim Lernen nicht antizipierte Probleme auftreten, sollte es zu spontanen Adjustierungen des Lernverhaltens kommen: „Beim Skriptlesen versteh ich grad nur Bahnhof. Was ist denn bloß los? Ich krieg das nicht hin, ey! Am liebsten möchte ich einpacken und weg ... Nee, jetzt mal ganz ruhig ... Durchatmen, mal kurz alles ausstrecken und einen klaren Kopf bewahren! Also - was muss ich tun? Ich muss erst mal einige alte Matheformeln recherchieren, um den Grundlagenteil zu den endlichen Automaten zu verstehen. Was sind denn verdammt noch mal Äquivalenzrelationen???! Ich poste gleich mal eine Frage dazu ins Online-Forum, vielleicht antwortet ja jemand spontan. Falls nicht, muss ich selber im Netz nach den Mathesachen suchen und dann den Rest des Grundlagenteils in den Freitag schieben und offene Fragen dann in die Präsenzsitzung mitbringen.“

Am Ende des Lernprozesses würden die Planungen und Aktivitäten z. B. mithilfe der Leitfragen im eBlog reflektiert und evaluiert, um aus den Erkenntnissen das Lernverhalten der kommenden Wochen ggf. anzupassen: „Okay, wenn mir das Wissen aus den vorherigen Mathekursen zu Relationen, Äquivalenzen und Co fehlt, dann kann ich einige Inhalte in den Kapiteln nicht verstehen, ich muss mich vor allem um die Grundlagen im jeweiligen Skriptkapitel und die Mathe-Auffrischung kümmern, die Vertiefungen kann ich erst wieder kurz vor der Klausur angehen ... oder ich investiere ein langes Wochenende diesen Monat fürs TI-Lernen. Da kann ich mir aber auch echt Schöneres vorstellen... aber hilft ja nix, Aufschieben macht's nur noch schwerer. Ich werd übernächstes Wochenende nicht nach Hause fahren und stattdessen in die Bib zum TI-Lernen gehen. Ich will das Thema besser verstehen und nicht nur mit Ach und Krach durch die Endklausur kommen.“

In der In-Class-Phase müssen die im Selbststudium sowie die in der interaktiven Arbeit neu auftretenden Fragen dann zielgerichtet in Peer-Diskussionen oder im Austausch mit dem Lehrenden eingebracht oder anschließend im Forum oder via Emailkommunikation geklärt werden.

4.1. Auswirkungen präexistenter Selbstregulationskompetenz- Unterschiede im ICM

Die Verantwortung für das aktive Lernen liegt also in allen Phasen auf Seiten der Studierenden, aber nicht alle bringen die erforderlichen SRK dafür schon mit (Otto et al., 2011; Schulmeister, 2018) oder können diese, trotz Wissen darüber, nicht in ihrem Studium umsetzen (Foerst, Klug, Jöstl, Spiel & Schober, 2017).

Wang, Tian, Lei und Zhou (2017) untersuchten den Einfluss der Big-Five-Persönlichkeitsdimensionen Neurotizismus (emotionale Labilität), Extraversion (Geselligkeit), Gewissenhaftigkeit (Gründlichkeit, Gegenteil von Prokrastination), Verträglichkeit (Kooperativität) und Offenheit für Erfahrung (Neugier) auf das Lernen psychologischer Inhalte via Frontalvorlesung (Präsenzlernen), Videoaufzeichnung (Onlinelearning) und

Videoaufzeichnung mit anschließender Lernaktivität (ICM) über einen Zeitraum von sechs Tagen. Die Lernleistung unterschied sich in den drei Lehrformaten nicht, jedoch ging ein hohes Ausmaß an Gewissenhaftigkeit (= wenig Aufschieben) unabhängig vom Lehrformat mit signifikant höheren Lernleistungen einher. Je offener Studierende waren, umso besser lernten sie im Online- und um so schlechter im Frontalformat. Bei mittlerer Offenheitsausprägung wurden die besten Lernergebnisse im ICM erreicht. Die anderen Big-Five-Dimensionen hatten keinen Einfluss auf den Lernerfolg. Auch wenn im IC-TI die Persönlichkeitsausprägungen der Teilnehmenden nicht bekannt waren, wurde zu Beginn der Veranstaltung und auch im Skript auf die Eigenverantwortung und die Notwendigkeit zur wöchentlichen Vorbereitung explizit hingewiesen, um den Aspekt der Gewissenhaftigkeit und Vermeidung von Prokrastination zu fördern.

In einer anderen Studie (Jovanović et al., 2017) konnten fünf verschiedene Lerntypen anhand ihres selbstregulierten Pre-Class-Verhaltens im LMS-System klassifiziert werden (z. B. Lesen von Lernmaterial, Ansehen von Videos, Nutzung von summativen und formativen Tests). Die kleinste Gruppe machen mit 7 % die *intensiv Lernenden* aus, die eine Vielzahl an Lernaktivitäten nutzten, allen voran Lesen und summative Assessments. Diese Gruppe erbrachte die besten Leistungen in der Mid-Term- und Endklausur. In Gruppe 2 und 3 folgen die *strategisch* (12 %), bzw. *hoch strategisch Lernenden* (17 %), die etwas weniger Lernaktivitäten nutzten als die Intensivlernenden. Beide Gruppen schnitten nicht ganz so erfolgreich in der Mid-Term- und Endklausur ab wie Gruppe 1, dies war statistisch jedoch nicht signifikant. Die beiden letzten Typen stellen die *selektiv* (44 %), bzw. *hoch selektiv Lernenden* (20 %) dar. Letztere nutzten ausschließlich die summativen Tests, erstere experimentierten hingegen gelegentlich noch mit anderen Lernaktivitäten. Beide Gruppen schnitten in der Mid-Term- und Endklausur signifikant schlechter ab als die drei anderen Lerntypen. Je einseitiger und geringer also die Pre-Class-Lernaktivitäten ausfielen, umso schlechter waren die Leistungen im ICM. Sun, Lu und Xie (2016) untersuchten, inwieweit eine hohe vs. niedrige Selbstregulationskompetenz sich auf die Nutzung von Pre-Class-Lernaktivitäten sowie die Testleistungen in einem Mathe-IC auswirkten. Dazu wurde die SRK über die MSLQ-Fragebogenskala Metakognitive Selbstregulation von Pintrich, Smith, García und McKeachie (1991) erfasst, die Planung (*Before I study new course material thoroughly, I often skim it to see how it is organized*), Monitoring (*I ask myself questions to make sure I understand the material I have been studying in this class*) und Regulation kognitiver Aspekte beim Lernen (*I try to change the way I study in order to fit the course requirements and instructor's teaching style*) misst. Studierende mit geringer SRK verschlechterten im Verlauf des ICM über 16 Wochen ihre Leistungen, die mit hoher SRK verbesserten sie. Dies galt für leistungsstarke und leistungsschwache Studierende gleichermaßen. Die von Beginn an Leistungsschwächsten mit geringer SRK beschäftigten sich am wenigsten mit den Videos und Selbststudiumsaufgaben im LMS und fielen am häufigsten im Kurs durch. Im IC-TI wird versucht, die Nutzung multipler Pre-Class-Lernangebote durch die direkte Verlinkung von Videos im Skripttext besonders einfach zu machen. Die Übungsaufgaben müssen allerdings jede Woche aktiv zur Bearbeitung aus dem LMS heruntergeladen werden. In einer kursinternen TI-IC-Evaluation (N = 17) im November 2017 gaben 70 % der Teilnehmenden an, dass sie das Skript zur Vorbereitung verwenden und 65 % die Verlinkungen zu den Videos im Skript nutzen. Andererseits suchen rund 40 % die

Videos aber auch direkt auf dem YT-Kanal zur Veranstaltung. Die große Mehrheit (82 %) nutzt zum Lernen eher die Videos als die Skriptpassagen und 76 % gaben an, dass sie sich in der Pre-Class-Phase mit den Übungsaufgaben beschäftigen. Hier zeigt sich, dass alle Lernangebote zwar von der Mehrheit genutzt werden, aber fast ein Drittel der TN das Skript nicht bzw. nur selten liest. Ebenso vergibt ein Viertel die Chance zum vertieften Lernen, indem die Übungsaufgaben nicht oder nur selten vorbereitet werden. Der Sinn der Nutzung möglichst aller Lernmaterialien sollte in zukünftigen ICM-Kursen expliziter kommuniziert werden.

4.2. Förderung von SRK im ICM

Wie kann man nun Studierende mit Selbstregulationsdefiziten in einem ICM-Kurs unterstützen? Zum Beispiel mit *Scaffolds* (Gerüste zur Lernunterstützung; Wood, Brunner & Ross, 1976): „Scaffolds can be tools, strategies, prompts, metacognitive feedback, or guides that help students to achieve higher levels of understanding beyond their current abilities“ (Zheng, 2016, S. 188). Diese können in konzeptuelle, strategische, metakognitive und motivationale Scaffolds unterteilt werden (Belland, Walker, Kim & Lefler, 2016). Konzeptuelle Scaffolds lenken die Aufmerksamkeit auf das, was für die Problemlösung zu beachten ist, strategische verweisen auf sinnvolle Vorgehensweisen, metakognitive unterstützen die Reflexion und Bewertung des eigenen Lernhandelns und –fortschritts, und motivationale zielen darauf ab, Selbstwirksamkeit, Autonomie, Sinnerleben beim Lernen u.ä. zu fördern (ebd.). Wie in Abschnitt 2 dargestellt wurde, gibt es auch im In-Class-Teil des IC-TI Face-to-Face-Hilfestellungen durch den Dozenten: Bei Denksackgassen wird z. B. mithilfe kurzer Denkanstöße, die meistens auf ähnliche bereits gelöste Probleme verweisen (konzeptuelle Scaffolds) oder mithilfe von Anregungen für die Problemstrukturierung (strukturelle Scaffolds) Unterstützung gegeben. Dazu ein konkretes Beispiel: In der TI ist häufig die Gleichheit zweier Mengen $A = B$ nachzuweisen, wobei die eine Menge A eine Menge von Wörtern (Sprache) ist und die andere Menge B beispielsweise durch die Regeln einer Grammatik beschrieben ist. Eine Aufgabe, die dies erfordert, ist in Abb. 4 zu sehen. Hier kommen Studierende häufig nicht zu einer Lösung. Als konzeptueller Scaffold dient hier z. B. der Hinweis auf die Überlegung, dass aus der Gültigkeit von $A \subseteq B$ (A ist eine Teilmenge von B) und $B \subseteq A$ genau die Identität $A = B$ folgt. Daraus lassen sich die nächsten Beweisschritte meist selbst entwickeln. Dazu zeigt man dann einerseits, dass sich jedes Wort der Sprache mit den Regeln der Grammatik ableiten lässt ($A \subseteq B$) und andererseits dass jede Ableitung innerhalb der Grammatik zu einem Wort der Sprache führt ($B \subseteq A$).

Aufgabe 6.4 (C5_1A5 **) Welche Sprache erzeugt die folgende Grammatik

$$G = (\{S, Z\}, \{a, b, c\}, R, S)$$

mit der Regelmeng $R = \{S \rightarrow aSc \mid Z, Z \rightarrow aZb \mid \epsilon\}$? Beweise die Behauptung.

Abb. 4: Beispielaufgabe zum Beweis der Gleichheit zweier Mengen

In den Präsenzphasen werden im IC-TI selten metakognitive oder motivationale Scaffolds angewendet, allerdings ist das ePortfolio-Angebot in der Pre-Class-Phase eine Möglichkeit, das eigene Arbeitsverhalten zu reflektieren oder Probleme beim Erarbeiten des Stoffes online zu posten und sich auf diesem Wege Hilfe zu suchen (vgl. Abb. 2). Dieses Angebot wurde von den TN allerdings nicht genutzt. Zwar trugen sich 10 Studierende in die IC-TI-Mahara-Plattform ein, doch niemand nutzte den Blog im Verlauf des Semesters. Dasselbe galt auch für die Forenoption, was bedauerlich ist, da Hart, Daucourt und Ganley (2017) in ihrem ICM feststellen konnten, dass die Menge der Diskussionsbeiträge im Onlineforum positiv mit der Notenleistung korrelierte.

Scaffolds können auch computergestützt eingesetzt werden. Belland und Kollegen (2016) stellten in einer Meta-Analyse für computer-based scaffolds in MINT-Fächern fest, dass konzeptuelle, metakognitive und strategische Scaffolds kognitive Fähigkeiten wie Problemlösen, Argumentieren u.ä. signifikant fördern. Für motivationale Scaffolds liegen bislang nur drei Studien vor (ebd.), so dass hier noch weiterer Forschungsbedarf für empirisch abgesicherte Aussagen besteht. Zheng (2016) konnte in einer Metaanalyse für computergestützte Scaffolds zum selbstregulierten Lernen (SRL) eine signifikante Wirkung mit mittlerer Effektstärke auf die akademische Leistung in Natur- und Sozialwissenschaften sowie in Medizin nachweisen. Die größten Fördereffekte zeigten sich für Scaffolds, die den gesamten SRL-Prozess statt nur Einzelaspekte wie Planung, Monitoring, Adaptation oder Reflexion unterstützten. Zudem erwiesen sich individuelle Scaffolds effektiver als Gruppenscaffolds, und solche von einer Einsatzdauer zwischen 2-4 Wochen (ebd.). Lai und Hwang (2016) haben alle diese wirksamen Scaffolddimensionen in ihrem Mathe-ICM in einer 4. Elementarschulklasse berücksichtigt und zwei Varianten für vier Wochen miteinander verglichen: Einen klassischen ICM und einen mit metakognitiven Scaffolds für den gesamten SRL-Prozess (Lernplanung, Feedbacks zur Arbeitseffizienz und Verbesserungstipps; SRL-ICM). Erwartet wurde, dass gerade Kinder mit niedriger SRK im SRL-ICM ihre Leistungen verbessern sollten. Insgesamt war die Matheleistung im SRL-ICM zwar signifikant besser als im traditionellen ICM, dies ging jedoch ausschließlich auf die SchülerInnen zurück, die bereits zu Beginn des Kurses über hohe SRK verfügten. Die mit niedriger SRK verbesserten ihre Leistungen hingegen nicht. Die SRL-Scaffolds halfen somit, vorhandene Fähigkeiten besser nutzen zu können, sie halfen in der kurzen Zeit jedoch nicht, sie zu entwickeln und die Leistung zu fördern (ebd.).

5. Fazit

Der ICM bietet im Vergleich zum traditionellen Vorlesungsformat deutlich mehr Gelegenheiten, um selbstständig und nachhaltig zu lernen. Aber: Wer profitiert nach aktuellem Forschungsstand vom MINT-ICM? Studierende, die häufig anwesend sind (Foldnes, 2017; unsere IC-TI-Klausurergebnisse, Tab. 2) und die sich mit vielfältigen Lernaktivitäten in der Pre-Class-Phase beschäftigen (Jovanović et al., 2017). Zudem Studierende mit hoher Selbstregulationskompetenz, insbesondere dann, wenn sie mit metakognitiven Scaffolds gefördert werden (Lai & Hwang, 2016). Und wer verliert? Studierende mit geringer SRK: Sie investieren am wenigsten Zeit in die Vorbereitung des Lernmaterials (Sun et al., 2016), nutzen eher einseitige Lernaktivitäten (Jovanović et al., 2017), sprechen nicht auf kurzzei-

tige metakognitive Unterstützung an (Lai & Hwang, 2016) und sind wahrscheinlich seltener anwesend und brechen häufiger den Kurs ab (Credé et al., 2010; Foldnes, 2017). Allerdings basieren diese Aussagen auf bislang noch wenigen Studienbefunden. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf und die Frage, wie sich diese vorläufigen Erkenntnisse in die ICM-Praxis übersetzen lassen.

5.1. Offene Forschungsfragen

Im Forschungsbereich sind die folgenden offenen Fragen zu klären:

Auf Seiten der Studierenden:

- Welche Aspekte führen dazu, dass die Lernanstrengungen und die Anwesenheit im Verlauf eines ICMs abnehmen? Wieso kommt es gerade nach der Mid-Term-Klausur zum Nachlassen des Engagements?
- Welche SRK-Einzelfacetten sind im ICM-Kontext besonders relevant? Ist z. B. allgemein die Fähigkeit der Selbstmotivierung zur Überwindung von Lernunlust relevanter als die Fähigkeit, Lernen zu planen? Oder muss hier innerhalb der Studierendengruppe mit SRK-Defiziten weiter differenziert werden? Führt bei manchen eine Selbstmotivationschwäche zum Lernproblem im ICM und bei anderen eher das Planungsdefizit oder andere Facetten?
- Welche Scaffolding-Angebote können effektiv helfen, Studierende mit welchen SRK-Defiziten im ICM leistungsförderlich zu unterstützen?
- Sollten Scaffolds für die Pre-Class-Phase anders gestaltet sein als für die In- und Post-Class-Phasen?
- Wie können insbesondere motivationale Scaffolds realisiert werden, die die Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass TN die erforderlichen Selbststudiumsaufgaben angehen statt aufschieben und zu den Kursterminen regelmäßig erscheinen?

Auf Seiten der Lehrenden:

- Die Rolle der ICM-Lehrenden verändert sich, wenn SRK mit berücksichtigt werden soll: Statt wie bisher hauptsächlich den kognitiven Lernprozess der Studierenden zu coachen, müssten nun auch motivational-affektive Begleitmaßnahmen angeboten werden. Ist dies von der Mehrheit der Lehrenden überhaupt gewollt? Und wie können Lehrende hierbei sinnvoll unterstützt werden?
- Über welche fachlichen und überfachlichen Kompetenzen sollten Lehrende im ICM verfügen, um Teilnehmende mit geringer SRK angemessen und hilfreich in Face-to-Face-Interaktionen unterstützen zu können?

Auf Seiten der Bildungsinstitution

- Wie können Unterstützungsmaßnahmen für Studierende im ICM organisatorisch-personell am besten umgesetzt werden? Ist die Einbindung externer SRK-ExpertInnen wie z. B. StudienberaterInnen und KompetenztrainerInnen evtl. sinnvoller als eine Weiterbildung von Lehrkräften?

5.2. Empfehlungen für die ICM-Praxis

Studierende sollten über die Lern- und Wirkmechanismen wie regelmäßige, aktive Teilnahme und Vorbereitung im ICM aufgeklärt werden, damit sie ihr eigenes Lernverhalten

für diesen Kontext überdenken können. Dies haben wir im Folge-IC-TI im WS 2018-19 in der ersten Sitzung getan, indem wir auf diesen Zusammenhang explizit bei der Erläuterung des Lehrkonzeptes hingewiesen haben. Um es nicht bei einem reinen Appell zu belassen, haben wir zusätzlich ein metakognitiv-motivationales Scaffolding in Form eines Lernplanungs- und Evaluationshandouts mit Erläuterungen für den Einsatz im IC-TI entwickelt (IC-TI-Handout: <http://t1p.de/znld>, vgl. Abb. 5). Dieses wurde den Studierenden in der zweiten Veranstaltungswoche, nachdem erste Erfahrungen mit den Pre-Class-Aufgaben gemacht worden waren, am Ende der Sitzung ausgeteilt. Der Sinn und Zweck des Handouts wurde von der Erstautorin kurz erläutert und Fragen dazu geklärt. Danach wurden die ersten beiden Seiten von den Anwesenden direkt bearbeitet, indem sie ihre Pläne für die anstehenden Pre-Class-Aufgaben für die dritte Unterrichtswoche konkret eintragen sollten. Außerdem sollten sie sich schriftlich Strategien zum Umgang mit eventuell auftretenden lernhinderlichen Emotionen überlegen. Vor dem Hintergrund der Erfahrung mit dem nicht genutzten SRK-ePortfolioangebot aus dem Vorgänger-IC-TI haben wir uns für eine einmalige aktive Einbindung des Handouts in den Unterricht entschieden, um zu vermeiden, dass das Handout nur gelesen, aber nicht bearbeitet oder einfach übersehen wird. Zur weiteren individuellen optionalen Nutzung wurde es dann digital sowohl im LMS als auch im Cloud-Ordner der Veranstaltung als Download zur Verfügung gestellt, was über die News-Funktion im LMS für die gesamte Dauer des Kurses bekannt gemacht wurde.

Realistische Planung

Teilen Sie den Lernstoff der Woche in kleine Portionen. Priorisieren Sie: Was ist essentiell wichtig zu verstehen, was ist nicht zentral? Stoff mit hoher Wichtigkeit sollten Sie zuerst bearbeiten. Versuchen Sie, wichtige Lerninhalte zu den Zeiten zu lernen, in denen Sie sich gut konzentrieren können und leistungsfähig sind (z.B. früh am Morgen, wenn Sie eine Lerche sind oder eher später am Nachmittag, wenn Sie zu den Eulen gehören). Tragen Sie die einzelnen Lernportionen in die Tabelle ein:

Was werde ich wann vorbereiten?	Wo werde ich das vorbereiten?	Wer kann mir bei Verständnisproblemen helfen?
1)		
2)		
....		

Erstens kommt es anders und zweitens als man denkt....mein Plan B

Wenn ich Teile meines Plans nicht einhalten kann, dann werde ich alternativ folgendes tun, um den Stoff noch in der Woche zu lernen:

Abb. 5: Auszug aus dem IC-TI-Handout zum metakognitiv-motivationalem Scaffolding

Mittlerweile haben wir ein erweitertes ICM-SRK-Handout mit Informationen zum Einsatz für Lehrende entwickelt, das neben den Lernplanungs- und Auswertungsanleitungen nun auch Hinweise zu weiterführender Literatur und zu Apps enthält, die als computer-gestützte Scaffolds individuell nutzbar sind. Es steht zum Download bereit (<http://t1p.de/rw75>) und kann für die eigenen Unterrichtszwecke und Zielgruppen individuell angepasst werden.

Statt eines Handouts könnten je nach institutioneller Ressourcenlage auch SRK-ExpertInnen aus den eigenen hochschuldidaktischen, Studien- oder psychosozialen Bera-

tungsstellen in einige ICM-Sitzungen vor Ort eingebunden werden, sodass weitergehende Trainings zu Zeit-, Selbst- und Arbeitsmanagement direkt mit den ICM-Lerninhalten verknüpft werden. Des Weiteren könnten auch institutseigene eLearning-Einrichtungen bei der Auswahl sowie Entwicklung von Apps und computergestützten Scaffolds innerhalb der genutzten LMS für die Zwecke des regelmäßigen Lernens im ICM behilflich sein. Für die Studierenden ist eine direkte Einbindung von SRK-Angeboten in den Unterricht von Vorteil, da sie dann den Transfer von extracurricularen SRK-Trainings auf ihre ICM-Lernaktivitäten nicht noch zusätzlich leisten müssen. Sollte eine Einbindung von SRK-ExpertInnen in den Unterricht vor Ort nicht möglich sein, dann können sich Lehrkräfte für diese neuen Motivationscoachingaufgaben auch selbst weiterbilden. Einen ersten Einstieg bieten Selbststudiumsangebote, die sich sowohl an FachvertreterInnen als auch an StudienberaterInnen wenden, wie z. B. das Buch „Stolpersteine Mathematik“ von Friedewold, Kötter, Link und Schnieder (2018). Ebenso können hochschuldidaktische Fortbildungskurse weiterhelfen (Überblick zu Angeboten z. B. auf der Karte der Deutschen Gesellschaft für Hochschuldidaktik: <https://www.dghd.de/praxis/hochschuldidaktik-landkarte/>).

Um auch die Gruppe der Nichtteilnehmenden zu erreichen, die aufgrund von anderen Verpflichtungen, Krankheit oder SR-Defiziten nur selten oder gar nicht teilnehmen und die durch die mündlichen Informationen zum Kursbeginn nicht erreicht werden, könnten die Handouts zum regelmäßigen aktiven ICM-Lernen auch direkt per Email an alle im LMS eingetragenen Teilnehmenden verbreitet werden. Zusätzlich könnte zudem empfohlen werden, zuhause alleine oder im Rahmen von selbstinitiierten Lerngruppen, wöchentlich zu individuell passenden Zeitpunkten an den vorgegebenen und im LMS bereitgestellten Kursaufgaben zu arbeiten. Dabei sollten möglichst alle auftretenden Fragen notiert und diese in einer (Online-) Sprechstunde oder per Email mit der ICM-Lehrkraft geklärt werden. Und sollte es die persönliche Situation dann doch gelegentlich zulassen, könnten so auch immer wieder einzelne Präsenzsitzungen besucht werden, da man im Stoff nicht hinterherhängt.

Da die Forschung auf diesem Gebiet noch viel Nachholbedarf hat, wäre es hilfreich, wenn die Einführung eigener ICM-Scaffoldingmaßnahmen, insbesondere metakognitiver und motivationaler Art, empirisch begleitet würde. Meist wird es nicht möglich sein, zwei Kursgruppen – eine mit ICM und eine traditionell unterrichtete – zu untersuchen, doch wenn prä-existente SRK-Unterschiede bei den Studierenden z. B. wie bei Lai & Hwang (2016) und Sun und Kollegen (2016) per Fragebogen erfasst würden, kann innerhalb einer Kurs-Stichprobe eine Binnendifferenzierung vorgenommen werden, so dass die Auswirkung von Scaffoldingmaßnahmen z. B. auf objektive Leistungen von Studierenden mit hohen vs. niedrigen SRK verglichen werden können. So begleiten wir z. B. den neuen IC-TI-Kurs im WS 18/19 mit einer Fragebogenstudie zu verschiedenen SR-Kompetenzen, um deren Auswirkung auf Anwesenheit und Leistung zu untersuchen. Aus den Ergebnissen erhoffen wir uns Ansatzpunkte für Weiterentwicklungen der nachfolgender IC-TI-Kurse zu gewinnen. Der eigene Unterricht kann somit auch zum Erkenntnisgewinn genutzt werden.

Literatur

- AlJarrah, A., Thomas, M. K. & Shehab, M. (2018). Investigating temporal access in a flipped classroom: procrastination persists. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 15(1). [letzter Abruf am 23.01.2019]
- Belland, B. R., Walker, A. E., Kim, N. J. & Lefler, M. (2016). Synthesizing results from empirical research on computer-based scaffolding in STEM education: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 87(2), 309–344.
- Cook, D. A. & Artino, A. R. (2016), Motivation to learn: an overview of contemporary theories. *Medical Education*, 50, 997-1014.
- Credé, M., Roch, S. G. & Kieszczynka, U. M. (2010). Class attendance in college: A meta-analytic review of the relationship of class attendance with grades and student characteristics. *Review of Educational Research*, 80(2), 272–295.
- Foerst, N. M., Klug, J., Jöstl, G., Spiel, C. & Schober, B. (2017). Knowledge vs. action: Discrepancies in university students' knowledge about and self-reported use of self-regulated learning strategies. *Frontiers in Psychology*, 8, 1288.
- Foldnes, N. (2017). The impact of class attendance on student learning in a flipped classroom. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 12(1-2), 8-18.
- Friedewold, D. J., Kötter, L., Link, F. & Schnieder, J. (2018). *Stolperstein Mathematik. Lernberatung für Studierende gestalten*. Bielefeld: wbv.
- Giannakos, M. N., Krogstie, J. & Sampson, D. (2018). Putting flipped classroom into practice: A comprehensive review of empirical research. In D. Sampson, D. Ifenthaler, J. M. Spector & P. Isaias (Hrsg.), *Digital Technologies: Sustainable Innovations for Improving Teaching and Learning* (S. 27–44). Cham: Springer.
- Handke, J. (2018). *Digitalisierung der Lehre – Konzepte, Parameter und Gelingensbedingungen*. Vortrag vom 21.03.2018 auf der KMK-Tagung Digitalisierung als Herausforderung für die Hochschuldidaktik im Mainz. Abgerufen von <https://video.uni-mainz.de/Panopto/Pages/Embed.aspx?id=fco3da9e-4ad5-4863-a942-f92b236e56b9&v=1> [letzter Abruf am 28.06.2018]
- Hart, S. A., Daucourt, M. & Ganley, C. M. (2017). Individual differences related to college students' course performance in Calculus II. *Journal of Learning Analytics*, 4, 129–153.
- Jovanović, J., Gašević, D., Dawson, S., Pardo, A. & Mirriahi, N. (2017). Learning analytics to unveil learning strategies in a flipped classroom. *The Internet and Higher Education*, 33, 74–85.
- Karabulut-Ilgü, A., Jaramillo Cherez, N. & Jahren, C. (2017) A systematic review of research on flipped learning method in engineering education. *British Journal of Educational Technology*, 49(3) 398–411.
- Krapp, A. & Hascher, T. (2014). Theorien der Lern- und Leistungsmotivation. In L. Ahnert (Hrsg.). *Theorien der Entwicklungspsychologie. Lehrbuch* (S. 252–281). Heidelberg: Springer.
- Kuhl, J. (2000). The volitional basis of Personality Systems Interaction Theory: Applications in learning and treatment contexts. *International Journal of Educational Research*, 33, 665–703.
- Lage, M. J., Platt, G. J. & Treglia, M. (2000). Inverting the classroom. A gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education*, 31, 30–43.

- Lai, C.-L. & Hwang, G.-J. (2016). A self-regulated flipped classroom approach to improving students' learning performance in a mathematics course. *Computers & Education*, 100, 126–140.
- Lo, C. K., Hew, K. F. & Chen, G. (2017). Toward a set of design principles for mathematics flipped classrooms: A synthesis of research in mathematics education. *Educational Research Review*, 22, 50–73.
- Luo, H., Yang, T., Xue, J. & Zuo, M. (2018). Impact of student agency on learning performance and learning experience in a flipped classroom. *British Journal of Educational Technology*. <https://doi.org/10.1111/bjet.12604> [letzter Abruf am 23.01.2019]
- Margulieux, L. E., McCracken, W. M. & Catrambone, R. (2015). Mixing in-class and online learning: Content meta-analysis of outcomes for hybrid, blended, and flipped courses. In O. Lindwall, P. Hakkinen, T. Koschmann, P. Tchounikine & S. Ludvigsen (Hrsg.), *Exploring the Material Conditions of Learning: The Computer Supported Collaborative Learning Conference* (S. 220–227). Göteborg, Schweden: The International Society of the Learning Sciences.
- Morisse, K. (2017). *Einführung in die Theoretische Informatik*. Hochschule Osnabrück: Unveröffentlichtes Skript.
- Otto, B., Perels, F. & Schmitz, B. (2011). Selbstreguliertes Lernen. In H. Reinders, H. Ditton, C. Gräsel & B. Gniewosz (Hrsg.), *Lehrbuch Empirische Bildungsforschung* (S. 33–44). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaft.
- Panadero, E. (2017). A review of self-regulated learning: Six models and four directions for research. *Frontiers in Psychology*, 8, 422.
- Pintrich, P. R., Smith, D. A., García, T. & McKeachie, W. J. (1991). *A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)*. Ann Arbor: University of Michigan, National Center for Research to Improve Postsecondary Teaching and Learning.
- Schleider, K. & Güntert, M. (2009). Merkmale und Bedingungen studienbezogener Lern- und Arbeitsstörungen – eine Bestandsaufnahme. *Beiträge zur Hochschulforschung*, 31(2), 8–28.
- Schulmeister, R. (2018). Presence and self-study in blended learning. *eLeed*, 12. Abgerufen von <https://eleed.campussource.de/archive/12/4502> [letzter Abruf am 29.06.2018]
- Sitzmann, T. & Ely, K. (2011). A meta-analysis of self-regulated learning in work-related training and educational attainment: What we know and where we need to go. *Psychological Bulletin*, 137(3), 421–442.
- Sun, Z., Lu, L. & Xie, K. (2016). The effects of self-regulated learning on students' performance trajectory in the flipped math classroom. In C.-K. Looi, J. Polman, U. Cress & P. Reimann (Hrsg.), *Transforming Learning, Empowering Learners: Conference Proceedings* (S. 66–73). Singapore: International Society of the Learning Sciences.
- Tuckman, B. W. (1991). Motivating college students: A model based on empirical evidence. *Innovative Higher Education*, 15, 167–176.
- Wang, L., Tian, Y., Lei, Y. & Zhou, Z. (2017). The influence of different personality traits on learning achievement in three learning situations. In S. K. S. Cheung, L. Kwok, W. W. K. Ma, L. Lee & H. Yang (Hrsg.), *Blended Learning. New Challenges and Innovative Practices* (S. 475–488). Cham: Springer International Publishing.

Wood, D., Bruner, J. S. & Ross, G. (1976). The role of tutoring and problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17, 89–100.

Zheng, L. (2016). The effectiveness of self-regulated learning scaffolds on academic performance in computer-based learning environments: A meta-analysis. *Asia Pacific Education Review*, 17(2), 187–202.

Autor/-innen

Dipl.-Psych. Nathalie, Pöpel. Hochschule Osnabrück, Fakultät I & I, eLearning Competence Center, Osnabrück, Deutschland; Email: n.poepel@hs-osnabrueck.de

Prof.-Dr. Karsten, Morisse. Hochschule Osnabrück, Fakultät I & I, eLearning Competence Center, Osnabrück, Deutschland; Email: k.morisse@hs-osnabrueck.de



Zitiervorschlag: Pöpel, N. & Morisse, K. (2018). Inverted Classroom: Wer profitiert – wer verliert? Die Rolle der Selbstregulationskompetenzen beim Lernen im umgedrehten MINT-Klassenraum. *die hochschullehre*, 5, 55-74. Online verfügbar unter: www.hochschullehre.org