

Online Teamteaching als Inverted Classroom – Erfahrungen aus den Pandemie-Semestern

Jens Liebehenschel¹, Martin Simon¹

Abstract: Bereits fünf Mal wurde das Modul „Algorithmen und Datenstrukturen“ der Informatik Bachelor-Studiengänge an der Frankfurt University of Applied Sciences als Großveranstaltung im Teamteaching angeboten. Es wird kontinuierlich weiterentwickelt, sowohl inhaltlich als auch didaktisch. In den beiden Sommersemestern 2020 und 2021 wurde, bedingt durch die COVID-19-Pandemie, die Veranstaltung im bewährten Teamteaching-Format, jedoch online und mit Elementen eines Inverted Classroom angeboten. Die Erfahrungen waren teilweise für die Lehrenden überraschend. In der vorliegenden Arbeit werden insbesondere diese beiden Pandemie-Semester im Detail analysiert und diskutiert. Ausblicken werden wir auf eine für den nächsten Zyklus geplante wesentliche Veränderung des Lehrformats, mit dem Ziel, der lernrelevanten Diversität der Studierenden noch besser gerecht zu werden. Das geplante Format ist sowohl in der Präsenz- als auch in der Online-Lehre einsetzbar.

Keywords: Teamteaching; Inverted Classroom; Online-Lehre unter Pandemiebedingungen; Differenzierung durch Zusatzmaterialien; Differenzierung durch parallele Veranstaltungen

1 Rahmenbedingungen und Überblick

Auch wenn Teamteaching kein neues Konzept ist, wird es an Hochschulen relativ selten eingesetzt. Dennoch gibt es Erfahrungen, zum Beispiel in [KR16; Le06; WMW06]. Einer der Autoren des vorliegenden Artikels verfügt über mehrjährige Erfahrung im Teamteaching, von der Einführung im hier betrachteten Modul [LS17] bis hin zum Einsatz unter Pandemiebedingungen im Online-Format.

Das Modul „Algorithmen und Datenstrukturen“ ist für das zweite Semester der Informatik Bachelor-Studiengänge an der Frankfurt University of Applied Sciences vorgesehen. Es wurde im Sommersemester 2016 erstmalig als Großveranstaltung im Teamteaching angeboten. Darüber wird in [LS17] berichtet. Das ursprüngliche Ziel war, durch ein innovatives Lehrformat den Studierenden in einem geeigneten Modul das Lernen zu erleichtern. Dieses Modul wurde bewusst ausgewählt, weil es von den Studierenden als „schwierig“ eingestuft wird. Dies lässt sich auch anhand objektiver Kriterien wie beispielsweise höherer Durchfallquoten und einem relativ hohen Prozentsatz Studierender, die diese Klausur „vor sich herschieben“, feststellen.

¹ Frankfurt University of Applied Sciences, FB2–Informatik, Nibelungenplatz 1, 60318 Frankfurt, Deutschland, [liebehenschel,martin.simon]@fb2.fra-uas.de

Nachdem das Modul „Algorithmen und Datenstrukturen“ im Sommersemester 2016 erstmalig als Großveranstaltung im Teamteaching angeboten wurde, hat sich dieses Format bei Studierenden und Lehrenden etabliert. Die Veranstaltung wurde seitdem, mit einer Ausnahme, immer so durchgeführt. Mittlerweile besteht das Team aus vier Lehrenden, von denen jeweils zwei die Veranstaltung mit gleichbleibenden Lehrinhalten als Team anbieten.

	Sommersemester							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	Präsenz					Online		?
Teamteaching in Großveranstaltung		✓	✓		✓	✓	✓	✓
Inverted Classroom						✓	✓	✓
Differenzierung durch Zusatzmaterial							✓	✓
Studentisches Tutoring							✓	✓
Vorlesung parallel zu Inverted Classroom								✓
Notendurchschnitt beider Klausuren	3.96	3.76	3.55	3.61	3.34	3.71	3.06	

Tab. 1: Eingesetzte Methoden und Notendurchschnitte in den verschiedenen Jahren

Überblicksartig ist schon einmal in Tabelle 1 die Entwicklung des Konzepts der Lehrveranstaltung sowie der Notendurchschnitte für die Jahre 2015-2021 dargestellt. Folgende Anmerkungen zu Tabelle 1 sind dabei wichtig für deren Interpretation:

- 2015 wurde die Veranstaltung von einem der Lehrenden aus dem oben angesprochenen Team als Großveranstaltung durchgeführt.
- 2018 wurde die Veranstaltung von drei Lehrenden in kleineren Gruppen durchgeführt, wobei nur einer der drei Lehrenden aus dem oben angesprochenen Team stammt und nach dem vom Team verwendeten Skript liest sowie vergleichbare Klausuren konzipiert. Der Notendurchschnitt seiner Klausur ist hier aufgeführt.
- Der Notendurchschnitt von 2021 entspricht nur der ersten Klausur, da die Ergebnisse der Nachklausur zum Zeitpunkt der Drucklegung noch nicht vorlagen. Sie verschlechtert erfahrungsgemäß den Notendurchschnitt manchmal um bis zu 0.2.
- Die Notendurchschnitte wurden immer etwas besser, außer 2018, als kein Teamteaching durchgeführt wurde, und in dem ersten Pandemie-Semester 2020. In den beiden Fällen setzte sich der positive Trend aber danach wieder fort.
- Die Klausuren haben vergleichbare Schwierigkeitsgrade, soweit dies überhaupt möglich ist.

Im Folgenden werden zunächst die grundsätzlichen Herausforderungen der Lehrveranstaltung „Algorithmen und Datenstrukturen“ an der Frankfurt University of Applied Sciences aus Sicht der Autoren dargestellt. Anschließend wird auf die spezifischen mit der COVID-19-Pandemie einhergehenden zusätzlichen Herausforderungen in den Sommersemestern 2020 und 2021 eingegangen.

Wie in [LS17] berichtet, beruht der Inhalt der Veranstaltung auf einem sehr guten und ausführlichen Skript. Die Lehrinhalte blieben im Zeitverlauf weitgehend unverändert. Auch der fürs Teamteaching benötigte Lehrplan ist inhaltlich relativ unverändert gegenüber der initialen Erstellung geblieben.

In die jeweils im Sommersemester angebotene Lehrveranstaltung schreiben sich jährlich um 400 bis 500 Studierende mit vielfältigen Bildungshintergründen und Lebenssituationen ein – im Folgenden die wesentlichen Diversitätsdimensionen: Mathematische Grundbildung der Studierenden, Kenntnisse und Erfahrung in der Programmierung, soziale und fachliche Interaktionsfähigkeiten und zeitliche Restriktionen.

Die organisatorischen Rahmenbedingungen der Pandemie-Semester haben die daraus resultierenden Herausforderungen noch verstärkt. Während im Sommersemester 2020 die Studierenden im zweiten Semester immerhin einen Großteils ihres ersten Semesters in Präsenz lernen konnten, kennen die Studierenden des zweiten Semesters im Sommersemester 2021 lediglich das Format der Onlinelehre. Auch die persönlichen und sozialen Kontakte zu den Mitstudierenden sind, nach unserer Wahrnehmung, entsprechend weniger stark ausgeprägt. Dies stellt für die Studierenden eine enorme Herausforderung dar, welche mit Motivationsverlusten und Leistungseinbußen einhergehen und zur psychischen Belastung beziehungsweise im schlimmsten Fall ernsthaften Erkrankung werden kann, vgl. [SK21].

Die Onlinelehre birgt auch aus Lehrendenperspektive Herausforderungen. So lässt sich etwa die Dynamik eines Tafelvortrags zur Erarbeitung mathematischer Sachverhalte nur schwer in ein digitales Format übersetzen. Auch der Einsatz physischer Exponate, wie etwa ein großes Schiebepuzzle aus Holz [LS17], entfaltet in Präsenz eine wesentlich stärkere Wirkung. Die wohl größte Herausforderung liegt aber im digital massiv limitierten persönlichen Kontakt zu den Studierenden, woraus insbesondere eine eingeschränkte Wahrnehmung von nonverbalem Feedback der Studierenden resultiert. Da in digitalen Großlehrveranstaltungen das Gros der Teilnehmenden auf die visuelle Teilnahme via Webcam verzichtet, agieren die Lehrenden vielfach im Ungewissen darüber, ob und womit sie ihre Studierenden erreicht haben. Dies kann durch aktivierende Methoden wie durchgeführte Umfragen etwas abgemildert werden, diese ersetzen jedoch nicht den „Blick in die Runde“.

2 Detaillierte Diskussion der Konzepte

Für die Lehrenden stellte sich im Sommersemester 2020 also erstmals die Frage, wie unter den pandemiebedingten Rahmenbedingungen der digitalen Lehre konstruktiv mit den zunehmend heterogenen Bildungsverläufen und diversen Lebensumständen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer umgegangen werden kann, um bestmögliche Unterstützung anzubieten. Da die Lehrenden in Präsenz seit 2016 Teamteaching erfolgreich umgesetzt hatten, wurde an dieser Methode festgehalten. Dies bedeutet, die beiden Lehrenden planen die Lehrveranstaltungen gemeinsam und führen diese in gleichberechtigter Zusammenarbeit und in rotierenden Rollen durch. Die Lehrenden können sowohl gemeinsam als auch differenzierend auf den

Lernprozess der Studierenden einwirken und diesen insbesondere vielfältige Perspektiven auf dieselbe Fragestellung anbieten. Wöchentlich werden die Lehrveranstaltungen gemeinsam kritisch analysiert, evaluiert und bei Bedarf den Bedürfnissen der Studierenden entsprechend angepasst.

Obgleich die Vorlesung im Teamteaching in Präsenz von Studierenden wie auch Lehrenden positiv bewertet wurde, vgl. [LS17], erschien den damals verantwortlichen Lehrenden das Konzept einer digitalen Frontalvorlesung ungeeignet, da sie vor dem Hintergrund der oben genannten Herausforderungen ein direktes Feedback an die Studierenden aber auch einen synchronen Rückkanal für Feedback an die Lehrenden als essentiell erachteten. In der Onlinelehre müssen, noch stärker als in Präsenz, motivierende Reize gesetzt werden, vgl. etwa [Pr21], und um der Gewöhnung an diese Reize vorzubeugen sind die Lehrenden gefordert, kontinuierlich für Abwechslung zu sorgen, vgl. [He17]. Bei der Rhythmisierung der Lehrveranstaltung bietet Teamteaching zahlreiche Möglichkeiten und Vorteile gegenüber der Lehre durch eine einzelne Lehrperson. Darüberhinaus entstand die Idee, die Studierenden aktiv in die Gestaltung der Lehrveranstaltungen einzubeziehen und so deren Interaktion untereinander und im Bezug auf die Lehrenden zu fördern. Daher entschieden wir uns für ein hybrides Konzept, welches das Inverted Classroom Konzept mit regelmäßigen vorlesungsartigen Schlaglichtern verbindet. An Materialien wurden ein Vorlesungsskript, Screencasts zu ausgewählten Themen sowie C- und Python- Implementierungen der behandelten Algorithmen zur Verfügung gestellt. Das verbindende zentrale Element ist ein detaillierter Lehrplan, welcher die zum jeweiligen Termin zu behandelnden Abschnitte des Skripts beziehungsweise Screencasts, Programmcodes sowie im Vorfeld zu beantwortende Fragen enthält. Inverted Classroom bedeutet in diesem Zusammenhang, dass die Studierenden vor der Präsenzphase das bereitgestellte Material bearbeiten und Fragen zu diesem Material in einem Diskussionsforum auf dem E-Learning-System stellen und idealerweise auch untereinander diskutieren. Die Lehrenden moderieren dieses Forum und geben den Studierenden bei Bedarf Hilfestellung. In der Präsenzphase werden dann die Fragen der Studierenden sowie ggf. weitere Fragen der Lehrenden gemeinsam diskutiert. Auch hier planen die Lehrenden die Präsenzphasen gemeinsam, führen sie in rotierenden Rollen durch und analysieren diese wöchentlich. Punktuell werden sogenannte Breakout-Sessions zur Aktivierung der Studierenden eingesetzt. Flankierend wurden sieben Online-Übungsgruppen angeboten. Im Sinne des Constructive Alignment Ansatzes [Bi96] wurden Lehr-/Lernmethoden, Lernziele und Prüfungsform bereits bei der Planung der Lehrveranstaltung aufeinander abgestimmt und transparent kommuniziert.

Aufgrund des Feedbacks aus der Evaluation im Sommersemester 2020 sind wir zu der Auffassung gelangt, dass das hybride Konzept durchaus geeignet ist für die Durchführung der Lehrveranstaltung unter Pandemiebedingungen. Das Format im Sommer 2021 war grundsätzlich identisch zum oben beschriebenen, diesmal jedoch mit zehn Online-Übungsgruppen. Im Folgenden stellen wir gezielt eingeführte punktuelle Verbesserungen in Form von Impulsen vor, die die Studierenden dabei unterstützen sollen, von ihrem individuellen Vorwissen zu den angestrebten Lernergebnissen zu gelangen.

2.1 Jupyter-Notebooks

Die Studierenden erhielten schon zuvor über das E-Learning-System Zugriff auf alle in der Veranstaltung behandelten Algorithmen und Datenstrukturen in C und Python. Die Sprache C ist den Studierenden aus dem ersten Semester bekannt. Python nicht, jedoch werden viele Algorithmen im Skript auch als Python-Code mit einfach verständlichen Sprachkonstrukten eingeführt. In manchen Übungsaufgaben ist die Ausführung von Programmcode ein Teil der Aufgabe oder zumindest hilfreich, um die Aufgabe erfolgreich zu bearbeiten. Erfahrungsgemäß arbeiten dennoch die wenigsten Studierenden mit dem Programmcode. Die Gründe dafür sind vielfältig, lauten beispielsweise fehlende Zeit, Lerneffekt nicht erkannt oder entsprechende Software nicht installiert, vgl. hierzu auch [Ra19; Sc17].

Aus diesem Grund entwickelte einer der Autoren Jupyter Notebooks, welche zum „Herumspielen“ mit grundlegenden Algorithmen und Datenstrukturen einladen sollen [Li21]. Diese Implementierungen sind nicht nur den Studierenden der Veranstaltung zugänglich, sondern im Internet frei verfügbar. Es existieren derzeit zwölf Algorithmen und Datenstrukturen, die meisten in jeweils drei Ausprägungen.

Kompakter Code mit wenigen Tests. Auf diesem Weg können die Algorithmen und Datenstrukturen „ausprobiert“ werden. Änderungen sind einfach möglich. Beispielsweise können die zu sortierenden Schlüssel für einen Sortieralgorithmus geändert werden.

Code mit ausgewählten Statistiken für den Algorithmus oder die Datenstruktur in grafischer Form. Hier ist zum Beispiel das Laufzeitverhalten für unterschiedlich große Eingaben erkennbar. Die Änderung des Codes ist hier auch möglich. Es können sowohl Daten als auch Statistiken und deren Visualisierung abgeändert werden, jedoch ist dies wegen der benötigten Code-Instrumentierung etwas aufwendiger als im vorhergehenden Punkt.

Code mit einer statischen Visualisierung des Verhaltens zur Laufzeit. In dieser Variante werden die einzelnen Schritte zur Laufzeit des Algorithmus oder der verwendeten Datenstruktur nebeneinander angezeigt. Dies hilft, das Verhalten der Algorithmen zu studieren. Im Vergleich zur dynamischen Visualisierung kann man hier auf einen Blick gut erkennen, was während des Ablaufs des Algorithmus oder der Arbeit mit einer Datenstruktur passiert. Ein Beispiel ist in Abbildung 1 zu finden. Dort wird ein Feld mittels Bubblesort sortiert. Die Visualisierung zeigt die einzelnen Schritte im Sortiervorgang, von links nach rechts eine „Spalte“ pro anzuzeigendem Sortierschritt. Eine Auswahl der angezeigten Schritte (wie Vergleiche und Vertauschungen) ist im Code ebenfalls durch Setzen von Parametern sehr einfach. Änderungen an der Visualisierung sind hier auch realisierbar, erfordern jedoch deutlich mehr Aufwand wegen der Einarbeitung in die komplexere Code-Instrumentierung und Visualisierungs-Funktionalität.

Jupyter Notebooks als interaktive Ausführungsumgebung wurde gewählt, um den Studierenden den Einstieg in Python zu erleichtern. Diese werden auf [Li21] in einer Form zur Verfügung gestellt, die ohne Installation auf jedem Computer und mobilen Endgerät genutzt

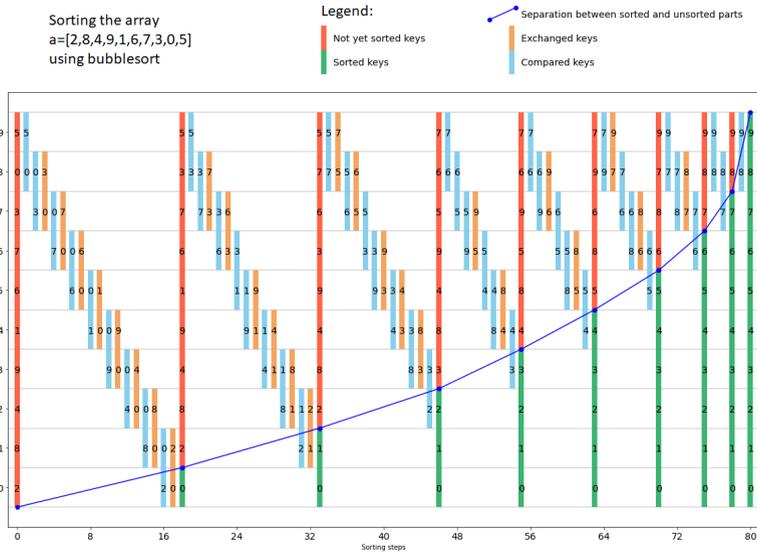


Abb. 1: Visualisierung von Bubblesort eines Feldes [2,8,4,9,1,6,7,3,0,5] [Li21]

werden kann. Es ist so möglich, sehr schnell eigene Experimente mit den Algorithmen und Datenstrukturen durchzuführen. Deutlich mehr Hintergrundinformation ist in den FAQs auf [Li21] zu finden.

Bei der Einführung der drei nachfolgend aufgeführten Neuerungen war es uns wichtig, im Sommersemester 2021 ein noch stärkeres Augenmerk auf den Aspekt der Feedbackkultur zu legen, um die Studierenden noch besser im Lernprozess während des Pandemie-Semesters zu unterstützen. Feedback wirkt laut [HT07] auf drei Ebenen:

- Feed-Up: Was ist das Ziel?
- Feedback: Wie weit ist die einzelne Person?
- Feed-Forward: Was sind die nächsten Schritte?

Die Autoren erachten diese Perspektive als geeignet, ein agiles System innerhalb der Feedbackkultur zu etablieren. Während dem Punkt Feed-Up nach Meinung der Autoren durch das Modell des Constructive Alignment Rechnung getragen wird, erfordern die Punkte Feedback und Feed-Forward in Anbetracht der großen Lerngruppe besondere Aufmerksamkeit. Dazu wurden im Sommersemester 2021 zusätzliche optionale Self-Assessment Fragen auf dem Niveau der Level 1 bis 3 der SOLO Taxonomie [BT11] sowie Peer-Review-Übungen auf dem Niveau der beiden höchsten Level implementiert. Zur stärkeren Akzentuierung sowohl der Feedback als auch der Feed-Forward Komponente wurde zudem ein studentisches Tutoring initiiert.

2.2 Fragen in Moodle

Einer der Autoren hat bereits vor der COVID-19-Pandemie eine Lehrveranstaltung im ersten Semester eines Informatik Bachelor-Studienganges an der Frankfurt University of Applied Sciences zum Teil digitalisiert [Li20]. Einer der Aspekte war die Erstellung von Fragen zu ausgewählten Themengebieten im E-Learning-System. Diesen Ansatz haben die Autoren hier übernommen. Zunächst wurden (aus Zeitgründen semesterbegleitend) zu zwölf Themengebieten insgesamt 73 Fragen vorbereitet und ins E-Learning-System eingestellt. Es wurde darauf geachtet, durch die Fragen die Level 1 bis 3 der SOLO Taxonomie abzudecken. Eine Erweiterung des Fragenkatalogs – auch auf weitere Themengebiete – ist möglich und in der Diskussion für den nächsten Zyklus. Drei unterschiedliche Fragetypen wurden eingesetzt: Freitext und Single- und Multiple-Choice. Die Studierenden erhalten auf diesem Weg eine Möglichkeit, den individuellen Lernstand jederzeit zu überprüfen. Somit ist dies eine gute Möglichkeit des direkten und schnellen Feedbacks. Die Studierenden können nach Beantwortung der Fragen eines Themengebiets nicht nur Ihren Erfolg betrachten, sondern sehen auch die korrekten Antworten. Die Tests sind durch die Studierenden beliebig oft wiederholbar.

2.3 Peer-Review-Übungen

Ebenso wie die Fragen in Moodle stellt diese Neuerung ein begleitendes formatives Assessment für die Studierenden dar. Es wurden im Laufe des Semesters vier optionale Übungsblätter angeboten, wobei im Vorfeld transparent kommuniziert wurde, dass dieses Angebot sich an jene Studierende richtet, die sämtliche Fragen im Lehrplan, Übungsaufgaben und Fragen in Moodle ohne größere Schwierigkeiten bearbeiten können oder diese gar als leicht empfinden. Nach Ablauf der Bearbeitungszeit haben die Studierenden – nach Abgabe eines eigenen Lösungsvorschlags – eine detaillierte Musterlösung erhalten, auf deren Basis dann die eigene Abgabe sowie die Abgabe einer Kommilitonin oder eines Kommilitonen bewertet wurde. Neben dem Aspekt der Binnendifferenzierung erachten wir das Peer-Feedback als gewinnbringend, sowohl was den Aspekt des kooperativen Lernens betrifft, als auch im Hinblick auf den gegenseitigen Austausch unter den Studierenden, nicht nur in den Pandemie-Semestern.

2.4 Studentisches Tutoring

Zur Umsetzung dieser Neuerung wurde eine studentische Hilfskraft im Umfang von vier Semesterwochenstunden eingestellt. Dieser Tutor hatte die Veranstaltung im vorigen Sommersemester mit weit überdurchschnittlichen Leistungen abgeschlossen. Er hat in seiner Rolle als Tutor ein Forum auf der Moodle Plattform moderiert, welches ausschließlich den Studierenden zugänglich war, und in diesem Rahmen mit seinem Wissen sowie durch

individuelles Feedback und Feed-Forward die Teilnehmerinnen und Teilnehmer unterstützt. Ziel dieser Neuerung war es, den Studierenden einen virtuellen Raum für Diskussionen – ohne Beobachtung durch die Lehrenden – bereitzustellen als Substitut für physische studentische Lern- und Diskussionsräume, welche unter Pandemiebedingungen an der Hochschule nur sehr eingeschränkt zur Verfügung stehen.

3 Feedback durch Studierende

3.1 EvaluierungsService EvaS

Der EvaluierungsService EvaS [Ev21] unterstützt die Lehrenden an der Frankfurt University of Sciences bei der Durchführung von Befragungen. Er ist Bestandteil der allgemeinen Qualitätssicherung und ermöglicht sowohl die standardisierte, anonyme, wiederholbare Abfrage und Auswertung von Daten in Bezug auf Bewertung der Veranstaltungen als auch die individuelle Erstellung von Fragebögen zu spezialisierten Themen. Im Rahmen der Teamteaching-Veranstaltung wurde mit EvaS ein Fragebogen entwickelt, der ausschließlich die Aspekte des Teamteaching erfasst, vgl. [LS17], dieser wurde in den Pandemie-Semestern jeweils auf die gegebenen Rahmenbedingungen und Lernangebote angepasst.

3.2 Qualitative Ergebnisse

In den Evaluationen der beiden Pandemie-Semester ist zunächst auffällig, dass das Verhältnis zwischen eingereichten Evaluationsbögen und Teilnehmenden an der Klausur in beiden Pandemie-Semestern jeweils weit hinter dem in Präsenz beobachteten Verhältnis zurückbleibt. Ferner sticht beim Vergleich die deutlich schlechtere Bewertung durch die Studierenden für das Sommersemester 2021 ins Auge; die Gründe hierfür sind für uns nur schwer zu eruieren. Ein möglicher Erklärungsansatz könnte wie folgt lauten: Aus den Freikommentaren geht hervor, dass ein Teil der Studierenden die Vorbereitung anhand des Skripts und der bereitgestellten Hilfsmittel als zu anspruchsvoll empfunden hat, woraus teilweise ein frustrierendes Gefühl des „Abgehängtseins“ resultierte. Auch der subjektiv höher empfundene Zeitaufwand wird von Studierenden kritisiert. Andere Studierende weisen auf die aus der Diversität der Teilnehmenden resultierende Herausforderung hin, das Niveau der Präsenzphasen für möglichst viele angemessen zu gestalten – ein berechtigter Kritikpunkt, dem in der kommenden Veranstaltung Rechnung getragen werden wird, vgl. Abschnitt 4. Demgegenüber stehen positive Freikommentare von Studierenden, welche die erhofften Effekte wie Eigenverantwortlichkeit, nachhaltigeres Verständnis, Aktivierung und gesteigerte Interaktion in der Gruppe positiv hervorheben.

Nachstehend sind einige Zitate der Studierenden aus dem Feedback durch [Ev21] zusammengefasst².

² Dabei wurden nur diejenigen Zitate ausgewählt, die einen Bezug zum Inverted Classroom aufweisen – allgemeine Bemerkungen fachspezifischer Art sind hier nicht dargestellt.

Positiv wurde bewertet:

- Angeeignetes Wissen kann direkt vertieft werden.
- Eigenverantwortung; Man kann sich selbst alles beibringen und bei diesem Konzept lernt man wie.
- Man wird mehr dazu angeregt, die Lehrmaterialien rechtzeitig zu bearbeiten, sodass man eher auf dem gleichen Wissenstand ist wie die anderen Studenten, was den Austausch erleichtert.
- Bildung von Lerngruppen, mehr gemeinsame Arbeit, bessere Gruppendynamik, tolle Diskussionen.
- Durch das Durcharbeiten der Lernmaterialien vor der Veranstaltung kann man sich mehr Gedanken über den Stoff machen und dadurch gezielter Fragen stellen.
- Kein Frontalunterricht, nicht eintönig, abwechslungsreicher.
- Man wird aktiv eingebunden.
- Es gibt zusätzliche Übungsaufgaben.

Negativ wurde bewertet:

- Es ist schwierig, präzise Fragen zu formulieren. Setzt ein Verständnis voraus. Wer das nicht hat, fällt durchs Raster.
- Die Präsenzphase hat keine Auswirkung auf meinen Lernerfolg. Ich muss mir alles alleine beibringen, von daher komme ich in die Präsenzphase und weiß schon alles. Die Aufgaben, die wir in der Präsenzphase durchführen, sind zu dem Zeitpunkt so einfach, dass ich sie ignorieren kann. Wenn ich jedoch nichts vorher vorbereite, sind die Aufgaben so kompliziert, dass ich nichts verstehe.
- Die Unflexibilität in Sachen Zeit, wann und wie man den Stoff lernt.
- Man lernt besser aber dafür braucht man meistens doppelt so viel Zeit, um ein Thema zu verstehen als bei einer normalen Vorlesung. Das führt dazu, dass man sehr leicht zurückfällt und vielleicht auch nicht mit den Veranstaltungen mithalten kann.

3.3 Quantitative Ergebnisse

Tabelle 2 stellt die Klausurergebnisse in Form des Notenspiegels dar, und zwar für die Veranstaltung aus dem Sommersemester 2019, welche in Präsenz im Teamteaching als klassische Vorlesung stattfand, und die Veranstaltungen aus den Pandemie-Semestern 2020

und 2021, welche online und im Inverted Classroom Konzept durchgeführt wurden³. Die

Note	1	1.3	1.7	2	2.3	2.7	3	3.3	3.7	4	5	∅
2019	11	10	5	4	7	6	6	12	10	9	27	3.16
2020	10	0	2	2	6	4	7	8	7	15	40	3.72
2021	12	4	5	6	11	11	11	10	8	12	20	3.06

Tab. 2: Notenspiegel

Vorjahresklausuren wurden durch einen der Autoren gestellt und sind in Form und Inhalt objektiv vergleichbar und vom Schwierigkeitsgrad auf demselben Niveau anzusiedeln. Wie man sieht, ist die Klausur im Sommersemester 2021 nicht nur deutlich besser ausgefallen als die Klausur aus dem Sommersemester 2020; auch im Vergleich zur Klausur aus dem in Präsenz durchgeführten Sommersemester 2019 ist eine leichte Verbesserung festzustellen. Dies war, insbesondere in Anbetracht der Diskrepanz zwischen der summativen Bewertung und dem im Rahmen der Evaluation erhobenen Feedback der Studierenden, für uns eine kleine Überraschung.

Obgleich es sich hier nur um eine Momentaufnahme und eine verhältnismäßig kleine Stichprobe handelt, kann man bei aller Vorsicht vermuten, dass das bereits vor den Pandemie-Semestern initiierte und kontinuierlich weiterentwickelte und an aktuelle Rahmenbedingungen angepasste Teamteaching-Konzept der Mehrheit der Studierenden in dieser herausfordernden Situation geholfen zu haben scheint.

4 Ausblick auf Änderungen des Lehrformats

Das vorgestellte Konzept wurde gewählt, um der lernrelevanten Diversität der Gruppe der Studierenden besser gerecht zu werden. Schon in der Diskussion mit den Studierenden in der letzten Veranstaltung wurde den beiden Lehrenden klar, dass dies nicht bei allen Studierenden zum Lernerfolg beigetragen hat. Für einen Teil der Studierenden war das eigenständige Vorbereiten der Lerninhalte sehr herausfordernd. Um auch diesem Aspekt gerecht zu werden, wird das Lehrformat im Sommersemester 2022 dahingehend geändert, dass die Differenzierung der Lerngelegenheiten schon in der Vorlesung beziehungsweise der Präsenzphase des Inverted Classrooms ansetzt: Nach derzeitigem Stand der Planung wird die Veranstaltung wie bisher im Teamteaching als Großveranstaltung begonnen. Es werden zunächst ein paar Wochen lang Vorlesungsanteile mit Inverted Classroom kombiniert. Dadurch lernen die Studierenden beide Konzepte und deren Konsequenzen für den individuellen Lernprozess kennen. Danach werden zum gleichen Termin zwei parallele Veranstaltungen angeboten werden, eine als Vorlesung, die andere als Inverted Classroom.

³ Zur besseren Vergleichbarkeit wurden die Ergebnisse der Nachklausuren nicht berücksichtigt, da die Ergebnisse der Nachklausur aus dem Sommersemester 2021 zum Zeitpunkt der Drucklegung noch nicht vorlagen.

Somit hat diese Änderung keinen Einfluss auf den Stundenplan, jedoch auf die Raumplanung. Eine wichtige Voraussetzung ist die unbedingte Einhaltung des vorhandenen Lehrplans. In jeder der beiden Veranstaltungen müssen die gleichen Themen behandelt werden. Somit ist es sowohl für die Studierenden als auch für die Lehrenden möglich, zwischen den beiden Formaten zu wechseln. Außerdem passen die Vorlesung beziehungsweise Präsenzphase zeitlich wie bisher zu den Übungen. Natürlich wird es wie bisher für die Veranstaltung mit beiden Formaten nur eine Klausur geben.

Besonders wichtig in diesem Format wird die Kommunikation mit den Studierenden sein. Die Studierenden müssen sich der Vielzahl der Lernangebote bewusst sein, um individuell eine gute Wahl treffen zu können. Die Lehrenden müssen dazu eine Orientierung geben.

Jedoch hat dieser Ansatz auch einen Nachteil. Denn nach dem Aufspalten der Veranstaltungen werden beide Veranstaltungen nicht mehr als Teamteaching angeboten. Eine Möglichkeit der Kompensation wäre der Einsatz weiterer Lehrender, sofern die Rahmenbedingungen dies ermöglichen.

Auch wenn das Zusatzangebot zur Unterstützung durch den studentischen Tutor von weniger Studierenden angenommen wurde als erwartet, erscheint den Lehrenden die Beibehaltung sinnvoll. Während die mäßige Resonanz im Online-Format einer zunehmenden „Online-Müdigkeit“ der Studierenden geschuldet sein könnte, erscheint eine Übertragung des Ansatzes in die Präsenzlehre vielversprechend. So könnten für die Studierenden zu festen Zeiten in festen Räumen studentische Mitarbeitende zur Diskussion über den Lernstoff zur Verfügung stehen.

5 Fazit

Im vorliegenden Artikel wurde die Entwicklung des Lehrkonzepts für die als „schwierig“ geltende Veranstaltung „Algorithmen und Datenstrukturen“ an der Frankfurt University of Sciences vorgestellt. Im Hinblick auf die Klausurergebnisse kann man von einer erfolgreichen Entwicklung sprechen. Mit Ausnahme des ersten Pandemie-Semesters waren die Notendurchschnitte immer etwas besser als im vorangegangenen Zyklus. Für das Sommersemester 2022 ist geplant, die Veranstaltung nach einer gemeinsamen Anlaufphase in der Großgruppe aufzuteilen. Bei identischen Lerninhalten werden zwei parallele Veranstaltungen durchgeführt, eine als Vorlesung, die andere als Inverted Classroom. Dieses Format kann sowohl in Präsenz als auch online angeboten werden. Auf diesem Weg hoffen die Lehrenden, zukünftig den Studierenden ein noch besseres – weil stärker individualisierbares – Angebot bereitstellen zu können.

Literatur

- [Bi96] Biggs, J.: Enhancing teaching through constructive alignment. *Higher education*/32(3), S. 347–364, 1996.

- [BT11] Biggs, J.; Tang, C.: Teaching for Quality Learning at University. Open University Press, McGraw-Hill Education, 2011.
- [Ev21] EvaS: EvaluationsService, 2021, URL: <https://www.frankfurt-university.de/index.php?id=4627>.
- [He17] Helmke, A.: Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität, 7. Auflage. Klett-Kallmeyer, 2017.
- [HT07] Hattie, J.; Timperley, H.: The Power of Feedback. Review of educational research/77(1), S. 81–112, 2007.
- [KR16] Kricke, M.; Reich, K.: Teamteaching. Beltz Verlagsgruppe (Julius Beltz GmbH & Co. KG) Weinheim und Campus Verlag GmbH Frankfurt, 2016.
- [Le06] Leavitt, M. C.: Team Teaching: Benefits and Challenges. Speaking of Teaching, Stanford University Newsletter on Teaching 16/1, 2006, URL: <http://web.stanford.edu/dept/CTL/Newsletter/teamteaching.pdf>.
- [Li20] Liebehenschel, J.: Digitization of a Lecture - An Experience Report. In: IEEE Global Engineering Education Conference, EDUCON. S. 1–6, 2020.
- [Li21] Liebehenschel, J.: Grundlegende Algorithmen und Datenstrukturen in Jupyter Notebooks, 2021, URL: <https://github.com/JensLiebehenschel/AlgDat>.
- [LS17] Liebehenschel, J.; Schäfer, J.: Teamteaching - ein Fallbeispiel. CEUR Workshop Proceedings/1790, S. 91–99, 2017.
- [Pr21] Prietl, B.: Ein maximal selbstreflexives Lehrforschungsprojekt – oder: Was sich aus Studierendenperspektive aus dem Corona-Semester für digitale Fernlehre im Hochschulkontext lernen lässt. In (Prietl, B., Hrsg.): Online-Lehre auf dem Corona-Prüfstand. Wie JKU-Studierende den Umstieg auf Distance Learning im Sommersemester 2020 erlebt haben: Endbericht zum Lehrforschungspraktikum “Digitalen Wandel erforschen”. Johannes Kepler Universität, Linz, S. 115–129, 2021.
- [Ra19] Radfelder, O.; Vosseberg, K.; Erb, U.; Lipskoch, H.: Informatik ist nicht nur Programmieren—aber ohne Programmieren ist nichts Informatik. CEUR Workshop Proceedings/2358, S. 65–74, 2019.
- [Sc17] Schmolitzky, A. W.: Zahlen, Beobachtungen und Fragen zur Programmierlehre. CEUR Workshop Proceedings/1790, S. 83–90, 2017.
- [SK21] Schmermund, K.; Kaiser, R.: Wenn das digitale Studium zur Belastung wird, 2021, URL: <https://www.forschung-und-lehre.de/lehre/wenn-das-digitale-studium-zur-belastung-wird-3413/>.
- [WMW06] Wadkins, T.; Miller, R. L.; Wozniak, W.: Team Teaching: Student Satisfaction and Performance. Teaching of Psychology 22/2, S. 118–120, 2006.