

Einsatz einer webbasierten Softwarelösung zur Echtzeitkollaboration in technisch-orientierten Studienfächern

Pascal Quindeau ¹, Sayed Hoseini ², Jens Kaufmann ³ und Christoph Quix ⁴

Abstract: Hochschulen stehen vor der Herausforderung, Kernkompetenzen mit zunehmend technischem Fokus zu vermitteln. Neben den fachlichen Aspekten gewinnen auch Schlüsselqualifikationen wie Kollaborationskompetenz an Bedeutung. Die durch die Corona-Pandemie zusätzlich gegebenen Herausforderungen für die Lehre rücken auch die Entwicklung neuer Lehr-/Lern-Konzepte in den Vordergrund. Dieser Beitrag zeigt, wie der Einsatz einer webbasierten Lehr- und Lernplattform für Echtzeitkollaboration die Gruppenarbeit zwischen Studierenden fördern kann und sie in der Lösung technisch-orientierter Aufgabenstellungen unterstützt. Die Lehr- und Lernplattform wurde zunächst in zwei technikhnen Veranstaltungen in unterschiedlichen Bachelor-Studiengängen integriert. Unter dem Ansatz des Scholarship of Teaching and Learning erfolgte eine Evaluation des eingeführten Lehr-/Lern-Konzeptes aus Lehrenden- und Studierendenperspektive über Erfahrungsberichte und ein Prä-/Post-Design. Der Beitrag stellt die Konzepte und Auswertungen dar. Diese zeigen, dass das Lehr-/Lern-Konzept unter Berücksichtigung des Vorbereitungsaufwandes eine messbare Verbesserung unterschiedlicher (in einem Fragebogen abgebildeter) Skalen hinsichtlich Kollaboration und Umgang mit technisch-orientierten Aufgabenstellungen mit sich bringt.

Keywords: Kollaboration, Scholarship of Teaching and Learning, Future Skills, Data Science

1 Einleitung

Wie der Stifterverband und McKinsey&Company in ihrer Studie darstellen, werden bis 2023 rund 700.000 neue Technologie-Spezialisten benötigt [Ki18]. Zu den aufgeführten ‚Future-Skills‘ zählen insbesondere grundlegende Fähigkeiten in der Datenanalyse sowie digitale Schlüsselqualifikationen, u.a. in den Kompetenzbereichen Kollaboration und digitales Lernen. Demgegenüber stehen die Auswirkungen der Corona-Pandemie auf die Lehrsituation an Hochschulen. Der von Studierenden beklagte mangelnde persönliche Austausch [BKS20] hemmt dabei potenziell die Ausbildung der Kollaborationsfähigkeiten. Vor diesem Hintergrund können Softwarelösungen eingesetzt werden, die dazu anregen, trotz räumlicher Distanz aktiv miteinander zusammenzuarbeiten und Aufgaben ge-

¹ Hochschule Niederrhein, Fachbereich für Elektrotechnik und Informatik, Reinarzstr. 49, 47798 Krefeld, pascal.quindeau@hs-niederrhein.de, <https://orcid.org/0000-0002-1286-7205>

² Hochschule Niederrhein, Fachbereich für Elektrotechnik und Informatik, Reinarzstr. 49, 47798 Krefeld, sayed.hoseini@hs-niederrhein.de, <https://orcid.org/0000-0002-4489-9025>

³ Hochschule Niederrhein, Fachbereich für Wirtschaftswissenschaften, Webschulstr. 41-43, 41065 Mönchengladbach, jens.kaufmann@hs-niederrhein.de, <https://orcid.org/0000-0002-0230-5575>

⁴ Hochschule Niederrhein, Fachbereich für Elektrotechnik und Informatik, Reinarzstr. 49, 47798 Krefeld, christoph.quix@hs-niederrhein.de, <https://orcid.org/0000-0002-1698-4345>

meinsam zu lösen. Angelehnt an Möglichkeiten zur gleichzeitigen Bearbeitung von Textdokumenten erfolgt die Aufgabenbearbeitung jedoch nicht nur durch das bloße Teilen eines Bildschirms, sondern durch eine gleichzeitige Bearbeitung aller Beteiligten.

Ausgehend von der in der Informatik etablierten Technik des *Pair Programming* können einer engen Kollaboration bei der Lösungserstellung von Programmieraufgaben positive Eigenschaften zugeschrieben werden, bspw. eine Steigerung der Lösungsqualität durch direktes Feedback der Gruppenmitglieder sowie größeres Selbstbewusstsein und mehr Spaß bei der Lösungserstellung [Ha09, Ha11]. Darüber hinaus setzen sich Studierende durch den kollaborativen Austausch intensiver mit den Inhalten der Aufgaben auseinander und ordnen diesen Effekt der engen Arbeit mit ihrem Gruppenmitglied zu [Va04].

In diesem Beitrag wird gezeigt, wie der kollaborative Austausch unter Studierenden durch den Einsatz einer webbasierten Lehr- und Lernplattform für Echtzeitkollaboration gefördert wird. Dazu wird nicht nur ein mit der Plattform einhergehendes neues Lehr- und Lernkonzept etabliert, sondern dieses auch lehrbegleitend evaluiert. Dieses Vorgehen entspricht dem *Scholarship of Teaching and Learning* (SoTL). SoTL umfasst „die wissenschaftliche Auseinandersetzung von Hochschullehrenden mit der eigenen Lehre und/oder dem Lernen der Studierenden durch Untersuchungen und systematische Reflexion mit der Absicht, die Erkenntnisse und Ergebnisse der interessierten Öffentlichkeit bekannt und damit dem Erfahrungsaustausch und der Diskussion zugänglich zu machen“ [Sz18, S. 21].

Unter Berücksichtigung der oben genannten Aspekte werden in diesem Artikel daher die folgenden Forschungsthemen mit Blick auf die Studierendenperspektive untersucht:

1. Der Einsatz einer webbasierten Softwareumgebung für Echtzeitkollaboration ermöglicht ein durch die Studierenden positiv wahrgenommenes Mehrwertempfinden von Gruppenarbeit.
2. Der Einsatz einer webbasierten Softwareumgebung für Echtzeitkollaboration erhöht die Bereitschaft der Studierenden zur Bearbeitung von technisch-orientierten Aufgabenstellungen.

Weiterhin wird auch die Lehrendenperspektive betrachtet, um den Integrationsaufwand der Softwareumgebung in bereits existierende Lehrveranstaltungen unter verschiedenen Voraussetzungen und Rahmenbedingungen zu beurteilen und den Mehrwert der Software subjektiv zu bewerten. Untersucht werden hier die Veranstaltungen Data Science und Datenbanken, die eine unmittelbare Nähe zu den oben erwähnten Future Skills aufweisen.

In Abschnitt 2 wird zunächst ein kurzer Überblick über verwandte Arbeiten bezüglich Pair Programming als enge Form der Kollaboration gegeben. Abschnitt 3 beschreibt die Anforderungen an eine mögliche Softwareumgebung und deren Auswahl sowie die gegebenen Lehr-/Lern-Szenarien im direkten Vergleich. Dort werden zudem die Erfahrungen aus der Lehrendenperspektive auf Grundlage der verschiedenen Lehrveranstaltungstypen betrachtet. Die Analyse der Studierendenperspektive folgt in Abschnitt 4. Abschnitt 5 diskutiert abschließend die Ergebnisse und fasst diese nochmals zusammen. Weiterhin wird ein Ausblick auf angestrebte Verbesserungen der Softwareumgebung gegeben.

2 Verwandte Arbeiten

Zacharis untersucht die Auswirkungen von Pair Programming in einem digitalen Lehr-/Lern-Szenario [Za09]. In einer ersten Studierendengruppe wurde allein gearbeitet, während die zweite Gruppe entsprechend ihrer Fähigkeiten in Paare eingeteilt wurden. Zur Zusammenarbeit nutzten sie digitale Kollaborationstools (Screensharing, Chat, Video). Wie auch beim klassischen Pair Programming erzeugten Paare höherwertige Lösungen und empfanden den Kollaborationsprozess als angenehm und förderlich für ihre Selbstsicherheit bei der Lösungserstellung. Hanks et al. [Ha08] fördern die Echtzeitkollaboration, indem sie einen Nutzercursor einführen, der direkt relevante Codestellen hervorheben kann. Zwei Gruppen wurden untersucht, wobei Studierende der ersten Gruppe im physischen und Studierende der zweiten Gruppe im digitalen Raum mithilfe des Softwaretools kollaborierten. Studierende der zweiten Gruppe trafen sich häufiger zur Zusammenarbeit, während die Bewertungen beider Gruppen gleich ausfielen. In [SS17] wird die Wirksamkeit von Pair Programming im Kontext eines Data-Science-Kurses untersucht. Auch dort erweist sich Pair Programming als vorteilhaft, indem besserer Code in weniger Zeit produziert wird. Weiterhin heben sie hervor, dass der beisitzende bzw. beobachtende Student neben den herkömmlichen Aktivitäten im Pair Programming zusätzlich die Rolle eines Researchers einnimmt und nach geeigneten Machine-Learning-Modellen bzw. Visualisierungsmethoden sucht, während der aktive Student weiterhin hauptsächlich programmiert.

3 Rahmenbedingungen des Lehrforschungsprojekts

3.1 Anforderungen und Auswahl einer Software für Echtzeit-Kollaboration

Für die Auswahl einer geeigneten Softwareumgebung sind Überlegungen bereits zu Beginn des Projekts gemacht worden [Ka21]. Unter Berücksichtigung von Anforderungen für die technische Einbindung wurde *CoCalc*⁵ ausgewählt. CoCalc baut auf der bekannten Notebook-Software Jupyter auf und setzt expliziten Fokus auf die Echtzeitkollaboration. Laut einer Studie [Wa19] zur Echtzeitkollaboration in Data-Science-Teams ist eine große Hürde das mangelnde Bewusstsein über die Aktivitäten aller Gruppenmitglieder. Damit einher geht die Beeinträchtigung zwischen Gruppenmitgliedern, z. B. durch die gleichzeitige Bearbeitung derselben Code-Segmente. CoCalc bietet als Lösung einen Benutzercursor, der die aktuelle Position aller Benutzer:innen im Code anzeigt, zusammen mit einer Änderungshistorie, die von allen Gruppenmitgliedern eingesehen werden kann. Dadurch erhöht sich die Sichtbarkeit vergangener und aktiver Änderungen aller Gruppenmitglieder. Beeinträchtigungen zwischen Gruppenmitgliedern können auch durch mangelnde Kommunikation entstehen. CoCalc bietet neben den Kollaborations- und Programmierfunktionen auch zusätzlich Kommunikationsfunktionalitäten um dies zu vermeiden.

⁵ <https://cocalc.com/> (Aufgerufen am 07.06.2022).

3.2 Verwendete Lehr-/Lern-Szenarien im Vergleich

Für den Einsatz der Softwareumgebung wurden Lehr-/Lern-Szenarien in zwei Veranstaltungen geschaffen, die beide technisch geprägte Studieninhalte vertreten, in ähnlicher Größe durchgeführt werden, aber verschiedene Studiengänge betreffen und in Intensität der Einbindung der Software variierten. Tabelle 1 stellt die Veranstaltungen gegenüber.

In beiden Veranstaltungen hatten die Studierenden die Möglichkeit, sich selbst zu Gruppen von drei bis vier Studierenden zusammenzufinden. Nach [Ch06] sind die Vorteile einer eigenständigen Gruppenwahl eine besser wahrgenommene Kommunikation sowie eine vertrauensvollere Zusammenarbeit. Die Gruppen ermöglichten über die Termine hinweg konsistente Zusammenschlüsse von Studierenden, die durch die Software eine neue Möglichkeit der Umsetzung ihrer Zusammenarbeit erhielten.

In der Veranstaltung *Data Science* erlernen die Studierenden die Grundlagen des Datenmanagements und der Datenanalyse. Dazu gehört die Arbeit mit SQL- und NoSQL-Datenbanksystemen, aber auch das Anwenden von Machine-Learning-Methoden in der Programmiersprache Python. Die Studierenden erhielten regelmäßig Übungsaufgaben, die im Zwei-Wochen-Rhythmus im Laufe des Semesters ausgegeben und bewertet wurden. Dadurch sollte eine kontinuierliche Beschäftigung mit dem Thema motiviert werden. Die Bearbeitung der Aufgaben fand außerhalb der Lehrveranstaltungstermine statt. In einer Präsenzübung wurden die Lösungen meist durch den Dozenten, aber auch durch Studierende präsentiert. Den Studierenden war freigestellt, ob sie zur Bearbeitung CoCalc benutzen oder sich über andere Systeme austauschen. Motiviert wurde die Nutzung der Softwareumgebung durch die darin integrierte Bereitstellung von Lernmaterialien in Form von Jupyter-Notebooks. Die Studierenden hatten somit die Möglichkeit, die Data-Science-Methoden direkt in einer Programmierumgebung auszuprobieren.

	Data Science	Datenbanken
Fachbereich	Elektrotechnik & Informatik	Wirtschaftswissenschaften
Studiengang	Informatik, B.Sc.	Wirtschaftsinformatik, B.Sc.
Semester	5. FS Wahlpflicht	3. FS Pflicht
Kursgröße	50-70	50-80
Veranstaltungstyp	Vorlesung / Übung	Vorlesung / Übung
Gruppengröße	3-4 Personen	3-4 Personen
Einsatzhäufigkeit und -art der Online-Plattform	semesterbegleitend, wöchentl., Präsenzübung bzw. Übungsaufgaben, eigenständigen Bearbeitung	3 Einzeltermine, je ca. 3-stündig, mögliche weitere Gruppenarbeit, z. B. zur Prüfungsvorbereitung
Themen / Aufgabenarten	Programmierung in Python für Data Science	Datenbankabfragen mit SQL

Tab. 1: Eigenschaften der Lehrveranstaltungen.

Die Veranstaltung *Datenbanken* kombiniert Vorlesungs- und Übungsinhalte, die etwa zur Mitte des Semesters die Vermittlung der Anwendung von SQL zur Abfrage von relationalen Datenbanken fokussieren. Im Rahmen des hier durchgeführten Lehr-Lern-Szenarios haben die Studierenden für die Übungselemente vorbereitete Jupyter-Notebooks erhalten, die Aufgabenstellungen und einzelne SQL-Befehle enthielten. Im Vergleich zu einer Präsenzveranstaltung, in der üblicherweise mehrere Studierende die zuvor lokal installierte Software auf dem Bildschirm eines Gruppenmitglieds betrachten und darüber diskutieren, erlaubt der Einsatz von CoCalc das gleichzeitige Bearbeiten der Inhalte. Die Studierenden konnten sich jederzeit aktiv in die Gestaltung der Lösung einbringen.

3.3 Bewertung aus Sicht der Lehrenden

In beiden Lehr-/Lern-Szenarien entfällt durch Bereitstellung der Lernplattform für die Studierenden eine Software-Installation, womit eine Verringerung der sonst häufigen Probleme mit der Installation und Konfiguration von Entwicklungsumgebungen einhergeht. Den Studierenden konnte während der Bearbeitungszeit auch direkt in ihrem Notebook Hilfestellung gegeben werden.

Wird CoCalc semesterbegleitend eingesetzt, so lässt sich der Prozess zur Ausgabe, Bearbeitung und Bewertung der Übungen direkt darin abbilden, da alle Daten (Aufgaben, Abgaben, Lösungen) über CoCalc ausgetauscht werden. Aus der Lehrendenperspektive war dies besonders vorteilhaft, da die Lösungen über die Plattform abgegeben wurden und dort auch direkt getestet und bewertet werden konnten.

Für einen Einsatz bei einzelnen Terminen bietet CoCalc im Kontext größerer Gruppen bzw. einer größeren Zahl von Kleingruppen weiterhin folgende Vorteile: (a) Studierende arbeiten gemeinschaftlich an einem interaktiven Notebook, was dazu führt, dass Rechtschreib- oder einfache Grammatikfehler beim „Abtippen“ von Lösungen entfallen. Die Lehrperson kann sich daher inhaltlichen Fragestellungen widmen. (b) Durch den Zugriff auf den Arbeitsstand aller Gruppen besteht eine Übersicht über den Fortschritt, der es erlaubt, gezielt einzelne Gruppen auf Förderbedarf anzusprechen und einen weitgehend homogenen Endbearbeitungsstand zu erreichen, der dann in der Großgruppe diskutiert wird.

Zur Erreichung der Vorteile bedarf es einer Vorbereitung und eines zumindest soliden Verständnisses der Softwareumgebung durch die Lehrenden. Eine Nutzung der Plattform zur eigenständigen Prüfungsvorbereitung wurde nicht quantitativ untersucht. Im Vergleich zu vorherigen Semestern ist aber festzuhalten, dass nahezu keine Rückfragen seitens der Studierenden zur bereitgestellten „Offline-Lösung“ gestellt wurden, dafür aber aktiv angefragt wurde, die Plattform bis zur Prüfung verfügbar zu halten. Die Zugriffszahlen blieben für beide Lehr-/Lern-Szenarien über das Semester hinweg relativ konstant.

4 Evaluation der Studierendenperspektive

4.1 Beschreibung des Forschungsdesigns

Um den Einfluss des neuen Lehr-/Lern-Konzeptes zu quantifizieren, empfiehlt sich ein Prä-Post-Design, bei dem die Versuchsteilnehmer zufällig in eine Versuchs- und eine Kontrollgruppe unterteilt werden [Bo00]. Dieses Design ist allerdings nicht ohne Weiteres auf die Lehre übertragbar. Einerseits sind die Teilnehmerzahlen für eine Aufteilung in zwei Gruppen nicht ausreichend. Andererseits können Studierende einer Gruppe nicht in ihren Lernmöglichkeiten benachteiligt werden, insbesondere wenn die Leistung benotet wird [BSM11]. Aus diesen Gründen wurde hier auf die Einführung einer Kontrollgruppe verzichtet, sodass ein quasi-experimentelles Forschungsdesign vorliegt.

Zur Betrachtung der Studierendenperspektive wurde ein Fragebogen⁶ anhand etablierter Empfehlungen konzipiert [DB16, MK20]. Die Reliabilität und insbesondere die interne Konsistenz wird hierbei über den Cronbach Alpha-Koeffizienten angegeben. Die Überprüfung der Validität kann im Kontext der vorliegenden Lehr-/Lern-Szenarien nur bedingt erfolgen. Der Fragebogen soll die zwei latenten Submerkmale „Mehrwertsempfinden von Gruppenarbeit“ (GWSCALE) sowie „Bereitschaft zur Bearbeitung von technisch-orientierten Aufgabenstellungen“ (TESCALE) durch Frage-Items operationalisieren. Dies wird im Folgenden am Beispiel der Inhaltsvalidität und Konstruktvalidität nachgewiesen.

Um die *Inhaltsvalidität* nach gutem Gewissen zu maximieren, wurde eine Literaturrecherche existierender Fragebögen sowie Ausarbeitungen zu den vorliegenden Themenschwerpunkten (insb. digitaler Kollaboration) durchgeführt. Hanks et al. [Ha11] gehen auf die positiven Effekte enger Kollaboration im Sinne des Pair Programming ein. Driver [Dr02] stellt einen Fragebogen zur Kollaboration und Kooperation zur Verfügung. Ebenso formuliert auch Zacharis [Za09] entsprechende Frage-Items. Wang et al. [Wa19] beziehen sich hingegen auf die positiven Effekte einer Zusammenarbeit bei der Bearbeitung von Data-Science-Aufgaben. Die Anzahl der Items wurde im vorliegenden Forschungsdesign auf fünf (Subskala GWSCALE) bzw. vier (Subskala TESCALE) reduziert, um einer Fragebogenermüdung vorzubeugen [GB09]. Zudem wurde der Wortlaut der Fragen auf die vorliegenden Forschungshypothesen angepasst. Die Frage-Items sind für Prä- und Post-Fragebogen gleich, wobei im Post-Fall ein Bezug zu den Lehrveranstaltungen vorangestellt wurde. Der Post-Fragebogen wurde um zwei offene Frageitems für Anmerkungen zur Gruppenarbeit sowie der Softwareumgebung und drei Frageitems ausschließlich zur Softwareumgebung erweitert. Alle Items wurden über eine siebenstufige Likert-Skala abgebildet, wobei nur die Randwerte vorgegeben waren. Der Fragebogen wurde den Studierenden zu Beginn der Lehrveranstaltungen und nach dem letzten vorgesehenen Einsatz der Softwareumgebung in der jeweiligen Lehrveranstaltung zur Verfügung gestellt.

⁶ <https://doi.org/10.5281/zenodo.6619431>

4.2 Aufbereitung der Fragebogenergebnisse

Zunächst wurden extreme Abweichungen zwischen den Prä- und Post-Fragebögen identifiziert und als Ausreißer entfernt, sofern ein systematisches bzw. fehlerhaftes Antwortverhalten vorlag. Ausnahmen von diesem Vorgehen waren nur zulässig, sofern dies zur Aufrechterhaltung datenschutzrechtlicher Vorgaben notwendig war; dieser Fall trat insgesamt nur einmal auf. Die korrigierten Rücklaufzahlen werden in Tabelle 2 dargestellt. In der Spalte „Zugeordnet“ finden sich diejenigen Fragebögen, bei denen eine Zuordnung zwischen Prä- und Post-Antworten möglich war. Studierende mussten zur Zuordnung einen Code generieren, der über die Fragebögen hinweg gleichblieb.

Um sicherzustellen, dass sich die Frage-Items tatsächlich zu zwei Subskalen zusammenfassen lassen, muss zunächst die Zwei-Dimensionalität der Frage-Items nachgewiesen werden (Konstruktvalidierung). Hierzu können faktoranalytische Verfahren angewandt werden [MK20]. Im Rahmen dieser Arbeit wurde dazu die explorative Faktorenanalyse einmal auf den Prä- und einmal auf den Post-Daten durchgeführt. Für einen ersten Einblick in eine mögliche Faktorenstruktur können die Korrelationen zwischen den Item-Antworten visualisiert werden. Abbildung 1 deutet tatsächlich auf eine Zwei-Faktor-Struktur hin.

Veranstaltung	Prä	Post	Zugeordnet
Data Science	38	19	10
Datenbanken	60	27	14

Tab. 2: Rücklaufzahlen der Fragebögen in den beiden Lehrveranstaltungen

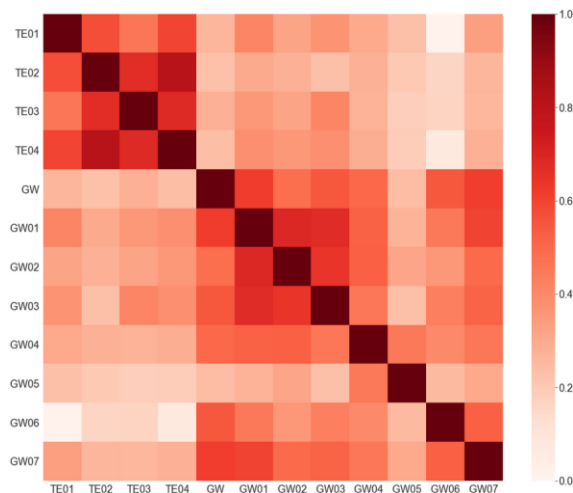


Abb. 1: Korrelogramm der Item-Antworten aus dem Prä-Fragenbogen. Für die Subskala GWSCALE wird bei den Items ein GW vorangestellt (respektive TE für TESCALE).

Durch das Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium (KMO) lassen sich die visuellen Eindrücke in einer gebündelten Kennzahl festhalten. In beiden Fällen liegt der KMO-Wert bei 0.86, was für eine „gute“ Eignung zur Faktorenanalyse spricht [Ho16]. Die Anzahl der zu extrahierenden Faktoren wurde mit Hilfe des Scree-Test und der Parallel Analysis (PA) ermittelt. Sowohl der Scree-Test als auch die PA sprechen für eine Zwei-Faktorstruktur.

Gemäß der in der Literatur geltenden Empfehlungen [Ho16] wurden Faktorladungen ≤ 0.4 herausgefiltert. Das Frage-Item GW05 („In einer Gruppenarbeit fällt es mir leicht, jederzeit den aktuellen Fortschritt unserer Gruppe einzuschätzen“) weist sowohl in den Prä- als auch in den Post-Daten ungeeignete Ladungen auf und wurde daher für die weitere Analyse ausgeschlossen. Schließlich wurde zur Betrachtung der internen Konsistenz noch der Cronbach Alpha-Koeffizient ermittelt. Die Berechnung erfolgt getrennt für die beiden Subskalen und ergibt Alpha-Werte zwischen 0.87 und 0.95, was auf eine gute interne Konsistenz hindeutet [TD11]. Auf Grundlage der vorangestellten Überlegungen werden die Frage-Items GW01 – GW07 (exklusive GW05) und TE01 – TE04 abschließend zu den beiden Subskalen GWSCALE und TESCALE über den Mittelwert der Items aggregiert.

4.3 Qualitative Betrachtung

Für ein besseres Datenverständnis wird zunächst eine qualitative Analyse durchgeführt. Zudem ermöglicht dies auch weitere Rückschlüsse, die für die Interpretation der quantitativen Analyse in Abschnitt 4.4 genutzt werden können. Die Verteilung der Prä- und Post-Scores kann Abbildung 2 entnommen werden. Zu sehen ist in beiden Veranstaltungen ein leichter Anstieg der Post-Scores gegenüber den Prä-Scores. Dieser Anstieg ist bei der Subskala TESCALE am größten. Ein leicht abgeschwächter Effekt lässt sich bei der Subskala GWSCALE beobachten, wobei dieser Effekt bei der Veranstaltung Data Science nochmal schwächer ausfällt. Insgesamt lässt die Abbildung also auf einen positiven Effekt von Co-Calc und dem damit einhergehenden Lehr-/Lern-Konzept schließen. Es ist allerdings zu

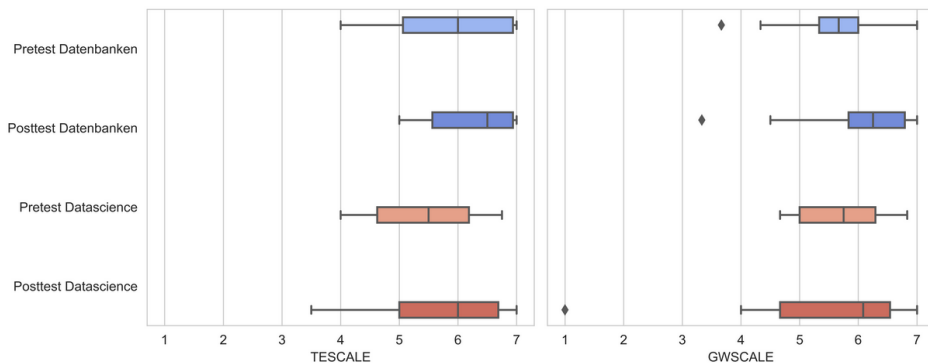


Abb. 2: Gegenüberstellung der Prä- und Post-Scores bzgl. der Subskalen TESCALE (links) und GWSCALE (rechts) aufgeteilt nach den Veranstaltungen Data Science und Datenbanken.

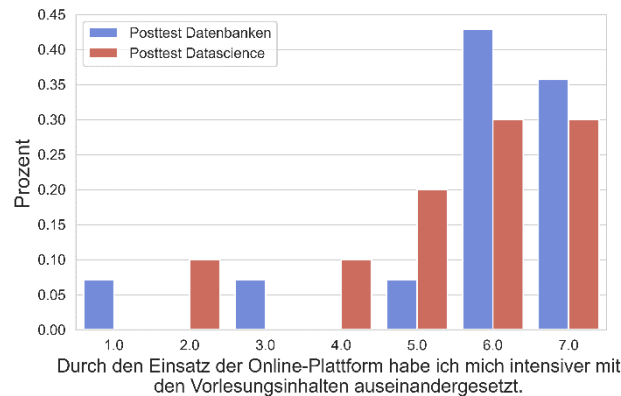


Abb. 3: Antworthäufigkeiten der Studierenden bei Frageitem OP03 für die Veranstaltungen Data Science und Datenbanken. (Antworthäufigkeiten [%], normiert je Veranstaltung).

berücksichtigen, dass zur Darstellung des Boxplots der Median genutzt wird, während zur Berechnung der Teststatistik beim t-Test Mittelwerte herangezogen werden.

In Abbildung 3 wird exemplarisch die Antwortverteilung der Studierenden in beiden Veranstaltungen für das Frageitem OP03 dargestellt. Durch das Item OP03 kann ein direkter Bezug zu CoCalc und den darin abgebildeten Vorlesungsinhalten erfolgen. Etwa 85% der Studierenden, die im Rahmen der Veranstaltung Datenbanken an der Befragung teilgenommen haben, stimmen demnach eher oder voll zu (5 bis 7 Punkte auf der Skala), dass sie sich durch Nutzung von CoCalc intensiver mit den Vorlesungsinhalten auseinandergesetzt haben. Bezogen auf die Veranstaltung Data Science lag dieser Wert bei 80% der Studierenden. Dies spricht erneut für einen Einsatz der Softwareumgebung.

Einen weiteren Einblick in das Stimmungsbild der Studierenden ermöglichen die offenen Frageitems. Bezüglich der Gruppenarbeit haben sich die Studierenden in 8 von 17 Beiträgen positiv geäußert. Sie sprechen sich dabei für die Zusammenarbeit mittels CoCalc aus und loben die Plattform für die vereinfachte Koordination sowie die praktische und performante Nutzung der Jupyter-Notebooks. Drei Studierende sprechen sich negativ zur Gruppenarbeit aus. Dabei bedauern sie die fehlende Mitarbeit ihrer Gruppenmitglieder und wünschen sich mehr Einzelarbeit. Weiterhin durften die Studierenden auch Änderungsvorschläge einreichen. Zwei der Studierenden wünschen sich Zweier-Gruppen, vermutlich basierend auf dem zuvor genannten Kritikpunkt. Bezüglich der Plattform CoCalc wünschen sich die Studierenden eine verbesserte Übersicht der zu bearbeitenden Veranstaltungsinhalte. Dies betrifft vor allem die Veranstaltung Data Science, da hier viele Aufgaben über einen längeren Zeitraum bearbeitet werden mussten (vgl. Abschnitt 3.2).

4.4 Quantitative Auswertung

Die quantitative Auswertung erfolgt auf Grundlage der Subskalenwerte GWSCALE und TESCALE. Dazu wurden zunächst die Differenzen zwischen Prä- und Post-Werten berechnet. Anschließend wurde die Normalitätsbedingung des t-Tests über den Shapiro-Wilk-Test geprüft. Dieser ergibt für GWSCALE ein signifikantes ($p = 0.002$) und für TESCALE ein nicht signifikantes ($p = 0.558$) Ergebnis. TESCALE lässt sich demnach durch eine Normalverteilung beschreiben, GWSCALE nicht.

Nachdem die Annahmen für den t-Test geprüft wurden, wurde für GWSCALE ein Wilcoxon-Test und für TESCALE ein t-Test für verbundene Datenpaare durchgeführt. Zur Vermeidung einer Alpha-Fehler-Kumulierung wurden die Alpha-Werte durch die weniger konservative Bonferroni-Holms Prozedur [Ab10] angepasst. Als Signifikanz-Niveau wurde $\alpha = 0.05$ angesetzt.

Subskalen	Prä-Mean (SD)	Post-Mean (SD)	Test- Statistik	p-Wert	Hedge's g_{av}
GWSCALE	5.6 (0.47)	5.8 (1.42)	89.00	0.889	-
TESCALE	5.7 (1.01)	6.1 (0.96)	2.610	0.015	0.35

Tab. 3: Abschließende Ergebnisse der statistischen Tests und Effektstärkenberechnung. Für GWSCALE wurde ein Wilcoxon-Test durchgeführt, für TESCALE ein t-Test.

Tab. 3 fasst die statistischen Ergebnisse zusammen. Die Differenz der Prä-/Post-Werte stellt sich bzgl. TESCALE ($p = 0.015$) als signifikant heraus. Die Unterschiede bezüglich GWSCALE ($p = 0.889$) sind nicht signifikant. Für TESCALE ergibt sich weiterhin eine kleine Effektstärke (Hedge's $g_{av} = 0.35$) basierend auf den Benchmarks in [Co13]. Nach Cohen können kleine Effektstärken einen aussagekräftigen Effekt haben und sind in neuen Forschungsbereichen mit unkontrollierten Forschungsdesigns üblich [vgl. Co13, S. 25].

5 Zusammenfassung und Ausblick

Die Ergebnisse zeigen eine grundsätzlich positive Haltung der Studierenden gegenüber dem Lehr-/Lern-Konzept und der Softwareumgebung CoCalc. Die erste Forschungshypothese ließ sich zwar nicht durch einen statistischen Test belegen (Gründe hierfür können eine zu geringe Stichprobengröße oder eine zu geringe Effektstärke sein), doch zeigen insbesondere die offenen Antworten der Studierenden, dass die Softwareumgebung sie in ihrer Gruppenarbeit bestärkt und die Kommunikation und Koordination verbessert hat. Sie unterstützen nicht nur das neue Lehr-/Lern-Konzept, sondern fühlen sich auch selbstsicherer bei der Bearbeitung der technisch-orientierten Aufgaben, was das signifikante Testergebnis der zweiten Forschungshypothese nochmals betont. Der Einfluss der Aufgabenkomplexität wurde hier nicht untersucht. Auch aus Lehrendenperspektive bringt CoCalc einen großen Mehrwert, wobei insbesondere die erleichterte Bewertung von Lösungen und die Unterstützung der Studierenden beim eigentlichen Arbeitsprozess hervorzuheben sind.

Das positive Antwortverhalten der Studierenden könnte allerdings auch auf das Phänomen der „Sozialen Erwünschtheit“ zurückgeführt werden [DB16]. Demzufolge antworten die Studierenden positiver, um Erwartungen gerecht zu werden. Um dem entgegenzuwirken, wurde dem Fragebogen ein Verweis auf ein ehrliches Antwortverhalten und die Freiwilligkeit der Beantwortung vorangestellt.

Für die Zukunft ist eine weitere Entwicklung der Plattform CoCalc geplant sowie ein Einsatz in anderen Informatik-nahen Lehrveranstaltungen. Weiterhin wurden die Konzepte im Rahmen des Corona-bedingten Digital-Semesters erprobt und evaluiert. Eine Überführung in die Präsenzlehre kann hierbei beinahe nahtlos erfolgen und findet im aktuellen Semester auch statt. Überall, wo Studierende über größere Distanzen zusammenarbeiten müssen und ein Zusammenkommen nicht ohne weiteres möglich ist (bspw. eingeschränkte Bestuhlung in Veranstaltungsräumen oder Übungen außerhalb der Hochschule), kann CoCalc genutzt werden, um die Zusammenarbeit zu vereinfachen. Ein weiteres Ziel ist die Integration der Kollaborationsplattform in die Lernplattform Moodle, um Lerninhalte wie Aufgaben, Beispiele und Lösungen ohne manuellen Datei-Upload oder -Download direkt zwischen den verschiedenen Systemen übertragen zu können.

Danksagung: Die Arbeiten entstanden im Rahmen der Projekte *IoHubHN*, gefördert durch die Fellowships für Innovationen in der digitalen Hochschullehre (Träger: Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen und der Stifterverband) und *KI-transdisziplinär*, gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (Förderkennzeichen: 16DHBKI070). Die Autoren danken darüber hinaus David Peters und Dr. Sylvia Ruschin für ihre Unterstützung.

Literaturverzeichnis

- [Ab10] Abdi H.: Holm's sequential bonferroni procedure. *Encyclopedia of Research Design*, 1(8): S. 1-8, 2010.
- [BKS20] Boros N., Kiefel K., K. Schneijderberg: Kurzbefragung der Studierenden: Gesamtbericht. Universität Freiburg, Freiburg, 2020.
- [Bo00] Bonate P. L.: *Analysis of pretest-posttest designs*. Chapman and Hall/CRC, 2000.
- [BSM11] Brockx B., Spooren P., Mortelmans D.: Taking the grading leniency story to the edge: The influence of student, teacher, and course characteristics on student evaluations of teaching in higher education. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 23(4), S. 289-306, 2011.
- [Ch06] Chapman K. J., Meuter M., Toy D., Wright L.: Can't we pick our own groups? The influence of group selection method on group dynamics and outcomes. *Journal of Management Education*, 30(4), S. 557-569, 2006.
- [Co13] Cohen, Jacob: *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Routledge, 2013.
- [DB16] Döring N., Bortz J.: *Forschungsmethoden und Evaluation*. Springer, 5. Aufl., 2016.

-
- [Dr02] Driver M.: Exploring student perceptions of group interaction and class satisfaction in the web-enhanced classroom. *The Internet and Higher Education*, 5(1), S. 35-45, 2002.
- [GB09] Galesic M., Bosnjak M.: Effects of questionnaire length on participation and indicators of response quality in a web survey. *Public opinion quarterly* 73.2 (2009), S. 349-360.
- [Ha08] Hanks B.: Empirical evaluation of distributed pair programming. *International Journal of Human-Computer Studies*, 66, S. 530-544, 2008.
- [Ha09] Hannay J. E., Dybå T., Arisholm E., Sjøberg D.: The effectiveness of pair programming: A meta-analysis. *Information and software technology*, 51(7), S. 1110-1122, 2009.
- [Ha11] Hanks B., Fitzgerald S., McCauley R., Murphy L., Zander C.: Pair programming in education: A literature review. *Computer Science Education*, 21(2), S. 135-173, 2011.
- [Ho16] Howard M. C.: A review of exploratory factor analysis decisions and overview of current practices: What we are doing and how can we improve? *International Journal of Human-Computer Interaction*, 32(1), S. 51-62, 2016.
- [Ka21] Kaufmann J., Hoseini S., Quindeau P., Quix, C., Ruschin, S.: Bringing it all together - Gemeinschaftlich aktiv lernen am virtuell geteilten Bildschirm in der Hochschule und digital. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik* 58.6, S. 1378-1393, 2021.
- [Ki18] Kirchherr J. W., Klier J., Lehmann-Brauns C., Winde M.: Future skills: Welche Kompetenzen in Deutschland fehlen. *Future Skills - Diskussionspapier 1*, 2018.
- [MK20] Moosbrugger H., Kelava A.: *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion*. Springer, 2020.
- [SNJ19] Saqr M., Nouri J., Jormanainen I.: A learning analytics study of the effect of group size on social dynamics and performance in online collaborative learning. *European Conference on Technology Enhanced Learning*, Springer, S. 466-479, 2019.
- [SS17] Saltz J. S. und Shamshurin I.: Does pair programming work in a data science context? An initial case study. *2017 IEEE Intl. Conf. on Big Data*. IEEE, 2017.
- [Sz18] Szczyrba B., Huber L., Vogel M., Sethe R., Pilniok A. (Eds.): *Forschendes Lehren im eigenen Fach: Scholarship of Teaching and Learning in Beispielen*. wbv, 2018.
- [TD11] Tavakol M., Dennick R.: Making sense of cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education*, 2(53), 2011.
- [Va04] Van De Grift T.: Coupling pair programming and writing: learning about students' perceptions and processes. *Proc. 35th SIGCSE Tech. Symp. Comp. Sci. Education*. 2004.
- [Wa19] Wang A. Y., Mittal A., Brooks C., Oney S.: How data scientists use computational notebooks for real-time collaboration. *Proc. ACM Human-Computer Interaction*, 3(CSCW): S. 1-30, 2019.
- [Za09] Zacharis N.: Evaluating the Effects of Virtual Pair Programming on Student's Achievement and Satisfaction. *Intl. J. Emerging Tech. In Learning (IJET)*, 4(3), S. 34-39, 2009.