

Dennis Wolters

## **Einsatz von Classroom-Response-Systemen und Peer Instruction in der Veranstaltung Grundlagen von Datenbanken**

### **Zusammenfassung**

Die Einbindung von Studierenden durch Zwischenfragen und kleinere Aufgaben in eine Vorlesung mit mehr als 100 Teilnehmern stellt eine Herausforderung dar. Zum Beispiel dürfen Antworten bzw. Lösungen nicht nur einzelnen Studierenden eingebracht werden, da sonst nicht überprüft werden kann, ob ein Großteil der Anwesenden die Inhalte verstanden hat. Dieser Artikel beschreibt die Neugestaltung der Einbindung von Studierenden in eine Informatiklehrveranstaltung. Hierfür wurde ein Katalog an Fragen erstellt, der sich für den Einsatz von Classroom-Response-Systemen eignet. Diese Fragen wurden gezielt so formuliert, dass gängige Fehlannahmen bereits frühzeitig in der Vorlesung erkannt werden können. Darüber hinaus wurde die Methode Peer Instruction angewandt, um zu fördern, dass sich Studierende tiefer mit dem Sachverhalt der Fragen auseinandersetzen und lernen, ihre Antworten gegenüber Mitstudierenden in einer Gruppendiskussion zu begründen. In über 70 % der Fälle führte die Gruppendiskussion bei einer zweiten Abstimmung zu einem um 27 % verbesserten Ergebnis. Der Einsatz von Classroom-Response-Systemen und auch Peer Instruction wirkte sehr aktivierend und wurde von Studierenden als sehr positiv hervorgehoben.

### **Schlüsselwörter**

Peer Instruction, Classroom-Response-System, Pingo, Informatik

## 1 Motivation

Studierende wurden bisher durch vereinzelte Fragen und auch kleinere Übungsaufgaben in die Vorlesung zu *Grundlagen von Datenbanken*, einer Informatik-Lehrveranstaltung, eingebunden. Antworten zu den Fragen bzw. Lösungen zu den Aufgaben wurden von einzelnen Studierenden eingebracht und ggfs. nochmal an der Tafel behandelt. Eine breitflächige Überprüfung der Antworten und Lösungen war bei diesem Vorgehen aufgrund der hohen Teilnehmerzahl von teilweise über 200 Vorlesungsteilnehmern nicht möglich. Entsprechend ließen sich kaum Rückschlüsse ziehen, ob eine Mehrheit der Studierenden die Inhalte verstanden hat. Wurde zudem direkt die korrekte Lösung genannt, gab es für die Studierenden kaum die Möglichkeit aus den eigenen Fehlern oder denen der anderen zu lernen. Das Einbringen einer Lösung erfordert des Weiteren den Mut, seine Lösung den Mitstudierenden (verbal) zu präsentieren. Insgesamt konnte durch diese Art der Einbindung nur ein Bruchteil der Anwesenden aktiviert werden.

Die Vorlesung wird zusätzlich durch Präsenz- und Heimübungen ergänzt. Präsenzübungen können von maximal 25 Teilnehmern besucht werden und sind darauf ausgelegt, die Vorlesungsinhalte durch Anwendungsaufgaben zu vertiefen. Da diese Übungen im Zweiwochenrhythmus stattfinden, kann es zu einem Abstand von bis zu drei Wochen kommen, bis es zu einer ersten praktischen Anwendung der Vorlesungsinhalte kommt. In den Übungen zeigte sich regelmäßig, dass ein Großteil der Studierenden die Vorlesungsinhalte nicht nachgearbeitet, nicht vollständig durchdrungen oder sogar missverstanden hatte. Dies äußerte sich in unverhältnismäßig langen Bearbeitungszeiten und dadurch, dass die Studierenden grundlegende Fehler gemacht haben, auf die eindringlich in der Vorlesung hingewiesen wurde. Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl an Studierenden, die das Angebot der Präsenzübungen nicht wahrnehmen. Bei ihnen kommt es erstmals in den Heimübungen oder in der Klausur zu einer kontrollierten Anwendung der Inhalte.

Um die aktuelle Lernsituation für die Studierenden zu verbessern, sollte daher eine erste Anwendung der Inhalte bereits verstärkt in der Vorlesung stattfinden. Um dies bei der gegebenen Teilnehmerzahl sinnvoll durchführen zu können, sollten Classroom-Response-Systeme (CRSs) wie Pingo oder Kahoot sowie Mazurs Methode *Peer Instruction* eingesetzt werden. Dieser Artikel diskutiert den Einsatz von CRSs und *Peer Instruction*. Zudem werden Daten präsentiert, wie viele Studierende an den Fragen teilgenommen haben und ob sich durch den Einsatz von CRSs und *Peer Instruction* ein positiver Lerneffekt nachweisen lässt. Des Weiteren wird ein Werkzeug, PingoAnalyzer, für die Datenanalyse von Ergebnissen des CRS Pingo vorgestellt, welches eigens für diesen Artikel entwickelt wurde.

Dieser Artikel ist wie folgt aufgebaut: Abschnitt 2 beschreibt Classroom-Response-Systeme und die Methode *Peer Instruction*. Abschnitt 3 beschreibt die Forschungsfragen. Abschnitt 4 geht auf die Erstellung von Fragen ein, die geeignet für den Einsatz von CRSs und *Peer Instruction* sind. Abschnitt 5 erläutert die Ausgangslage sowie die Durchführung des angepassten Vorlesungskonzeptes. Abschnitt 6 evaluiert die erhobenen Daten und eine Diskussion sowohl der Daten als auch des angepassten Konzeptes findet in Abschnitt 7 statt. Abgeschlossen wird der Artikel mit einer Zusammenfassung und Schlussfolgerung in Abschnitt 8.

## 2 Grundlagen

Dieser Abschnitt erläutert die für diesen Artikel notwendigen Grundlagen. Zunächst wird beschrieben, was Classroom-Response-Systeme sind. Im Anschluss werden die eingesetzten Classroom-Response-Systeme vorgestellt. Anschließend wird auf die Methode „Peer Instruction“ eingegangen.

### 2.1 Classroom-Response-Systeme

Um Studierende in großen Lehrveranstaltungen aktiv in die Vorlesung einzubinden, können Classroom-Response-Systeme (CRSs) eingesetzt werden (vgl. Kundisch, Magenheimer et al., 2013). Diese Systeme erlauben es Lehrpersonen, direktes Feedback von den Studierenden auf gestellte Fragen oder Aufgaben zu bekommen. Je nach System sind hierbei verschiedene Arten von Fragen/Aufgaben möglich, die sich meist dadurch unterscheiden, welche Rückmeldeoptionen es für die Studierenden gibt. Die meisten Systeme, wie zum Beispiel auch Pingo und Kahoot, unterstützen Single- und Multiple-Choice-Aufgaben. Zudem unterstützen einige Systeme auch Zuordnungsaufgaben (z. B. Kahoot<sup>1</sup>) oder erlauben die Abgabe von Freitext (z. B. Pingo<sup>2</sup>), der für Lehrpersonen durch das System aufbereitet wird (z. B. in Form einer Tag Cloud).

CRSs gibt es in verschiedenen Formen. Bei den ersten CRSs benötigen die Studierenden spezielle Geräte, sogenannte „Clicker“, welche zur Abgabe der Antworten genutzt werden. Durch die weite Verbreitung von Smartphones und Tablets setzen moderne CRSs auf Apps oder web-basierte Lösungen (vgl. Kundisch, Magenheimer et al., 2013). Während bei ersterem die Studierenden eine spezielle App auf ihrem Gerät installieren müssen, ist letzteres komplett ohne vorherige Installation nutzbar. Im Vergleich zu klassischen Clicker-basierten Systemen entfallen bei App- oder web-basierten Systemen die Anschaffungskosten für Studierende. Clicker-Systeme sind in der Regel funkbasiert und für eine bestimmte Anzahl an Teilnehmern konzipiert. App-/web-basierte Systeme nutzen hingegen die vorhandene Netzwerk-Infrastruktur. Ist zum Beispiel das WLAN in einem Hörsaal nicht auf die gleichzeitige Nutzung durch eine hohe Zahl an Studierende ausgelegt oder gibt es Probleme mit der Internetverbindung, sind diese Systeme unter Umständen nicht oder nur begrenzt einsetzbar.

Im Folgenden werden zwei eingesetzte CRSs vorgestellt. Bei beiden Systemen handelt es sich um web-basierte Lösungen, um Studierenden eine kostenfreie Teilnahme zu ermöglichen sowie eventuelle Inkompatibilitäten von Clicker-Apps zu umgehen.

---

<sup>1</sup> <https://kahoot.com/blog/2016/12/13/jumble-is-live/>

<sup>2</sup> <http://trypingo.com/en/features/>

### 2.1.1. Pingo

PINGO (Peer Instruction for Very Large Groups)<sup>3</sup> ist ein an der Universität Paderborn entwickeltes CRS (vgl. Kundisch, Hermann et al., 2013). Neben Single-/Multiple-Choice-Fragen mit bis zu neun Antwortmöglichkeiten erlaubt PINGO auch, dass Lehrpersonen einen numerischen Wert oder Freitext als Antworttyp angeben. Studierende melden sich auf der PINGO-Webseite über einen Code an, der für alle Teilnehmer gleich ist. Dies hat den Vorteil, dass Studierende anonym antworten können, führt aber zeitgleich dazu, dass die Teilnehmerzahl vorab unbekannt ist. Lehrende müssen daher ein Zeitfenster vorgeben, in dem Antworten abgegeben werden können. Dieses Zeitfenster kann dynamisch verlängert oder verkürzt werden. Um dies sinnvoll abzuschätzen, können Lehrpersonen die Anzahl der bisher abgegebenen Antworten heranziehen. Diese zeigt PINGO allerdings nur in der App für Lehrpersonen und nicht in der Webversion an.

Aufgrund der anonymen Teilnahme ist eine Manipulation des Ergebnisses durch mehrfaches Teilnehmen möglich<sup>4</sup>. Trotz der anonymen Teilnahme ist die Nachverfolgung des Lernfortschritts einzelner Studierender in begrenzter Form möglich, da bei der erstmaligen Abgabe einer Antwort auf dem Abgabegerät eine zufällig genierte Identifikationsnummer (ID) als Cookie im Browser gespeichert wird. Weitere Antworten mit demselben Gerät, ohne vorherige Löschung der Cookies, erfolgen unter der gleichen ID. Innerhalb einer Vorlesung kann daher davon ausgegangen werden, dass Studierende mehrfach dieselbe ID nutzen. Über mehrere Vorlesungen hinweg ist dies jedoch unwahrscheinlich, da der Browser-Cookie mit der ID nur begrenzt lange gültig ist und gelöscht werden kann.

Bei Single-/Multiple-Choice-Fragen erhalten Lehrpersonen die Antworten in Form eines Balkendiagramms. In einer separaten Legende sind zudem absolute und relative Zahlen der abgegebenen Antworten sowie die Teilnehmerzahl ersichtlich. Es ist Lehrpersonen vorbehalten zu entscheiden, ob das Abstimmungsergebnis den Studierenden gezeigt wird.

### 2.1.2. Kahoot

Kahoot<sup>5</sup> ist ein CRS aus Norwegen, welches sich von PINGO insbesondere durch seine Gamificationaspekte unterscheidet. So erhalten Studierende Punkte für korrekte Antworten. Eine Highscore-Tabelle am Ende jeder Frage zeigt an, wer am meisten Punkte bekommen hat. Wie bei PINGO erfolgt die Anmeldung ebenfalls über einen Code, der für alle Studierende gleich ist. Im Anschluss müssen die Studierenden aber zusätzlich ein Pseudonym wählen. Erst wenn alle Studierende ein Pseudonym gewählt haben, können Fragen gestellt werden. Im Vergleich zu PINGO bietet sich Kahoot daher nicht an, um (schnell) einzelne Fragen zu stellen. Stattdessen sollte Kahoot eingesetzt werden, wenn mehrere Fragen hintereinandergestellt werden (z. B. bei Wiederholungen). Kahoot unterstützt Single/Multiple-Choice- und Zuordnungsaufgaben, die jedoch nicht miteinander gemischt werden

---

<sup>3</sup> <http://pingo.upb.de/>

<sup>4</sup> Zur mehrfachen Teilnahme genügt es, die PINGO-Webseite in privaten Browser-Tabs zu öffnen.

<sup>5</sup> <http://kahoot.it>

können. Es können zudem maximal vier Antwortmöglichkeiten vorgegeben werden. Lehrpersonen müssen für jede Aufgabe ein Zeitfenster für die Abgabe der Antwort angeben, welches aber nicht dynamisch angepasst werden kann. Entsprechend muss vorab abgeschätzt werden, wie lange es dauert, die Aufgabe zu erfassen und zu lösen. Bei Kahoot ist jedoch die Anzahl der Teilnehmer bekannt, wodurch das Zeitfenster automatisch geschlossen wird, sobald alle Teilnehmer eine Antwort abgegeben haben. Die richtige Antwort und die Verteilung der Antworten werden direkt für alle ersichtlich angezeigt. Ebenso gibt es einen vorläufigen Highscore nach jeder Aufgabe.

## 2.2 Peer Instruction

Einen didaktischen Rahmen für den Einsatz von Classroom-Response-Systemen liefert die Methode „Peer Instruction“ von Mazur (vgl. Mazur, 1997; Mazur, 2006). Diese wurde ursprünglich zur Verbesserung der Lehre in großen Physik-Lehrveranstaltungen entwickelt, ist aber unabhängig vom Fachgebiet einsetzbar. Die Methode gibt Lehrpersonen ein Vorgehen vor, wie bei bestimmten Prozentsätzen an richtigen Lösungen vorzugehen ist. Dargestellt ist dieses Vorgehen in Abbildung 1.

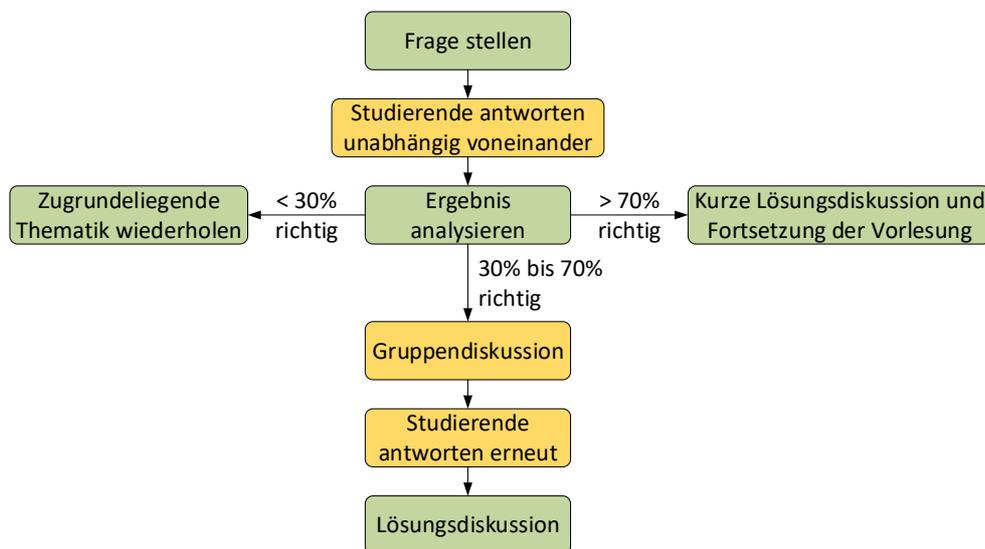


Abbildung 1: Ablauf der Methode Peer Instruction

Lehrpersonen stellen zunächst eine Frage mittels eines CRS und die Studierenden antworten anfangs individuell. Dies gibt einen Überblick, inwieweit die behandelte Thematik bereits verstanden wurde. Falls ein Großteil der Studierenden falsch geantwortet hat – als Richtwert wird oft weniger als 30 % korrekter Antworten genannt – wird die Thematik noch einmal aufgegriffen und erneut besprochen. Gibt es überwiegend korrekte Antworten – als Richtwert wird oft mehr als 70 % korrekter Antworten genannt – werden die Lösungsmöglichkeiten kurz diskutiert und die Vorlesung wird fortgesetzt. Bei 30% bis 70% richtigen Antworten wird eine Gruppendiskussion angeregt. Diese soll Studierende dazu bringen, ihre eigenen Antworten kritisch zu reflektieren und gegenüber anderen zu verteidigen. Neben einer tieferen Auseinandersetzung mit den Vorlesungsinhalten wird auch eine kommunikative Kompetenz der Studierenden gefördert. Im Anschluss an die Gruppendiskussion wird durch erneutes Stellen derselben oder einer inhaltlich isomorphen Frage überprüft,

welche Auswirkungen die Gruppendiskussion hatte (vgl. Porter et al., 2011). Im Idealfall erschließen sich die Studierenden die richtige Antwort durch die Gruppendiskussion und beim erneuten Stellen der Frage steigt die Anzahl der richtigen Antworten.

Peer Instruction hat neben der Physik Einzug in viele andere Fachgebiete gefunden und wird insbesondere auch in der Informatik eingesetzt (vgl. Pargas et al., 2006). Die Webseite [peerinstructions4cs.org](http://peerinstructions4cs.org) befasst sich explizit mit dem Einsatz von Peer Instruction in der Informatik. Neben einer Listung von Forschungsergebnissen zu dem Thema werden auch Kursmaterialien für verschiedene Themengebiete der Informatik angeboten. Dieses Kursmaterial deckt einige grundlegende Veranstaltungen des Informatikstudiums ab. Dazu zählen Programmierung, Programmiersprachen und Datenstrukturen. Zum Thema „Datenbanken“ findet sich allerdings kein Material, obwohl es zu dem Basiswissen gehört, das im Informatikstudium vermittelt wird. Daher wurde für die Vorlesung „Grundlagen von Datenbanken“ ein neuer Fragenkatalog erstellt (siehe Abschnitt 4).

Porter und Kollegen (2006) haben in einer Untersuchung zweier Informatikveranstaltungen belegt, dass Studierende etwas bei der Gruppendiskussion lernen und nicht nur die Antworten von ihren Gruppenmitgliedern kopieren. Hierzu wurden inhaltlich isomorphe Frage gestellt, um zu beurteilen, ob es zu einem Lerneffekt kam oder nicht (vgl. Porter et al., 2006). Caldwell konnte zudem den positiven Einfluss auf Klausurergebnisse belegen (vgl. Caldwell, 2007).

Die Studie von Lee und Kollegen (2013) zeigt, dass Peer Instruction nicht nur in Grundlagenveranstaltungen sondern auch in weiterführenden Lehrveranstaltungen einen positiven Einfluss hat (vgl. Lee et al., 2013). Neben Literatur über den Einsatz von Clicker-Fragen und Peer Instruction gibt es diverse Best Practices hinsichtlich der Erstellung von Clicker-Fragen (vgl. Beatty et al., 2006; Bruff, 2009; Caldwell, 2007; Duncan, 2008; Simon & Cutts, 2012).

### 3 Forschungsfrage

Bisher konnten nur wenige Studierende aktiviert werden. Durch den Einsatz von CRSs und Peer Instruction soll die Anzahl aktiv teilnehmender Studierender erhöht werden. Daraus ergibt sich die erste Forschungsfrage:

**(F1)** Wie viele der Studierenden können durch CRSs und Peer Instruction aktiv in die Vorlesungen zu „Grundlagen von Datenbanken“ eingebunden werden?

Die Gruppendiskussion, die bei Peer Instruction vorgesehen ist, soll Studierenden dabei helfen, einander bei der Erschließung der richtigen Antwort zu helfen und die kommunikative Kompetenz zu stärken. Hieraus ergibt sich die zweite Forschungsfrage:

**(F2)** Welchen Einfluss hat die Gruppendiskussion auf die Ergebnisse der mit CRSs gestellten Aufgaben?

Um den Einsatz von CRSs und Peer Instruction sinnvoll einplanen zu können, ist es notwendig, abschätzen zu können, wie viel Zeit für die Beantwortung einer Frage eingeplant muss. Dies führt zur dritten Forschungsfrage:

**(F3)** Wie viel Zeit ist für den Einsatz von CRSs und Peer Instruction einzuplanen?

Jede Anpassung eines Lehrkonzepts birgt die Gefahr der Verschlechterung gegenüber dem bisherigen Konzept, daher wird als vierte Forschungsfrage festgehalten:

**(F4)** Wie empfinden die Studierenden den Einsatz von CRSs und Peer Instruction?

#### 4 Erstellung des Fragenkatalogs

Als Basis für Peer Instruction dienen sogenannte Clicker-Fragen, die während der Lehreinheit gestellt werden, um zu überprüfen, ob Studierende die Inhalte verstanden haben und anwenden können (vgl. Caldwell 2007). Das Wort „Clicker“ bezieht sich dabei auf das Gerät, welches Studierende bei traditionellen CRSs nutzen, um ihre Antwort abgeben zu können (siehe Abschnitt 2.1). Im Folgenden wird erläutert, wie bei der Erstellung eines Fragenkatalogs für die Vorlesung „Grundlagen von Datenbanken“ vorgegangen wurde.

Nach Mazur (vgl. Mazur, 1997) müssen Fragen, die mittels CRSs gestellt werden, folgenden Anforderungen erfüllen:

- (A1)** Eine Frage darf nicht trivial sein, aber auch nicht zu schwer sein. Ziel ist es, in den Bereich von 30% bis 70% richtiger Antworten zu kommen, sodass Peer Instruction eingesetzt werden kann.
- (A2)** Eine Frage muss binnen weniger Sekunden oder Minuten erfassbar sein.
- (A3)** Lösungen müssen derart gestaltet sein, dass sie Aufschluss darüber geben, ob das Lernziel verstanden wurde oder nicht.
- (A4)** Falsche Antworten sollten verlockend sein, d. h. oberflächliches Verständnis sollte auch zu einer falschen Antwort führen.

Vor dem ersten Einsatz ist es schwierig abzuschätzen, ob eine Frage alle Anforderungen erfüllt. Insbesondere, ob die Anforderungen A1 und A2 erfüllt sind, kann meist erst nach erstmaligen Stellen der Frage überprüft werden. In Abschnitt 6 wird diskutiert, inwiefern die erstellten Fragen diese Anforderungen erfüllen.

Um zu gewährleisten, dass Fragen die Anforderungen A3 und A4 erfüllen, wurden gängige Fehlannahmen genutzt, die aus den vorangegangenen Durchführungen der Lehrveranstaltung bekannt sind, teils aus der Korrektur der Heimübungen und Klausur und teils aus dem Erfahrungswissen der Lehrpersonen. Antworten, die auf gängigen Fehlannahmen basieren, sind zum einen verlockend, wenn man sich der korrekten Antwort nicht sicher ist, und zum anderen ist für Lehrpersonen anhand dieser Antworten erkennbar, welcher Fehlannahme die Studierenden unterlagen. Für Studierende gibt es potentiell zwei Möglichkeiten, mit ihren Fehlannahmen konfrontiert zu werden: in der Gruppendiskussion und in der Lösungsdiskussion. Beide Diskussionen bieten zudem die Chance, dass auch Studierende, die die korrekte Antwort bereits kennen, etwas aus den Fehlern der anderen lernen. Insbesondere, wenn falsche Antworten sehr nah an einer richtigen Antwort liegen, können den Studierenden die Feinheiten der Inhalte nähergebracht werden. Dies ermöglicht ihnen ein tieferes Verständnis der Vorlesungsinhalte. Ebenso können falsche Antworten genutzt werden, um Inhalte zu wiederholen oder um einen Ausblick auf weitere Inhalte zu geben.

## 5 Ausgangslage und Durchführung

In diesem Abschnitt wird die Ausgangslage für Nutzung von CRSs und Peer Instruction beschrieben. Darüber hinaus wird erläutert, wie CRSs und Peer Instruction in der Lehrveranstaltung eingesetzt wurden.

Die Vorlesung *Grundlagen von Datenbanken* wird bereits seit dem Sommersemester 2012 von der Professur für *Datenbanken und Electronic Commerce* gehalten. Diese Lehrveranstaltung ist für alle Studierenden der Studiengänge Informatik und Wirtschaftsinformatik verpflichtend. Laut Studienplan ist die Lehrveranstaltung für das vierte Semester vorgesehen, sie wird jedoch auch häufig von Studierenden des zweiten Semesters besucht. Durchschnittlich waren in den letzten Jahren etwa 250 Studierende für die Lehrveranstaltung eingeschrieben. In diesem Semester nahmen jedoch 345 Studierende teil. Von diesen haben über 120 regelmäßig die Vorlesung besucht und 212 Studierende haben die Klausur geschrieben.

In Kooperation mit dem Autor wurden Vorlesungen um die Aktivphasen erweitert, in denen, mittels CRSs, Aufgaben gestellt wurden. Es kam zu einem Co-Teaching, bei dem der Autor die Aktivphasen geleitet hat, während die Vorlesungsteile vom Lehrstuhlinhaber gehalten wurden.

Eine Vorlesung zu *Grundlagen von Datenbanken* dauert üblicherweise 90 Minuten. Dieses Semester wurde die Vorlesung aber mehrfach (planmäßig) um bis zu 45 Minuten verlängert, da aufgrund von Feiertagen drei Termine ausfielen. Die verlängerte Vorlesungszeit von bis zu 135 Minuten erforderte zudem aktivierende Maßnahmen, um die Aufmerksamkeit der Studierenden hochzuhalten.

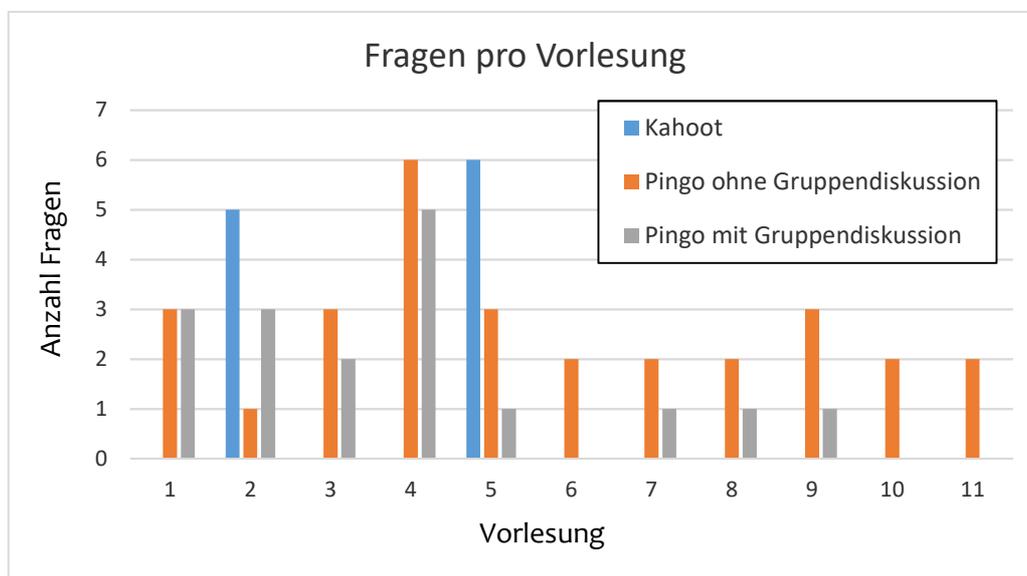


Abbildung 2. Anzahl der Clicker-Fragen pro Vorlesung

Abbildung 2 stellt dar, wie viele Fragen pro Vorlesung gestellt wurden. Unterschieden wird dabei zwischen Pingo- und Kahoot-Fragen. Bei Pingo wird weiter differenziert zwischen Fragen, bei denen es zu einer Gruppendiskussion kam, und denen, bei denen dies nicht der Fall war. Im Falle einer Gruppendiskussion wurde die betreffende Frage im An-

schluss an die Diskussion ein zweites Mal gestellt. In den elf Vorlesungen wurden insgesamt 40 verschiedene Fragen mittels Pingo gestellt. Bei 16 dieser Fragen kam es zu Gruppendiskussionen. Es gab zwei Themenblöcke, die sich über zwei Vorlesungstermine erstreckten. Zu Beginn des zweiten Termins gab es daher eine Wiederholung der Inhalte des ersten Termins (siehe Vorlesung 2 und 5). Dabei wurden insgesamt elf Fragen mit Kahoot gestellt.

Die Häufung der Fragen in den ersten fünf Vorlesungen hat verschiedene Gründe: (1) Es mussten zunächst Erfahrungswerte bezüglich einer sinnvollen Anzahl an Fragen sowie der benötigten Zeit pro Frage gewonnen werden. (2) Es musste erprobt werden, wie die Studierenden auf den Einsatz von Classroom-Response-Systemen und Peer Instruction reagieren. (3) Es wurden viele verschiedene Konzepte (z. B. Operatoren) in kurzer Zeit eingeführt, wodurch ein erhöhter Übungsbedarf bestand. (4) Der Vorlesungsstoff bot viele Möglichkeiten für geeignete Fragen. (5) Die ersten sechs Vorlesungen gingen über die vollen 135 Minuten.

In Vorlesung 6 wurden aufgrund einer zeitlich sehr umfangreichen Lösungsdiskussion vier der sechs vorbereiteten Fragen kurzfristig in die Präsenzübung ausgelagert. Ab Vorlesung 7 wurde nur vereinzelt über die 90 Minuten Vorlesungszeit hinausgegangen und der Vorlesungsstoff bot weniger Möglichkeiten für geeignete Fragen. Zudem haben sich 3-5 Fragen pro (90-minütiger) Vorlesung als gutes Maß erwiesen.

## 6 Evaluation

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse des Einsatzes von CRSs und Peer Instruction näher untersucht. Hierzu werden die Daten betrachtet, die während der Durchführung des angepassten Lehrkonzepts (Kapitel 5) erhoben wurden. Innerhalb der Analyse werden jeweils die in Abschnitt 3 definierten Forschungsfragen beantwortet.

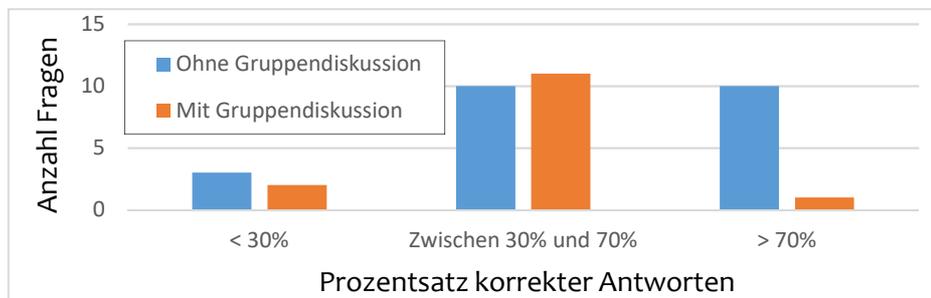
### 6.1 Datensatz

Im Laufe der Veranstaltung wurden 40 verschiedene Fragen mittels Pingo und elf per Kahoot gestellt. Im Nachfolgenden liegt der Fokus auf den Pingo-Fragen, da bei diesen auch Peer Instruction angewandt wurde. Zur Analyse der Daten wurde ein Analysewerkzeug, PingoAnalyzer, entwickelt. Es erlaubt Manipulationsdetektion und kann Änderungen im Antwortverhalten analysieren und diese als Tabelle oder Sankey-Diagramm darstellen (siehe Abschnitt 7.3).

Von den 40 Pingo-Fragen enthielten drei inhaltliche Probleme: Bei einer Frage war streng nach Definition gesehen keine Antwort richtig; da dies jedoch nur einem Studierenden auffiel, werden die Ergebnisse im Folgenden dennoch betrachtet. Bei einer anderen Frage wurde ein Beispiel angegeben, um die Frage einfacher erfassen zu können. Das Beispiel schloss jedoch einen Grenzfall nicht mit ein und dies führte dazu, dass es bezogen auf das Beispiel, zwei richtige Antworten gab. Da jedoch nach der generellen Antwort gefragt war und das Beispiel nur unterstützen sollte, werden auch die Ergebnisse dieser Frage nachfolgend betrachtet. Die dritte Frage mit inhaltlichen Problemen enthielt einen falschen Bezeichner in der Frage. Zudem wurde das Abstimmungsergebnis dieser Frage manipuliert. Zu einer solchen Manipulation kam es ebenfalls bei zwei weiteren Fragen. Da das nötige Wissen zum Erkennen manipulierter Ergebnisse (siehe Abschnitt 7.5) zum Zeitpunkt

des Stellens der Frage existierte, werden die Ergebnisse aller manipulierten Fragen nachfolgend ignoriert. Entsprechend werden im weiteren Verlauf nur die Ergebnisse von 37 der 40 Pingo-Fragen betrachtet.

## 6.2 Eignung der Fragen



**Abbildung 3. Prozentuale Anzahl korrekter Antworten gruppiert nach Eignung für Peer Discussions**

Abbildung 3 zeigt eine Analyse, in welchem Bereich die Anzahl der korrekten Antworten lagen. Dies gibt Aufschluss darüber, ob die entwickelten Fragen Anforderung A1 (siehe Abschnitt 4) erfüllen. Es werden hier ausschließlich die 37 mit Pingo gestellten Fragen betrachtet, da Kahoot nur zu Wiederholungszwecken eingesetzt wurde und mit den Kahoot-Fragen die Anregung einer Gruppendiskussion nicht vorgesehen war. Von den 37 mit Pingo gestellten Fragen, lagen 21 in dem Bereich von 30 % bis 70 % korrekter Antworten, den Mazur als Richtlinie angibt (vgl. Mazur, 2006), um eine Gruppendiskussion durchführen zu können. In elf Fällen wurde auch eine Peer Discussion angeregt<sup>6</sup>. In den anderen zehn Fällen wurde aus verschiedenen Gründen darauf verzichtet: Zeitmangel (4-mal), Ergebnis war nur knapp unter 70 % (4-mal), Gruppendiskussion wurde bereits vorab angeregt (1-mal), oder mangelnde Erfahrung in der Interpretation von Multiple-Choice-Ergebnissen (1-mal). Letzteres ist auch Grund für die unnötige Anregung der Peer Discussion bei der Frage mit über 70 % korrekter Antworten. Insgesamt waren elf Fragen tendenziell zu einfach, da bereits beim erstmaligen Stellen über 70 % der Studierenden korrekt geantwortet haben. Es führten fünf der 37 Fragen zu weniger als 30 % korrekter Antworten und sind somit als zu schwer oder zeitlich zu komplex einzustufen (siehe Anforderung A2 in Abschnitt 4).

## 6.3 Anzahl Teilnehmer

Forschungsfrage F1 legt den Schwerpunkt darauf, wie viele Studierende mit dem Einsatz von CRSs und Peer Instruction innerhalb der Vorlesungen zu „Grundlagen von Datenbanken“ erreicht werden können. Zur Beantwortung dieser Frage ist in Abbildung 4 die minimale, maximale sowie durchschnittliche Anzahl an Teilnehmern pro Vorlesung dargestellt. Die gesamte Anzahl an Studierenden ist jeweils auf +/- 15 geschätzt, da im Verlauf einer

<sup>6</sup> Bei zwei manipulierten Umfragen wurde ebenfalls eine Gruppendiskussion angeregt, da die Manipulation erst im Anschluss auffiel.

Vorlesung oft Studierende den Raum später betreten oder vorzeitig verlassen. Durchschnittlich nehmen über 50 % aller Anwesenden an Fragen teil. In den ersten fünf Vorlesungen war die maximale Teilnehmerzahl stets über 70 %, teilweise sogar bei 85 %. Durchgängig nahmen immer mindestens 30 % der Anwesenden an den Fragen teil.

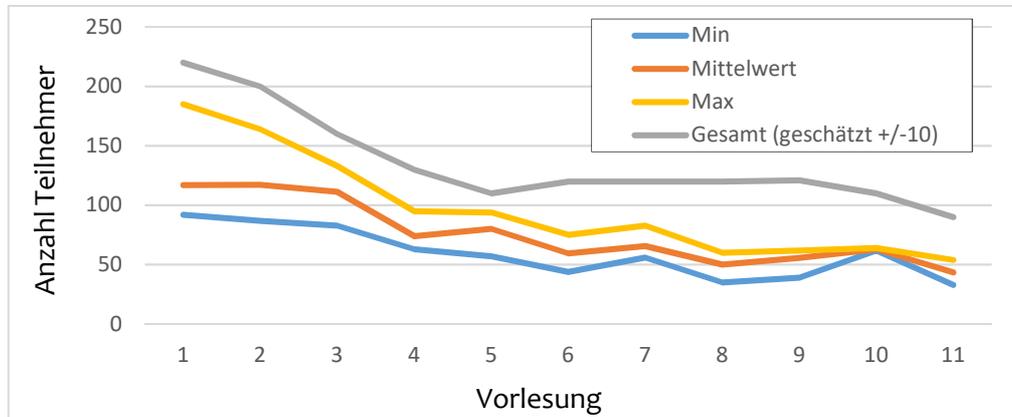


Abbildung 4. Minimale, durchschnittliche und maximale Anzahl von Teilnehmern an Clicker-Fragen

Werden die Teilnehmerzahlen über alle Vorlesungen hinweg betrachtet, so wird deutlich, dass mit steigender Vorlesungszahl weniger Studierende an den Fragen teilnehmen. Zum einen kann dies auf einen Gewöhnungseffekt zurückgeführt werden. Zum anderen werden auch die Themen mit zunehmender Vorlesungsdauer schwieriger. Der Abfall der Gesamtteilnehmerzahl ist durchaus üblich und war auch in früheren Iterationen der Lehrveranstaltungen zu verzeichnen. Die Lehrperson, die die Veranstaltung in diesem und den letzten Semestern hauptverantwortlich betreut hat, geht jedoch davon aus, dass im Vergleich zu den letzten Jahren der Abfall der Teilnehmerzahlen geringer war und dies trotz Vorlesungen mit einer Dauer von bis zu 135 Minuten.

#### 6.4 Einfluss der Gruppendiskussionen: Allgemeine Betrachtung

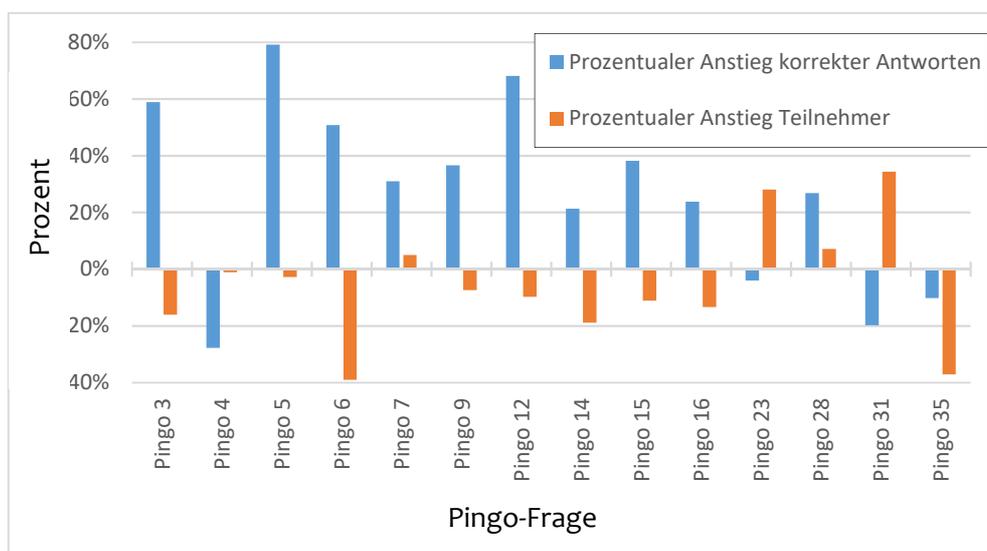


Abbildung 5. Prozentualer Anstieg korrekter Antworten und Anzahl Teilnehmer

Bei 14 von 37 Pingo-Fragen fand eine Gruppendiskussion statt. Abbildung 5 zeigt den prozentualen Anstieg korrekter Antworten nach der Gruppendiskussion. Des Weiteren wird der Anstieg an Teilnehmern dargestellt. In 10 von 14 Fällen steigt die Anzahl korrekter Antworten nach der Gruppendiskussion. Durchschnittlich kam es zu einer 27%igen Verbesserung des Ergebnisses. Bei den Pingo-Fragen 4, 5 und 35 handelt es sich um die Fälle, bei denen streng nach den Vorgaben von Mazur (vgl. Mazur, 1997) keine Gruppendiskussion hätte angeregt werden sollen. Zweimal kam es hier zu einer Verschlechterung des Ergebnisses (Pingo 4 und 35), einmal jedoch auch zu einer Verbesserung (Pingo 5).

In 10 von 14 Fällen fiel die Anzahl der Teilnehmer beim zweiten Stellen der Frage. Dies ist darauf zurückzuführen, dass oftmals Antworten im Anschluss an die Diskussion pro Gruppe und nicht mehr unbedingt pro Teilnehmer angegeben wurden. Der Anstieg der Teilnehmerzahlen in den verbleibenden vier Fällen ist vermutlich darin begründet, dass die Zeit für die erstmalige Beantwortung zu kurz gewählt wurde.

Die prozentuale Darstellung ist nicht immer deckungsgleich mit den absoluten Zahlen, da die Teilnehmerzahl zwischen dem ersten und zweiten Stellen der Frage variiert. In Abbildung 6 ist daher auch der absolute Anstieg korrekter Antworten für die zweimal gestellten Fragen dargestellt. In zehn Fällen (Pingo-Fragen 3, 4, 5, 7, 9, 12, 15, 16, 28 und 35) kommt es zu einem Anstieg bzw. einem Fallen sowohl der absoluten als auch der prozentualen Anzahl korrekter Antworten. Bei den Pingo-Fragen 6 und 14 sinkt die Teilnehmerzahl. Gleichzeitig gibt es prozentual gesehen mehr korrekte Antworten. Betrachtet man jedoch die absoluten Zahlen, so gibt es weniger korrekte Antworten. Bei den Pingo-Fragen 23 und 31 ist das Ergebnis prozentual schlechter geworden, wenngleich absolut gesehen mehr korrekte Antworten abgegeben wurden. Um diese Zahlen erklären zu können, ist eine Betrachtung der Ergebnisse bezogen auf einzelne Teilnehmer nötig.

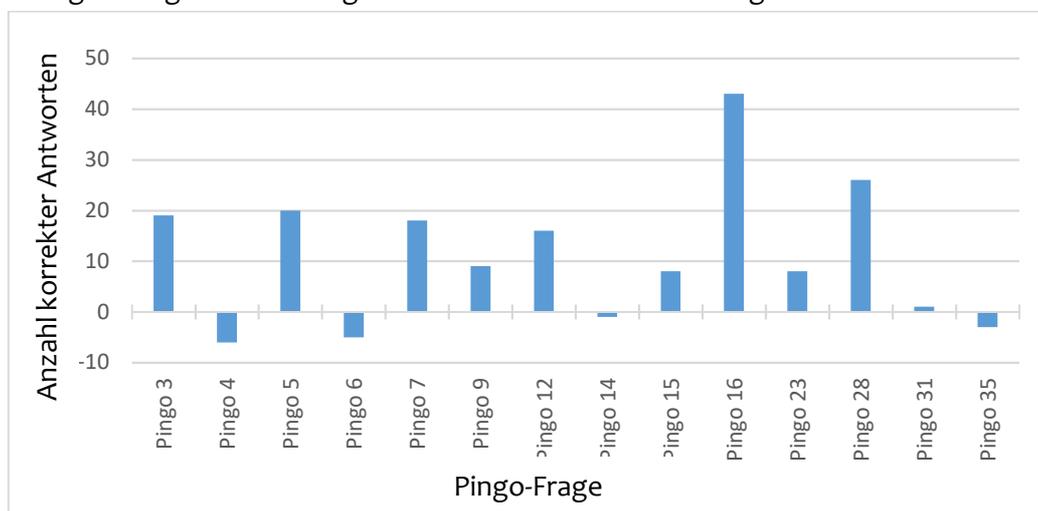


Abbildung 6. Absoluter Anstieg korrekter Antworten

## 6.5 Einfluss der Gruppendiskussion: Individuelle Betrachtung

Anhand der ID, die Pingo für abgegebene Antworten vergibt, kann man die Daten noch differenzierter betrachten.

Tabelle 1 stellt dar, welche Studierenden bei ihrer Antwort geblieben sind (Konstant Richtig/Falsch), welche ihre Antwort nach der Diskussion geändert haben (Richtig zu Falsch oder Falsch zu Richtig), welche nach der Diskussion nicht mehr teilgenommen haben (Richtig/Falsch zu nicht teilgenommen) oder welche erst nach der Diskussion teilgenommen haben (nicht teilgenommen zu Richtig/Falsch). Die Pingo-Fragen 16, 28 und 35 werden dabei nicht betrachtet, da es sich dabei um Multiple-Choice-Fragen handelt. Löscht ein Teilnehmer seinen Browser-Cookie zwischen dem ersten und zweiten stellen, werden konstant richtige bzw. konstant falsche Antworten statt in Spalte 2/3 in Spalte 6/7 und Spalte 8/9 gezählt werden. Zum Beispiel könnte ein Studierender richtig geantwortet haben, einen neuen privaten Tab geöffnet haben und wieder richtig geantwortet haben. Dies würde in dem Fall nicht in der Spalte 2 (Konstant Richtig), sondern in den Spalten 6 (Richtig zu nicht teilgenommen) und 8 (Nicht teilgenommen zu Richtig) erfasst.

Tabelle 1: Individuelle Veränderungen des Antwortverhaltens

Frage	Konstant Richtig	Konstant Falsch	Richtig zu Falsch	Falsch zu Richtig	Richtig zu nicht teilgenommen	Falsch zu nicht teilgenommen	Nicht teilgenommen zu Richtig	Nicht teilgenommen zu Falsch
Pingo 3	37	13	0	22	20	20	17	5
Pingo 4	8	44	9	4	4	24	3	24
Pingo 5	16	34	4	20	7	25	11	18
Pingo 6	37	29	3	18	22	55	2	11
Pingo 7	35	20	1	17	12	15	14	18
Pingo 9	23	28	2	13	9	19	7	14
Pingo 12	22	23	4	22	5	16	3	9
Pingo 14	31	10	4	15	18	11	6	5
Pingo 15	25	14	3	12	7	11	6	4
Pingo 23	22	10	2	10	8	2	8	18
Pingo 31	7	18	5	2	1	2	5	10
<b>Durchschnitt:</b>	23,91	22,09	3,36	14,09	10,27	18,18	7,45	12,36

Die individuelle Betrachtung der Studierenden macht deutlich, dass im Durchschnitt etwa gleich viele Studierende bei einer richtigen bzw. einer falschen Antwort bleiben. Gleichzeitig wechseln deutlich mehr Studierende von einer falschen zu einer richtigen Antwort (im Schnitt 14,09) als umgekehrt (im Schnitt 3,36). Dies unterstreicht den positiven Effekt der Gruppendiskussion und beantwortet Forschungsfrage F2 dahingehend, dass die Gruppendiskussion oft dazu führt, dass Studierende aus ihren Fehlern lernen. Studierende, die zunächst falsch geantwortet haben, nehmen öfter nicht an der zweiten Abstimmung teil als Studierende, die richtig geantwortet haben. Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass sie sich aufgrund ihrer Unsicherheit über die eigene Antwort beim zweiten Mal lieber enthalten, oder sie schließen sich der korrekten/falschen Antwort eines Gruppenmitglieds an und stimmen selbst nicht noch einmal ab. Wird erst bei der zweiten Abstimmung nach der Gruppendiskussion teilgenommen, so gibt es eine leichte Tendenz, dass in diesem Fall eher falsch geantwortet wird. Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass einigen Studierenden die ursprüngliche Zeit zur Beantwortung der Frage nicht genügte, sie daher die Zeit für die Gruppendiskussion zum Verständnis der Frage nutzen und deswegen erst beim zweiten Stellen der Frage teilnehmen.

In Abschnitt 6.4 wird gezeigt, dass für die Pingo-Fragen 6 und 14 die Anzahl korrekter Antworten prozentual steigt, aber absolut gesehen sinkt. Die individuelle Betrachtung zeigt in beiden Fällen, dass weit mehr Teilnehmer von einer falschen zu einer richtigen Antwort gelangen als andersherum. Dies bestätigt den positiven Einfluss, der anhand der prozentualen Betrachtung erkennbar ist.

Bei den Pingo-Fragen 23 und 31 ist das prozentuale Ergebnis schlechter, aber das absolute besser. Im Falle von Pingo-Frage 23 kommt eine hohe Anzahl falscher Antworten in der zweiten Runde hinzu, dadurch ist das Ergebnis prozentual schlechter. Es änderten sich aber 10 Antworten von falsch zu richtig und nur 2 von richtig zu falsch, somit ist dennoch ein positiver Effekt der Gruppendiskussion zu beobachten. Bei Pingo-Frage 31 nimmt nur ein Teilnehmer, der richtig geantwortet hat, nicht beim zweiten Mal teil. Da zwei Studierende zu einer richtigen Antwort wechseln, ist das Ergebnis absolut besser. Dennoch wechselten mehr Studierende von einer richtigen zu einer falschen Antwort und es kamen mehr falsche als richtige Antworten hinzu. Somit hatte die Gruppendiskussion im Falle von Pingo-Frage 31 keinen positiven Effekt, was das prozentual schlechtere Ergebnis schon andeutete. Die vermehrt falschen Antworten nach der Gruppendiskussion sowie die geringe Teilnahmequote von 35 Studenten beim ersten und 47 Studenten beim zweiten Stellen der Frage, weisen darauf hin, dass Pingo-Frage 31 zu komplex gewesen sein könnte.

## 6.6 Dauer der Gruppendiskussionen

Forschungsfrage F3 befasst sich damit, wie viel Zeit für den Einsatz von CRSs und Peer Instruction einzuplanen ist. Im Folgenden wird differenziert betrachtet, wie viel Zeit für das Stellen der Fragen, die Gruppendiskussion und die anschließende Lösungsdiskussion aufgewandt wurde.

Nach Anregung einer Gruppendiskussion steigt die Lautstärke im Hörsaal merklich an. Sinkt die Lautstärke nach einer Zeit, kann dies als Zeichen gewertet, dass die Studierende mit ihrer Diskussion in der Endphase angekommen sind. Innerhalb der Vorlesungen wurde bei deutlich sinkendem Lautstärkepegel die zweite Abstimmung (meist mit einem Zeitlimit von 30 Sekunden) gestartet. Gemessen vom Ende der ersten Abstimmung bis zum Ende der zweiten Abstimmung sind im Durchschnitt 2 Minuten und 30 Sekunden vergangen. Für die erste Abstimmung wurde im Schnitt (gesehen auf alle 40 Pingo-Fragen) ein Zeitlimit von ca. 76 Sekunden gegeben. Hinzu kommt die Zeit für die Erläuterung der Frage sowie die Lösungsdiskussion, für die keine konkreten Zahlen erhoben wurden. Für ersteres wurden geschätzt ca. 1 bis 2 Minuten benötigt. Die Dauer der Lösungsdiskussion hängt vom Ergebnis ab. Lag ein Großteil der Studierenden schon bei erstmaliger Abstimmung richtig (> 70 %), wurde nur eine kurze Diskussion durchgeführt (1 bis 2 Minuten). Andernfalls kam es zu einer umfangreicheren Diskussion, die 2 bis 5 Minuten dauerte. Entsprechend kann es sein, dass eine Frage bis zu 10 Minuten der Vorlesungszeit benötigt.

## 6.7 Rückmeldung der Studierenden

In jedem Semester werden Studierenden durch die studentische Veranstaltungskritik (VKrit) zu ihrer Meinung zu der Lehrveranstaltung befragt. Die Bewertungskriterien der VKrit sind generell gehalten und nicht auf spezielle Veranstaltungen zugeschnitten. Für veranstaltungsbezogene Rückmeldungen erlaubt die VKrit die Angabe von freiformulierten positiven und negativen Kommentaren. In der VKrit für das Sommersemester 2017 befassen sich über 80 % der freiformulierten positiven Rückmeldungen mit dem Einsatz von Pingo und Kahoot. Insbesondere wurde erwähnt,

dass Pingo und Kahoot einem Konzentrationsverlust entgegenwirken, die Vorlesung auflockern, das Lernen fördern und dabei helfen, Verständnisfehler aufzudecken. Zeitgleich wurde dem Autor mehrfach mündlich rückgemeldet, dass der Einsatz von Pingo und Kahoot eine Bereicherung für die Vorlesung sei.

Neben den positiven gab es auch vereinzelte negative Rückmeldungen. Beispielsweise unterbreche der Einsatz von CRSs den Vorlesungsfluss, und manche Studierende waren nicht immer gewillt, ihr Smartphone für die Teilnahme an den Fragen hervorzuholen. Dennoch lässt sich anhand der Veranstaltungskritik und Teilnehmerzahlen festhalten, dass ein Großteil der Studierenden den Einsatz als sehr positiv empfand.

## 7 Erkenntnisse

In diesem Abschnitt werden verschiedene Erkenntnisse zusammengefasst, die beim Einsatz von Pingo und Kahoot sowie der Methode Peer Instruction gewonnen wurden.

### 7.1 Classroom-Response-Systeme

Pingo ist in vielerlei Hinsicht ein sowohl für Lehrpersonen als auch Studierende einfach nutzbares CRS. Der Einsatz von Pingo hat jedoch auch einige Schwächen offenbart: Obwohl Pingo für den Einsatz in großen Gruppen konzipiert ist, kam es mehrfach zu Antwortzeiten der Pingo-Webseite von jenseits der 10 Sekunden, und es wurden vereinzelt unbeabsichtigt Umfragen mehrfach gestartet. Zudem kam es seitens der Studierenden bei einigen Fragen zu Beschwerden, dass Pingo nur sehr behäbig bis gar nicht reagiere. Des Weiteren sind die Analysemöglichkeiten beschränkt auf Balkendiagramm sowie prozentuale und absolute Anzahl an Antworten pro Lösung. Automatische Vergleiche beim mehrmaligen Stellen der gleichen Frage wären wünschenswert, sind aber nur bei vorab definierten Fragen möglich. Das Fehlen der Anzeige für die Anzahl bisheriger Antworten in der Webversion sowie die Unwissenheit über die exakte Anzahl an Teilnehmern stellen weitere Probleme dar. Beides wäre für eine bessere Abschätzung der Antwortzeit notwendig.

Durch die synchrone Anmeldung aller Teilnehmer zu Beginn einer Kahoot-Fragerunde ist die maximale Teilnehmerzahl bekannt, dennoch kann die Zeit nicht von Lehrpersonen dynamisch angepasst werden, sondern muss fest für jede Frage vorgegeben werden. Die Anmeldung dauert aber vergleichsweise lang und kostet wertvolle Vorlesungszeit. Aus diesem Grund ist die Nutzung von Kahoot nur empfehlenswert, wenn mehrere Fragen hintereinandergestellt werden. Die Dauer der Anmeldung fällt weniger ins Gewicht, wenn Kahoot zu Beginn der Vorlesung eingesetzt wird, da die Anmeldung bereits kurz vor Vorlesungsbeginn freigeschaltet werden kann. Bei der Anmeldung ist Zeit einzuplanen, um unangemessene Pseudonyme zu entfernen. Zum Stellen einzelner Fragen verteilt über eine Vorlesung ist Kahoot nicht geeignet, da die Studierenden stets angemeldet bleiben müssten, weil eine Nachmeldung nicht möglich ist. Im Gegensatz zu Pingo bedarf die Vorbereitung von Fragen für Kahoot mehr Arbeit, da diese in die Webapplikation eingepflegt werden müssen und nicht auf einer separaten Folie angezeigt werden können. Ebenso ist Kahoot nicht für den Einsatz von Peer Instruction geeignet, da die korrekte Antwort direkt im Anschluss an die Frage angezeigt wird. Kahoot zeigte bei Teilnehmerzahlen von über 140 Studierenden keinerlei Verzögerung und der Gamification-Aspekt von Kahoot hat den

Studierenden sichtlich Freude bereitet. Insgesamt eignet sich Kahoot gut für Wiederholungen zu Beginn einer Vorlesung.

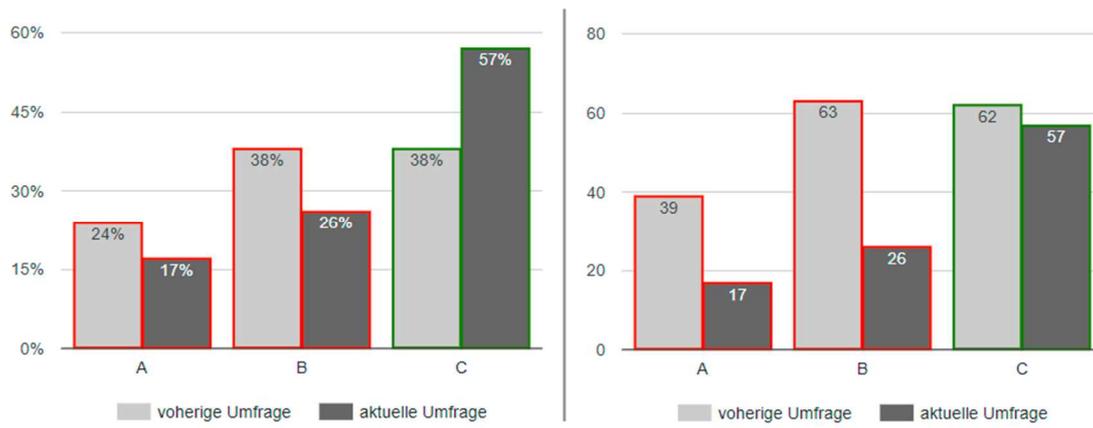
## 7.2 Peer Instruction und Gruppendiskussionen

Die Ergebnisse aus den Abschnitten 6.4 und 6.5 belegen den positiven Einfluss der Gruppendiskussion. Neben einem verbesserten Ergebnis von im Schnitt 27 % mehr korrekten Antworten zeigt auch die individuelle Analyse, dass dadurch mehr Studierende von einer falschen zu einer richtigen Antwort gelangen als umgekehrt. Zusätzlich wirken die Diskussionen sehr aktivierend und die Stimmung im Hörsaal wird meist merklich besser. Dennoch ist die Gruppendiskussion ein nicht zu unterschätzender Zeitfaktor, da pro Diskussion im Schnitt fast 2,5 Minuten vergehen. Wenn mehrere Fragen hintereinandergestellt werden und es dadurch auch zu aufeinanderfolgenden Gruppendiskussionen kommt, sinkt zudem die Bereitwilligkeit zu diskutieren. Mehr als zwei aufeinanderfolgende Diskussionen sollten daher vermieden werden. Eine gleichmäßige Verteilung der Fragen über eine Vorlesung hinweg sollte daher angestrebt werden, um von dem aktivierenden Effekt optimal profitieren zu können.

## 7.3 Analyse von Ergebnissen nach Gruppendiskussionen

Pingo bietet einige Analysemethoden für den Einsatz von Peer Instruction. Sofern Fragen vorab in einen Katalog einpflegt werden, können aufeinanderfolgende Ergebnisse zu derselben Frage miteinander verglichen werden. Der Vergleich zweier Umfragen ist nicht möglich, sofern die Fragen ad hoc formuliert werden, sich die Antwortreihenfolge ändert oder diese nicht direkt aufeinander folgen. In diesem Fall können Lehrpersonen zwar die Ergebnisse vergangener Umfragen einsehen, müssen den Vergleich aber manuell durchführen.

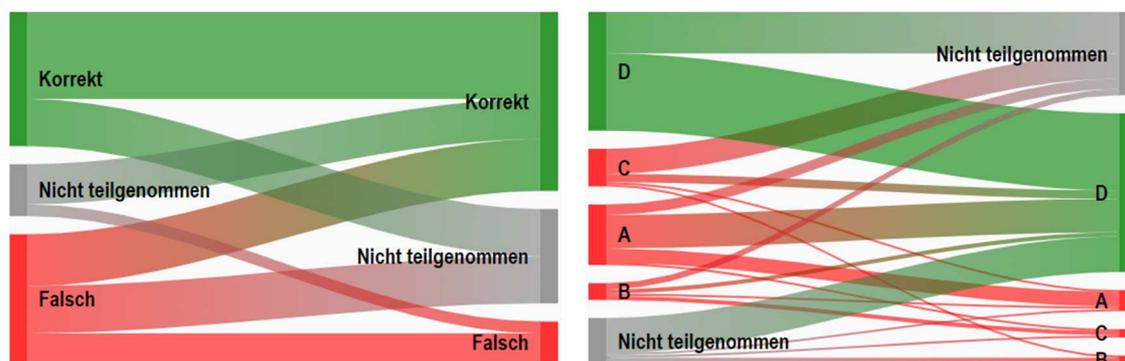
Für die Datenanalyse wurde eigens für diesen Artikel ein Werkzeug namens *PingoAnalyzer* entwickelt, das die Ergebnisse zweier beliebiger Umfragen gegenüberstellen kann. Dieses Werkzeug geht über die von Pingo bereitgestellten Analysemöglichkeiten hinaus und erlaubt nicht nur den Vergleich der prozentualen Ergebnisse, sondern auch die Darstellung der absoluten Antwortzahlen als Balkendiagramm. In Abbildung 7 sind die prozentualen und absoluten Zahlen für Pingo-Frage 6 gegenübergestellt und es ist ersichtlich, dass das Ergebnis prozentual besser, aber absolut schlechter wird. Wie in Abschnitt 6.4 dargestellt, kann es aufgrund von Veränderungen der Teilnehmeranzahl zwischen dem ersten und zweiten Stellen einer Frage dazu kommen, dass sich ein Ergebnis zwar prozentual verschlechtert, es sich jedoch absolut gesehen verbessert oder umgekehrt.



**Abbildung 7. Links prozentuale und rechts absolute Gegenüberstellung der Antwortzahlen vor und nach der Gruppendiskussion für Pingo-Frage 6 (korrekte Antwort ist C)**

Veränderungen im Antwortverhalten, wie in

Tabelle 1 dargestellt, können von Pingo ebenfalls für aufeinanderfolgende Ergebnisse zu dergleichen Katalogfrage dargestellt werden. PingoAnalyzer erlaubt diese ebenso für ad hoc gestellte Fragen und bietet zugleich eine Darstellung als Sankey-Diagramm (siehe Abbildung 8). Dadurch ist eine einfache Analyse der Zahlen noch während der Vorlesung möglich. Neben einer Gruppierung nach „Korrekt“, „Falsch“ und „nicht teilgenommen“ (links) können die Veränderungen auch zwischen den verschiedenen Antwortoptionen als Sankey-Diagramm dargestellt werden (rechts). Zu beachten ist dabei, dass diese Analyse auf den von Pingo vergebenen Teilnahme-IDs basiert und die Einschränkungen gelten, die in Abschnitt 6.5 bereits diskutiert wurden.



**Abbildung 8.** Sankey-Diagramm zur Darstellung von Veränderungen der Antworten für Pingo-Frage 3. Links sind die Antwortoptionen aggregiert zu Korrekt/Falsch und rechts sind die nicht aggregierten Antwortoptionen.

## 7.4 Lösungsdiskussion

Anfänglich wurde die Lösungsdiskussion meist verbal durchgeführt. Die verschiedenen Lösungsmöglichkeiten wurden durchgegangen und Studierende konnten sich äußern, was an den jeweiligen Antworten richtig bzw. falsch ist. Dabei wurde ein besonderer Fokus auf die Fehlannahmen gelegt, die falschen Antworten zugrunde lagen. Durch Fragen, die sich mit ähnlichen Inhalten befassten, wurde deutlich, dass ein Großteil der Studierenden immer noch bestimmten Fehlannahmen unterlag. Zeitgleich äußerten mehrere Studierende, dass sie nicht immer verstünden, weswegen bestimmte Antworten falsch seien. Als Konsequenz wurde die Lösungsdiskussion ausgebaut und die Fehlannahmen wurden auf zusätzlichen Folien oder an der Tafel behandelt, was zu positiven Rückmeldungen in Gesprächen mit den Studierenden führte.

## 7.5 Manipulierbarkeit

Da Pingo den Nutzer lediglich mit Browser-Cookies identifiziert, ist eine mehrfache Teilnahme durch die Nutzung mehrerer privater Browser-Tabs möglich. Dies lässt sich technisch automatisieren und eine hohe Anzahl an Antworten kann dadurch durch einen einzelnen Studierenden abgegeben werden. Während der Datenerhebung kam es zu drei eindeutigen Manipulationsfällen. In zwei Fällen lag die Anzahl der Teilnehmer weit über der Anzahl der Anwesenden. Der dritte Fall konnte nur durch ein eigens hierfür entwickeltes Werkzeug, PingoAnalyzer, aufgedeckt werden. Dieses Werkzeug analysiert, wie oft eine von

Pingo vergebene Teilnehmer-ID benutzt wurde. Bei den drei manipulierten Anfragen gab es eine ungewöhnlich hohe Anzahl an IDs, die lediglich einmalig für die jeweilige Frage genutzt wurden. Dies lässt sich dadurch begründen, dass ein Studierender automatisiert Antworten abgegeben hat und anschließend stets die zugeteilte ID verworfen hat (indem der Cookie gelöscht wurde). PingoAnalyzer könnte theoretisch auch zur Aufdeckung von Manipulationen während der Vorlesung genutzt werden, ist aber erst ab der zweiten Frage bei gleichen Teilnehmern einsetzbar, da bei der ersten Frage alle Teilnehmer-IDs erst einmal genutzt wurden.

Bei Kahoot ist eine Manipulation schwerer realisierbar, da sich vorab alle Teilnehmer mit einem Pseudonym anmelden müssen. Dennoch ist eine Manipulation theoretisch möglich, falls eine zeitgleiche Anmeldung mit mehreren Pseudonymen erfolgt. Eine Teilnahme mit einem Benutzerkonto (eventuell sogar dem Universitätskonto) könnte Manipulationen vorbeugen, führt gegebenenfalls aber auch zu weniger Teilnehmern, da zum einen die Teilnahmehürde steigt und zum anderen sich bei den Teilnehmern ein verstärktes Gefühl der Überwachung einstellt.

## 7.6 Beantwortung der Forschungsfragen

Die Antworten auf die in Kapitel 3 formulierten Forschungsfragen wurden bereits in den verschiedenen Unterabschnitten dieses Artikels gegeben. Nachfolgend werden diese Antworten noch einmal zusammengefasst.

Forschungsfrage F1 befasst sich damit, wie viele Studierende durch CRSs und Peer Instruction erreicht werden können. Abschnitt 6.3 geht auf die Anzahl an Teilnehmer genauer ein. Die konkrete Anzahl an Teilnehmer schwankt von Frage zu Frage, dennoch konnten im Durchschnitt mindestens 50 % der Anwesenden aktiviert werden. Bei zunehmenden Vorlesungsverlauf sank die Teilnahmequote, was auf einen Gewöhnungseffekt hindeutet oder an den zunehmend schwierigeren Vorlesungsinhalten liegen könnte. Eine Teilnahmequote von 100% ist bei einer Lehrveranstaltung mit mehr als 100 regelmäßigen Teilnehmern kaum erreichbar, da es immer Studierende geben wird, die kein Interesse an der Mitarbeit haben, aktuell kein Gerät für die Teilnahme besitzen (z. B. Akku leer) oder die zusammen mit ihren Kommilitonen in Gruppen abgeben. Selbst wenn alle Studierende willens sind mitzuarbeiten, aber in Gruppen abgeben, wäre die für die Lehrperson ersichtliche Teilnahmequote dennoch unter 100 %. Zudem legen die Zahlen aus Abschnitt 6.5 nahe, dass nicht immer jeder bei jeder Frage teilnimmt. D.h. über den Verlauf einer Vorlesung hinweg können mehr Studierenden aktiviert worden sein, als durch die maximale Teilnehmeranzahl einer einzelnen Frage ersichtlich ist. Somit sind die Teilnehmerzahlen in diesem Artikel vielmehr als untere Schranke zu interpretieren.

Forschungsfrage F2 geht darauf ein, inwiefern die Gruppendiskussionen helfen, dass Studierende ihre eigenen Fehler erkennen. Die allgemeine Betrachtung in Abschnitt 6.4 zeigt, dass im Anschluss an die Gruppendiskussion die Anzahl richtiger Antworten um 27% steigt, was den positiven Effekt der Diskussionen bereits belegt. Die individuelle Betrachtung in Abschnitt 6.5 geht darüber hinaus und zeigt, dass nach der Diskussion mehr Studierende von einer falschen zu einer richtigen Antwort wechseln als umgekehrt.

Forschungsfrage F3 hat einen organisatorischen Fokus und fragt nach der benötigten Zeit für den Einsatz von CRSs und Peer Instruction. Anhand der erhobenen Daten konnte

in Abschnitt 6.6 dargelegt werden, dass die Gruppendiskussionen im Durchschnitt ca. 2 Minuten und 30 Sekunden dauern. Zusammen mit der Vorstellung der Frage, der Zeit für das erstmalige Beantworten sowie der Lösungsdiskussion nach der Gruppendiskussion (die durch das zweimalige Stellen abgeschlossen wird), müssen bis zu 10 Minuten pro Frage eingeplant werden.

Forschungsfrage F4 bezieht sich darauf, wie die Studierenden den Einsatz von CRSs und Peer Instruction empfinden. Abschnitt 6.7 zeigt, dass die anonyme Rückmeldung in der studentischen Vorlesungskritik wie auch die persönliche Rückmeldung in Gesprächen mit Studierenden sehr positiv ist. Des Weiteren meldeten die Tutoren der Übungsgruppen zurück, dass die Mitarbeit in den Übungen im Vergleich zu den letzten Jahren merklich besser war.

## 8 Zusammenfassung und Fazit

In früheren Vorlesungen der Veranstaltung *Grundlagen von Datenbanken* wurden Studierende nur vereinzelt durch Übungsaufgaben eingebunden und die Lösungen wurden nur durch wenige Studierende eingebracht. Durch eine Anpassung des Lehrkonzepts, welches mehr Aktivphasen vorsieht, in denen Classroom-Response-Systeme (CRSs) und Peer Instruction eingesetzt werden, konnten im Vergleich zu früheren Veranstaltungen mehr Studierende in die Vorlesung eingebunden werden. Statt Lösungen einzelner Studierender zu betrachten, konnten durchschnittlich die Lösungen von über der Hälfte aller Vorlesungsteilnehmer herangezogen werden.

Für den Einsatz von CRSs und Peer Instruction wurde ein Katalog an Fragen erarbeitet. Diese Fragen wurden über den Verlauf der Vorlesungen hinweg mittels Pingo und Kahoot gestellt. Während letzteres spielerische Aspekte enthielt und für Wiederholungszwecke eingesetzt wurde, diente ersteres zur Vertiefung der Vorlesungsinhalte. Vorgegebene Antworten basierten auf gängigen Fehlannahmen, die aus früheren Vorlesungen bekannt waren. Dies erlaubte Rückschlüsse auf nicht verstandene oder missverstandene Inhalte. Die Methode „Peer Instruction“ lieferte den Rahmen für den Einsatz von Pingo. Diese sieht bei einer Anzahl richtiger Antworten im Bereich von 30% bis 70% eine Gruppendiskussion vor, die den Studierenden dabei helfen soll, die eigene Antwort kritisch zu reflektieren und sich die korrekte Antwort zu erschließen. Im Anschluss an die Diskussion wird die entsprechende Frage nochmal gestellt, um den Effekt zu beurteilen. In den Vorlesungen konnte in 70 % der Fälle, in denen es zu einer Gruppendiskussion kam, eine Verbesserung des Ergebnisses von durchschnittlich 27 % mehr korrekten Antworten erzielt werden. Bei individueller Betrachtung der abgegebenen Antworten wird zudem deutlich, dass durch die Diskussion deutlich mehr Studierende von einer falschen zu einer richtigen Antwort gelangen als umgekehrt. Darüber hinaus wirkte der Einsatz von Pingo und Kahoot sehr aktivierend und die Rückmeldungen belegen, dass das veränderte Lehrkonzept positiv von den Studierenden aufgenommen wurde.

Neben dem positiven Einfluss der Gruppendiskussion konnte verschiedene weitere Erkenntnisse gewonnen werden: Die Stärken und Schwächen von Pingo und Kahoot sind besser bekannt, wodurch ein gezielterer Einsatz oder die Anregung von Weiterentwicklungen möglich ist (automatische Manipulationsdetektion, weitere Analysewerkzeuge für Peer Instruction). Des Weiteren wurden Erfahrungswerte hinsichtlich der benötigten Zeit für das

Stellen einzelner Fragen mittels CRSs sowie der Gestaltung von Lösungsdiskussionen gewonnen. Der erstellte Fragenkatalog sowie die gewonnenen Erkenntnisse bieten eine ideale Basis, um den Einsatz von CRSs und Peer Instruction in den künftigen Jahren auszubauen. Das entwickelte Werkzeug, PingoAnalyzer, ergänzt die bestehenden Analysemöglichkeiten von Pingo und erlaubt eine bessere Analyse der Ergebnisse noch während einer Vorlesung.

## Literatur

- Beatty, I. D., Gerace, W. J., Leonard, W. J. & Dufresne, R. J. (2006). Designing effective questions for classroom response system teaching. *American Journal of Physics*, 74(1), 31–39.
- Bruff, D. (2009). *Teaching with Classroom Response Systems: Creating Active Learning Environments*. Hoboken, NJ: Jossey-Bass.
- Caldwell, J. E. (2007). Clickers in the large classroom: Current research and best-practice tips. *CBE-Life Sciences Education*, 6(1), 9–20.
- Duncan, D. (2008). Tips for successful “clicker” use. University of Colorado. Online verfügbar unter <http://casa.colorado.edu/~dduncan/clickers/Tips.htm> [28.02.2017]
- Kundisch, D., Herrmann, P., Whittaker, M., Beutner, M., Fels, G., Magenheimer, J., Reinhardt, W., Sievers, M. & Zoyke, A. (2013). Designing a web-based classroom response system. *DESRIST 2013, LNCS*, 7939, 425–431.
- Kundisch, D., Magenheimer, J., Beutner, M., Herrmann, P., Reinhardt, W. & Zoyke, A. (2013). Classroom response systems. *Informatik-Spektrum*, 36(4), 389–393.
- Lee, C., Garcia, S. & Porter, L. (2013). Can peer instruction be effective in upper-division computer science courses? *ACM Transactions on Computing Education*, 13(3), 12:1-12:22.
- Mazur, E. (1997). *Peer instruction: A user's manual*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Mazur, E. (2006). Peer Instruction: Wie man es schafft, Studenten zum Nachdenken zu bringen. *Praxis der Naturwissenschaften; Physik in der Schule*, 4(55), 11–15.
- Pargas, R. P. & Shah, D. M. (2006). Things are clicking in computer science courses. *SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education 2006*, 474–478.
- Porter, L., Lee, C. B., Simon, B. & Zingaro, D. (2011). Peer instruction: do students really learn from peer discussion in computing? *ICER 2011*, 45–52.
- Simon, B. & Cutts, Q. (2012). How to implement a peer instruction-designed CS Principles course. *ACM Inroads Magazine*, 3(2), 72–74.

## Autor

Dennis Wolters. Universität Paderborn, Department of Computer Science, Paderborn, Deutschland; Email: [dennis.wolters@uni-paderborn.de](mailto:dennis.wolters@uni-paderborn.de)



**Zitiervorschlag:** Wolters, D. (2018). Einsatz von Classroom-Response-Systemen und Peer Instruction in der Veranstaltung Grundlagen von Datenbanken. *die hochschullehre*, Jahrgang 4/2018, online unter: [www.hochschullehre.org](http://www.hochschullehre.org)