

Brutus der Orkschamane erklärt die Brute-Force-Methode

Gamification und E-Learning in der Veranstaltung „Algorithmen und Datenstrukturen“

Christopher Schölzel¹

Abstract: Für die oft ungeliebte Theorieveranstaltung „Algorithmen und Datenstrukturen“ setze ich ein Gamification-Konzept mit einem Punktsystem, einer Fortschrittsanzeige, einem Belohnungssystem, einer Rollenverteilung und einer Spielwelt in einem zeitgenössischen Fantasy-Setting ein, um mehr Motivation zum kontinuierlichen Lernen zu wecken und die Inhalte besser im Langzeitgedächtnis der Studierenden zu verankern. Unterstützt wird dieses Konzept durch zwei an der THM entwickelte e-Learning-Systeme. Das System führte dazu, dass die Studierenden im Schnitt bis zu acht Stunden pro Woche zusätzlich zur Präsenzzeit in die Veranstaltung investierten und zu Bestehensquoten von über 90%. Der Nutzen von gamifizierten Metaphern zeigt dagegen eher ein zwiespältiges Bild.

Abstract (English): I developed a gamification concept for the theoretical and rather unpopular module “Algorithms and data structures” that uses points, a progress feedback, a reward system, a role allocation, and a game world in a contemporary fantasy setting to generate more motivation for continuous learning and to make the content more memorable for the students. The concept is supported by two e-learning platforms that were developed at the THM. On average the students invested up to eight additional hours per week outside of the lecture time and the success rate at the exam was above 90%. The investigation of the benefit of gamified metaphors shows a more divided result.

Keywords: e-Learning, Gamification, Algorithmen und Datenstrukturen, Punkte, Fortschrittsanzeige, Belohnungen, Rollen, Spielwelt, Fantasy

1 Einleitung

Die Veranstaltung „Algorithmen und Datenstrukturen“ im zweiten Semester der Informatikstudiengänge der THM setzt sich zum Ziel, das Programmierverständnis der Studierenden auf eine abstraktere Stufe zu heben und gehört deshalb nicht unbedingt zu den beliebtesten Fächern der Studierenden. Erschwerend kommt hinzu, dass die 100 bis 200 Teilnehmer aus unterschiedlichen Studiengängen² stammen. Für eine erfolgreiche Teilnahme an der Veranstaltung ist kontinuierliches Lernen unabdingbar. Erfahrungsgemäß bringen die meisten Studierenden leider wenig intrinsische Motivation dafür mit. Eine

¹ Technische Hochschule Mittelhessen, Fachbereich MNI, Wiesenstraße 14, 35390 Gießen, christopher.schoelzel@mni.thm.de

² Informatik, Ingenieurinformatik, Bioinformatik, Medizinische Informatik und Social Media Systems

klassische Antwort darauf waren in der Vergangenheit verpflichtende Übungen als Prüfungsvorleistung, die eine extrinsische Motivation bieten, sich mit den Inhalten der Veranstaltung über die Präsenzzeit hinaus zu beschäftigen. Das ändert jedoch nichts an dem Grundproblem der fehlenden intrinsischen Motivation und wäre in dem eigentlich nötigen zeitlichen Umfang auch unrealistisch. Außerdem kann damit nur eine Form von Lernleistung angeregt werden und andere Lernstrategien (zum Beispiel das Anfertigen und Überarbeiten von Mitschriften) werden nicht berücksichtigt.

Als ich die Veranstaltung im Sommersemester 2017 zum ersten Mal hielt, entschied ich mich deshalb für ein Gamification-Konzept³. Mit diesem wollte ich den Studierenden einen angenehmeren spielerischen Zugang sowohl zu einem breit gefächerten Angebot an freiwilligen Zusatzaufgaben wie auch zu den Inhalten der Veranstaltung selbst bieten. Idealerweise sollte jede sinnvolle Beteiligung der Studierenden an der Veranstaltung mit Punkten und daraus resultierenden Vorteilen belohnt werden. Im Sinne von Nicholsons Idee einer „meaningful gamification“ [Ni12] sollte dabei der Fokus nicht auf der extrinsischen Motivation durch Punkte liegen, sondern darauf, durch ein positives Erlebnis intrinsische Motivation aufzubauen, die auch nach dem Ende der Gamification noch Bestand hat. Um den damit einhergehenden Verwaltungsaufwand zu reduzieren, habe ich über das Projekt „Klasse in der Masse“ [K118] im Sommersemester 2017 und 2018 jeweils circa 15 studentische Tutor_innen eingestellt, die Aufgaben erstellt und bewertet, Illustrationen angefertigt, und die technischen Systeme betreut und weiterentwickelt haben. Außerdem habe ich zwei Bachelorarbeiten zur Entwicklung von geeigneten e-Learning-Plattformen ausgeschrieben: eine für die Verwaltung der Gamification-Elemente und eine für die automatische Korrektheitsprüfung von Programmierabgaben.

In Abschnitt 2 werde ich nun zunächst das Gamification-Konzept näher beschreiben und mich in Abschnitt 3 einer Vorstellung der besagten e-Learning-Plattformen widmen. Danach bespreche ich die Ergebnisse der Evaluationen in Abschnitt 4, um schließlich in Abschnitt 5 ein vorläufiges Fazit zu dem Experiment zu ziehen.

2 Das Gamification-Konzept

Angelehnt an die Terminologie von Seaborn et al. [Se15] besteht das Konzept aus den folgenden Teilen: 1) einem *Punktsystem*, bei dem die Studierenden Erfahrungspunkte für jede Form der sinnvollen Beteiligung an der Veranstaltung erhalten und Lebenspunkte verlieren, wenn sie Pflichtaufgaben nicht rechtzeitig erledigen; 2) einem *Stufenaufstieg* nach jeweils 64 Erfahrungspunkten als *Fortschrittsanzeige*; 3) einem *Belohnungssystem* in Form von Bonuspunkten für die Klausur und Fähigkeiten, die individuelle Vorteile im Verlauf des Semesters oder kursweite Vorteile bei der Klausur am Ende des Semesters bringen; und 4) einer *Rollenverteilung* durch die Art der gewählten Fähigkeiten sowie 5)

³ Ich verwende den Begriff „Gamification“ im Folgenden nach Deterding et al. [De11] als die Verwendung von Elementen des Gamedesigns in einem spielfremden Kontext.

einer *Spielwelt*, die als lustige, einprägsame Metapher für die eigentlichen Vorlesungsinhalte fungiert

Das Punktsystem baut auf dem klassischen Konzept der verpflichtenden Übungsaufgaben auf. Alle Studierenden starten mit zehn Lebenspunkten und verlieren vier Lebenspunkte für jedes der sechs Aufgabenblätter, bei dem sie weniger als 70% der Punkte erhalten. Auf diese Weise funktioniert die Veranstaltung für diejenigen, die nicht an der Gamification teilnehmen möchten genauso wie vorher: Es müssen vier von sechs Aufgabenblätter bestanden werden. Darüber hinaus gibt es ein positives Feedback in Form von Erfahrungspunkten. Diese werden für Pflichtaufgaben, freiwillige Bonusaufgaben, angefertigte Mitschriften, Mitarbeit in den Übungen und andere Formen der Beteiligung vergeben. Nach jeweils 64 Erfahrungspunkten steht dann ein Stufenaufstieg an (d.h. etwa alle ein bis zwei Wochen). Eine höhere Stufe übersetzt sich direkt in mehr Bonuspunkte für die Klausur (bis zu 24% für sehr engagierte Studierende). Darüber hinaus gibt jeder Erfahrungspunkt auch einen Fähigkeitspunkt, mit denen man sich Fähigkeiten kaufen kann. Diese bringen verschiedene Vorteile – entweder individuell (Nachreichen von Aufgabenblättern, Zurückerhalten von Lebenspunkten, Tipps zur Lösung einer Aufgabe), für eine kleine soziale Gruppe (Mentor-Mentee-Paarung) oder für den gesamten Kurs (Erlaubnis eines Spickzettels, Streichen einer Klausuraufgabe). Stärkere Fähigkeiten können erst erlernt werden, wenn man die vorausgegangenen schwächeren Fähigkeiten besitzt. Mit der daraus resultierenden Baumstruktur habe ich in der ersten Iteration die vier verschiedenen Spielertypen nach Bartle [Ba18] (Killer, Achiever, Socializer, Explorer) abgebildet. In der zweiten Iteration im Sommersemester 2018 habe ich mich für eine flachere Struktur entschieden, die mehr Freiraum bietet. Für die Spielwelt habe ich mir ein zeitgenössisches Fantasy-Setting ausgedacht, das grob an J. K. Rowlings „Harry Potter“-Buchreihe angelehnt ist. Magie bietet sich als Metapher für das Programmieren an, da sowohl Magier als auch Informatiker „ihre Vorstellungskraft zum Leben erwecken“. Außerdem sind Begriffe wie *black magic*, *automagically* und die *magic number* ohnehin schon in der Fachsprache etabliert. Die typischen algorithmischen Techniken werden in diesem Setting zu Charakteren wie Brutus dem Orkschamanen (für Brute-Force) oder Greedy dem zwergischen Runenschmied (für Gier). Die Datenstrukturen dagegen werden zu „Datenkreaturen“ wie den mehrköpfigen Basilisten (für Listen; siehe Abb. 1) oder den Knotlingen (für Knoten), die sich als soziale Wesen gerne zu einem Graphen zusammenrotten. Dabei bleiben gamifizierte Inhalte und Lehrbuchwissen auf den Präsentationsfolien klar getrennt: Jede Folie trägt entweder das Emoji „Dragon“ oder das Emoji „Open Book“ vor dem Titel.



Abb. 1: Verketteter Basilist als Metapher für die verkettete Liste. Illustratorin: Julia Jelitzki; Lizenz: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

3 Die e-Learning-Plattformen Dozentron und Gildamesh

Der Gamification-Server *Gildamesh* wurde von Tristan Hisgen in seiner Bachelorarbeit mit Ruby on Rails [Ru18] erstellt und von mehreren Tutor_innen weiterentwickelt. Studierende melden sich per Central Authentication Service [CA16] mit den Benutzerdaten der Hochschule an. Als Dozent_in oder Tutor_in kann man Beschreibungstexte, Links, Dokumente und Aufgaben mit Text- oder Dateiabgaben für den Kurs erstellen. Außerdem können Fähigkeiten und deren Effekte auf das Punktesystem definiert werden. Diese werden weitestgehend automatisch ausgeführt, an manchen Stellen aber auch noch von Tutor_innen manuell geprüft.

Der Abgabenserver *Dozentron* wurde parallel zu Gildamesh von Dominic Althaus in dessen Bachelorarbeit ebenfalls mit Ruby on Rails [Ru18] erstellt. Auch hier gab es seit der Erstellung weitere Beiträge anderer Tutor_innen. Die Grundidee von Dozentron ist es, den Tutor_innen die Arbeit zu erleichtern, indem die Korrektheit der studentischen Lösungen automatisch überprüft wird. Dazu gibt es zwei verschiedene Aufgabengattungen:

Unittest-Aufgaben werden, wie der Name sagt, mit Unittests (zurzeit JUnit) geprüft. Die Studierenden müssen ein JAR-Archiv mit dem kompilierten Code und ihren Quelldateien auf den Server hochladen. Dort wird die korrekte Formatierung und Vollständigkeit der Dateien geprüft, der Quellcode erneut kompiliert und schließlich die Unittests ausgeführt. Diese testen verschiedene Anwendungsfälle der einzelnen Klassen und Methoden (zum Beispiel das Sortieren einer leeren Liste, einer einelementigen Liste, einer Liste mit zehn und einer mit 1000 Elementen). Auf der Ergebnisseite wird der oder dem Studierenden sofort angezeigt, welche Tests er oder sie bestanden hat und welche noch fehlschlagen. Eine Einreichung kann bis zur Deadline beliebig oft wiederholt werden. Für so detaillierte Tests muss natürlich in der Aufgabenstellung eine klare Schnittstelle vorgegeben werden. Es gibt sowohl eine Unterstützung für öffentliche Tests, deren Quellcode die Studierenden sich als Hilfe herunterladen können, wie auch versteckte Tests, die nur auf dem Server verbleiben. Für jeden möglichen Fehler in diesem Prozess liefert Dozentron den Studierenden eine ausführliche Fehlermeldung. Auf Wunsch des Dozenten können Abgaben für diesen Aufgabentyp außerdem mit der Measure Of Software Similarity (MOSS) der Universität Stanford [Mo18] auf Plagiate überprüft werden.

Input/Output-Aufgaben sind inspiriert von der Webseite „Advent of Code“ [Ad18]. Hier wird für jeden Studierenden ein individueller Input (z.B. eine Liste von Zufallszahlen) als Textdatei generiert, zu dem er oder sie dann den korrekten Output (zum Beispiel die 5 größten Zahlen aus dem Input) in einem Textfeld eingeben muss. Dadurch kann die Aufgabe in jeder beliebigen Sprache gelöst werden. Die Studierenden geben ihren Quellcode über ein zusätzliches Upload-Feld als Zip-Archiv ab. Dieser wird vom Server nicht weiter analysiert, sondern nur den Tutoren zur Bewertung bereitgestellt. Der eingegebene Output wird dagegen wieder mit einer Reihe von JUnit-Tests geprüft, die den generierten Input und den abgegebenen Output eines Studenten aus zwei von Dozentron

generierten Dateien einlesen und dann auswerten, ob die Abgabe korrekt ist. Da der Unittest in den meisten Fällen notgedrungen eine Lösung der Aufgaben beinhalten muss, ist hier das Verstecken der Tests die Standardeinstellung.

4 Resultate

Es ist bei jedem Projekt in der Lehre schwer, messbare Kriterien für dessen Gelingen zu definieren. Mit meinem Gamification-Konzept wollte ich erreichen, dass a) die Studierenden über das Semester hinweg mehr Zeit in die Veranstaltung investieren, dass sie b) die Inhalte besser verstehen und sie c) länger im Gedächtnis behalten, dass sie d) eigenes Interesse für das Thema entwickeln und idealerweise e) das kontinuierliche Lernen auch in Folgesemestern ohne Gamification beibehalten. Gerade die drei letztgenannten langfristigen Ziele ließen sich nur wissenschaftlich überprüfen, wenn man die Studierenden über mehrere Semester hinweg mit Befragungen begleiten würde. Auch eine Überprüfung der ersten zwei Kriterien scheidet schon daran, dass es keine angemessene Kontrollgruppe gibt. Ich habe die Veranstaltung vorher nie selbst gehalten und bei einem Vergleich mit den Ergebnissen anderer Kollegen würden die Effekte der Gamification sich mit dem Effekt des wechselnden Dozenten überlagern. Dieser Beitrag kann daher auch nur als Best Practice-Beispiel dienen und keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit erheben.

Dennoch wollte ich so viele Indizien wie möglich für positive und auch etwaige negative Effekte der Gamification sammeln. Daher habe ich folgende Feedbackkanäle genutzt: 1) eine anonyme Feedbackbox, die am Ende jeder Veranstaltung aufgestellt wurde; 2) der standardisierte Evaluationsfragebogen des Fachbereichs (n = 73 | 68 im Jahr 2017 | 2018); 3) ein individueller Fragebogen zur Aktionsforschung [A118], der spezifisch auf die einzelnen Gamification-Inhalte eingeht (n = 79 | 64); 4) ein abschließendes Reflexionstreffen mit den Studierenden einige Tage nach der Klausur (n = 15, nur im Sommersemester 2017). Bei den beiden letztgenannten Evaluationsformen hatte ich ebenfalls wieder Unterstützung aus dem KIM-Projekt [K118].

Wie viel Zeit Studierende in die Veranstaltung investieren, wird in der Standardevaluation in zwei separaten Fragen erfasst, die sich in die Zeit für Vor- und Nachbereitung der Vorlesung und der Übungen unterteilt. Im Sommersemester 2017 gaben die Studierenden im Schnitt⁴ an, 2,3 Stunden für die Vorlesung und 4 Stunden für die Übungen zu arbeiten. Im Sommersemester 2018 erhöhte sich das auf 2,7 Stunden für die Vorlesung und 5,7 Stunden für die Übungen. Der Unterschied bei der Zeit für die Übungen lässt sich damit erklären, dass das Angebot an Zusatzaufgaben im Jahr 2018 deutlich größer

⁴ Der Durchschnitt ist möglicherweise fehlerbehaftet, da die Studierenden im Fragebogen keine Zahl angeben, sondern eines von neun Intervallen ankreuzen, wobei das letzte Intervall mit „> 7 Stunden“ offen ist. Für diese Auswertung habe ich jeweils die Mittelwerte der Intervallgrenzen angenommen und bei dem offenen Intervall einen Zeitaufwand von 8 Stunden angesetzt.

war als im Jahr 2017. Das Ziel scheint damit erreicht und vielleicht sogar etwas übertroffen zu sein.

Das Verständnis der Inhalte spiegelt sich am besten im Ergebnis der Klausur abzüglich der Bonuspunkte wider. Hier lag der Notenschnitt im Jahr 2017 bei 2,4 mit einer Bestehensquote⁵ von 90% (n = 81, nicht erschienene Studierende ausgenommen) und im Jahr 2018 bei 2,2 mit einer Bestehensquote von 96% (n = 90). Einen eventuell mangelnden Anspruch der Klausurfragen konnte ich nach Rücksprache mit einigen Kollegen plausibel ausschließen. Im Jahr 2018 habe ich außerdem absichtlich deutlich mehr Transferfragen gestellt, um zwischen auswendig Gelerntem und einem tieferen Verständnis der Inhalte unterscheiden zu können.

Die Frage nach der Einprägsamkeit der Inhalte wird ebenfalls von den Aktionsforschungsfragebögen abgedeckt. Im Sommersemester 2017 waren 34% der Studierenden der Meinung, dass die gamifizierten Metaphern den Stoff leichter und/oder zugänglicher für sie machten, während 25% das verneinten. Außerdem fanden 39% den Stoff dadurch einprägsamer, während 24% das verneinten. Im Sommersemester 2018 fragte ich auch danach, ob die Gamification vielleicht eher verwirrte. 48% half die Gamification beim Verständnis, 16% empfanden sie als störend. Zum Thema der Einprägsamkeit waren hier die Verhältnisse mit 39% positiven und 24% negativen Stimmen ähnlich. In diesem Jahr habe ich auch noch detaillierter nach dem Nutzen der einzelnen Elemente gefragt. Die Charaktere und die Datenkreaturen haben im Schnitt nur „ein wenig“ geholfen. Das Punktesystem liegt dagegen und die Bonusaufgaben dagegen „eher viel“

Das Interesse der Studierenden habe ich im Sommersemester 2017 mit einigen Fragen aus dem Berliner Evaluationsinstrument für selbsteingeschätzte studentische Kompetenzen (BEvaKomp) im Rahmen der Aktionsforschung abgefragt [Br08]. Hier stimmten 54% der Studierenden bei der Personalkompetenz der Aussage zu, dass sie den Vorlesungsstoff jetzt interessanter finden als vorher, während nur 24% das verneinten. 56% gaben an, etwas gelernt zu haben, was sie begeistert, was wiederum 17% verneinten. Es gab sogar einen nicht zu vernachlässigenden Teil von 27% der Studierenden, die angaben, sich aufgrund der Veranstaltung auch außerhalb der Hochschule mit den gelehrten Themen zu beschäftigen, wobei hier erwartungsgemäß ein größerer Teil von 38% das verneinten. Im Sommersemester 2018 sind diese Fragen leider aus Platzgründen nicht mehr in der Aktionsforschung enthalten. Ohne einen direkten Vergleich zu haben, halte ich das für eine Theorieveranstaltung für ein sehr positives Ergebnis.

Wie bereits erwähnt sehe ich mich außerstande, das letzte Ziel der Gamification – die Veränderung des Lernverhaltens über folgende Semester direkt zu überprüfen. Neben diesen quantitativen Auswertungen lohnt sich natürlich auch ein Blick auf die individuellen Aussagen der Studierenden in den Freitextfeldern der beiden Fragebögen und (im

⁵ Von den 203 zunächst in der Veranstaltung eingeschriebenen Studierenden haben im Sommersemester 2017 leider nur 81 die Klausur mitgeschrieben. Im Sommersemester 2018 waren es 90 von 238. Einen ähnlichen Rückgang gibt es jedoch auch bei den Kollegen, die keine Gamification verwenden.

Falle des Sommersemesters 2017) im anschließenden Reflexionstreffen. Hier zeigte sich vor allem, dass Gamification polarisiert. Es gab viele sehr positive Bemerkungen und wenige sehr negative, während Personen mit gleichgültiger Einstellung kaum auftraten (oder sich nicht zu Wort meldeten). In beiden Semestern ließ sich ein wesentlicher Kritikpunkt ausmachen: Im Sommersemester 2017 waren das die unausgereiften technischen Systeme, die von den Studierenden verlangten, ihre Lösungen auf insgesamt drei verschiedenen Plattformen abzugeben und stellenweise durch Fehler in der Programmierung Daten verloren hatten. Diese Probleme wurden im Sommersemester 2018 weitestgehend behoben. Dafür wurde nun bemängelt, dass die Antwortzeiten auf Abgaben (besonders die zusätzlichen freien Aufgaben) mit bis zu fünf Wochen viel zu hoch waren. Das lag an organisatorischen Problemen bei der Arbeit der Tutoren und wird mein Fokus für Verbesserungen im nächsten Jahr sein. Die Feedbackbox hat zudem geholfen, akute Probleme im Semester schnell zu erkennen und zu beheben – insbesondere dann, wenn ich die Studierenden am Ende der Veranstaltung um eine Antwort zu einer bestimmten Frage gebeten habe.

Zum Schluss möchte ich hier noch einige Studierende zu Wort kommen lassen, deren Feedback meiner Meinung nach für die Rückmeldungen stehen kann, die ich in Wort und Schrift erhalten habe.

„[Besonders gut gefallen hat mir] das neue, sehr fantasievolle Konzept, das wirklich Spaß macht und die Lust am Lernen weckt!“ (2017)

„Ich bin kein Fan der Gamifizierung. Es bringt mir nichts außer teilw. verwirrung und kostet allen nur Zeit.“ (2017)

„Gamification hilft extrem bei dem Verständnis der Themen der Vorlesung“ (2018)

„Ich finde es sehr gut gelungen, da durch diese Elemente die oft doch eher trockenen Algorithmen und Datenstrukturen ein Bild bekommen haben, als was man sich diese vorstellen konnte, was das ganze anschaulicher, interessanter und besser zu merken gemacht hat.“ (2018)

„Ich studiere nicht zum Spielen. Ich möchte Vorlesungen in welchen ich nicht überlegen muss was eigentlich gemeint ist.“ (2018)

5 Fazit

Zusammenfassend hat sich der Einsatz des Gamification-Konzepts in meinen Augen gelohnt – allein schon durch die zusätzliche Zeit, die die Studierenden in die Veranstaltung investiert haben, das gesteigerte Interesse und das ausgesprochen gute Ergebnis der Klausur. Es gab jedoch nicht nur positive Rückmeldungen und ich sehe daher meine

Aufgabe für das Sommersemester 2019 darin, genauer zu identifizieren, welche Teile des Konzepts zurückgefahren werden können, um den störenden Effekt (und auch den immer noch sehr hohen Aufwand) zu minimieren und möglichst viele positive Effekte beizubehalten. Hier zeichnet es sich ab, dass das Punktesystem selbst und die freiwilligen Zusatzaufgaben den Studierenden am besten gefallen haben, während die spielerischen Metaphern zwiespältig aufgefasst wurden. Ich denke man muss jedoch vorsichtig sein, daraus zu schließen, dass diese Teile ganz verschwinden können, da das resultierende System eher auf eine „Pointsification“ hinauslaufen würde, die in der Fachliteratur eher kritisiert wird [Se15]. In jedem Fall würde ich mich freuen, wenn sowohl meine Unterlagen als auch die e-Learning-Systeme Gildamesh und Dozentron nicht nur mir von Nutzen sein würden. Sollten Sie, lieber Leser oder liebe Leserin, sich also für diese Thematik interessieren, zögern Sie nicht, mich anzuschreiben.

Literaturverzeichnis

- [Ad18] Advent of Code, adventofcode.com, Stand: 19.06.2018.
- [Al18] Altrichter, Herbert; Posch, Peter; Spann, Harald: Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht, 5. Auflage, utb, Stuttgart, 2018.
- [Ba18] Bartle, R.: Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit MUDs, <http://mud.co.uk/richard/hcds.htm>, Stand: 24.07.2018.
- [Br08] Braun, E.; Gusy B.; Leidner B.; Hannover, B.: Das Berliner Evaluationsinstrument für selbsteingeschätzte, studentische Kompetenzen (BEvaKomp). *Diagnostica* 54, S. 30–42, 2008.
- [CA16] CAS protocol 3.0 specification, <https://apereo.github.io/cas/5.1.x/protocol/CAS-Protocol-Specification.html>, Stand: 24.07.2018.
- [De11] Deterding, S.; Dixon, D.; Khaled, R.; Nacke, L.; From game design elements to gamefulness: defining “gamification”. In (Lugmayr, A.; Franssila, H.; Safran, C.; Hammouda, I. Hrsg.) *Proc. 15th Int. Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, Tampere, Finland. ACM Press, New York, S. 9–15, 2011.
- [KI18] Klasse in der Masse, <https://www.thm.de/kim/>, Stand: 25.06.2018.
- [Mo18] Moss: A system for detecting software similarity, <http://theory.stanford.edu/~aiken/moss/>, Stand: 24.07.2018.
- [NI12] Nicholson, S.: A User-Centered Theoretical Framework for Meaningful Gamification. In (Martin, C.; Ochsner, A.; Squire, K. Hrsg.) *Proc. Games+Learning+Society 8.0*, Madison, WI 2012. ETC Press, Pittsburgh, PA, S. 223–230, 2012.
- [Ru18] Ruby on Rails, rubyonrails.org, Stand: 19.06.2018.
- [Se15] Seaborn, K.; Fels, D. I.: Gamification in theory and action: A survey. *Int. J. Human-Computer Studies* 74, S. 14–31, 2014.